



UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM
Facultad de Ciencias de la Vida
Carrera de Ingeniería en Ecosistemas

***Estructura y diversidad funcional de la comunidad de
quirópteros en sitios piemontanos con diferente tipo
de uso del suelo***

Nataly Priscila Méndez Romero
20 de mayo de 2020, ciudad de Tena, Napo, Ecuador.

DERECHO DE AUTHOR

Declaración de derecho de autor, autenticidad y responsabilidad

Tena, 20 de mayo de 2020

Yo, Nataly Priscila Méndez Romero con documento de identidad N°0105526743, declaro que los resultados obtenidos en la investigación que presento en este documento final, previo a la obtención del título “Estructura y diversidad funcional de la comunidad de quirópteros en sitios piemontanos con diferente tipo de uso del suelo” son absolutamente inéditos, originales, auténticos y personales.

En virtud de lo cual, el contenido, criterios, opiniones, resultados, análisis, interpretaciones, conclusiones, recomendaciones y todos los demás aspectos vertidos en la presente investigación son de mi autoría y de mi absoluta responsabilidad.

Por la favorable atención a la presente, suscribo de usted,

Atentamente,

Firma:

Nataly Priscila Méndez Romero

CERTIFICADO DEL DIRECTOR

Certifico que el trabajo de integración curricular titulado: “Estructura y diversidad funcional de la comunidad de quirópteros en sitios piemontanos con diferente tipo de uso del suelo” en la modalidad de: proyecto de investigación en formato tesis, fue realizado por: Nataly Priscila Méndez Romero, bajo mi dirección.

El mismo ha sido revisado en su totalidad y analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad Regional Amazónica Ikiam, para su entrega y defensa.

Tena, 20 de mayo de 2020

Firma:

María Cristina Peñuela Mora

C.I: 1756861496

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTOS

En el presente trabajo de titulación, agradezco a las siguientes personas:

A María Cristina Peñuela Mora, directora de mi trabajo de titulación, quien siempre me guió y me ayudó con paciencia, dedicación y cariño en el desarrollo del presente trabajo y quien me ha inspirado como investigadora y docente por su iniciativa, fortaleza y perseverancia ante las circunstancias.

A mis padres Pablo Méndez Bravo y Rosario Romero Romero, por el apoyo incondicional que me han brindado en todos estos años de estudio, por promover mis sueños y mis metas y no desampararme nunca en todo este transcurso, por confiar y creer en mí y en mis capacidades para lograr mis sueños.

A la Universidad Regional Amazónica Ikiam por apoyarme con instalaciones y logística para el desarrollo de este trabajo.

A Martín Hinojosa Reyes, por su colaboración y comprensión durante las horas de trabajo en campo y laboratorio y por apoyo emocional en todo momento.

A familiares y amigos, quienes han apoyado de distintas maneras, la realización de esta meta en mi vida.

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mis padres por haberme formado con valores y principios durante todo lo que ha sido de mi vida, por la dedicación y todos los innumerables esfuerzos que han hecho para que culmine con mis estudios y por el hogar lleno de cariño y afecto que me han brindado.

INDICE GENERAL

DERECHO DE AUTHOR	2
CERTIFICADO DEL DIRECTOR.....	3
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	4
AGRADECIMIENTOS	5
DEDICATORIA.....	6
INDICE GENERAL	7
INDICE DE TABLAS.....	8
INDICE DE FIGURAS.....	9
RESUMEN.....	10
ABSTRACT	11
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	12
1.1 <i>Antecedentes.....</i>	<i>12</i>
1.2 <i>Planteamiento del problema.....</i>	<i>16</i>
1.3 <i>Justificación</i>	<i>18</i>
1.4 <i>Objetivos de la investigación.....</i>	<i>20</i>
CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO	21
2.1 <i>Área de estudio.....</i>	<i>21</i>
2.2 <i>Selección de sitios de muestreo.....</i>	<i>22</i>
2.3 <i>Diseño experimental.....</i>	<i>23</i>
2.4 <i>Capturas de individuos.....</i>	<i>24</i>
2.5 <i>Análisis estadísticos.....</i>	<i>26</i>
CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN DE DATOS Y RESULTADOS	30
CAPÍTULO IV: INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN	41
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
REFERENCIAS	56
ANEXOS.....	72

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Murciélagos capturados en dos sitios con dos tipos de uso de suelo la zona de amortiguamiento de la Reserva Biológica Colonso Chalupas, Napo, Ecuador.....	31
Tabla 2.- Índices de diversidad de la comunidad de murciélagos en dos tipos de uso de suelo en la Reserva Biológica Colonso Chalupas y la zona de amortiguamiento, Napo, Ecuador.....	34

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Área de estudio en la zona de amortiguamiento de la Reserva Biológica Colonso Chalupas.....	21
Figura 2.- Puntos de muestro.....	24
Figura 3.- Frecuencia de murciélagos más abundantes en bosque y chagra, capturados en la reserva biológica Colonso Chalupas y su zona de amortiguamiento, Napo, Ecuador.	32
Figura 4.- Curvas de acumulación.	34
Figura 5.- Número de especies de murciélagos por hábito alimenticio en dos tipos de uso de suelo en la Reserva Biológica Colonso Chalupas y su zona de amortiguamiento, Napo, Ecuador.	35
Figura 6.- Distribución de los quirópteros capturados en dos tipos de uso de suelo chagra (CM y CS) y bosque (BM y BS) en la Reserva Biológica Colonso Chalupas y su zona de amortiguamiento, Napo, Ecuador.	37
Figura 7.- Edad, sexo y estado reproductivo de los murciélagos en dos tipos de uso de suelo (bosque y chagra) en la Reserva Biológica Colonso Chalupas y su zona de amortiguamiento, Napo, Ecuador.....	39
Figura 8.- Estado reproductivo de individuos de murciélagos en el tiempo, en la RBCCH y su zona de amortiguamiento, Napo, Ecuador.....	40

RESUMEN

El orden Chiroptera posee una alta riqueza de especies y una gran variedad de hábitos alimenticios, destacándolos como importantes proveedores de funciones del ecosistema. El cambio del uso del suelo es uno de los factores que más afecta la composición de estas comunidades. El bosque piemontano es uno de los ecosistemas con mayor riqueza potencial de murciélagos y también de los más amenazados; conformado por distintos usos del suelo. Con el objetivo de conocer la estructura y diversidad funcional de la comunidad de murciélagos se muestrearon bosques y chagras de piedemonte en la zona de amortiguamiento de la reserva biológica Colonso Chalupas. Mediante redes de niebla, 23 noches y 8280 h-m; se capturaron 224 murciélagos pertenecientes a 33 especies de la familia Phyllostomidae, 14 fueron restringidas a bosque, 4 a chagra y 15 en ambos. Los bosques presentaron una mayor diversidad (Shannon-Wiener $2.87 > 2.12$) y una mayor presencia de animalívoros y frugívoros que en chagra, entre las que se encuentran especies sensibles como *C. auritus* que evidenciaron el buen estado de recuperación del bosque por lo que es fundamental incluirlas en los programas de conservación. Se encontró una menor proporción de juveniles y hembras gestantes y lactantes en chagra que en bosque posiblemente para evitar depredación. Se observó que las chagras conservan solo el 50 % de las especies del bosque, por lo que es importante enriquecer y mejorarlas para la conservación de los murciélagos y realizar más estudios en otros usos de suelo y otros sitios dentro de la reserva.

Palabras clave: *Murciélagos, Amazonía, Ecuador, chagra, chakra, bosque, servicios ecosistémicos.*

ABSTRACT

The Chiroptera order has a lot of species richness and a great variety of eating habits, highlighting them as important providers of ecosystem functions. Land use change is one of the factors that most affects the composition of bat communities. The piedmont forest is one of the ecosystems with the greatest potential bat richness and also one of the most threatened; it is made up of different land uses. In order to understand the structure and functional diversity of the bat community, piedmont chagras and forests were sampled in the buffer zone of the Colonso Chalupas Biological Reserve. Using mist nets, 224 bats of 33 species of the family Phyllostomidae were captured during 23 nights and 8280 h-m; 14 were restricted to forest, 4 to chagra and 15 were captured in both. The forests have a higher diversity (Shannon-Wiener 2.87 > 2.12). There more animalivorous and frugivorous species in the forest than in the chagra, and there were sensitive species such as *Chrotopterus auritus* that showed the good state of recovery of the forest, which is essential to include in conservation programs. A lower proportion of pregnant and lactating juveniles and females were found in chagra than in the forest, possibly to avoid predation. It was observed that the chagras conserve only 50% of the species in the forest, so it is important to enrich and improve them for bat conservation and to conduct more studies in other land uses and other sites within the reserve.

Key words: Bats, Amazon, Ecuador, chagra, chakra, forest, ecosystem services.

ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD FUNCIONAL DE LA COMUNIDAD DE QUIRÓPTEROS EN SITIOS PIEMONTANOS CON DIFERENTE TIPO DE USO DEL SUELO

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes

Las comunidades en ecología se definen como un conjunto complejo de organismos de diferentes poblaciones que cohabitan en un lugar determinado [1]. Las comunidades presentan algunas propiedades entre las que se encuentran: la estructura, que se define por la forma en la que esta se encuentra constituida, es decir la composición de especies y el número de individuos por especie [2] y la dinámica, que hace relación a los cambios en su estructura a lo largo de distintas escalas de tiempo. Los cambios pueden ser inducidos por perturbaciones en el entorno, sean estas naturales o debidas a intervenciones antropogénicas [3]. Estas dos propiedades son básicas para entender varios procesos como el intercambio de energía y nutrientes, interacciones intra e inter específicas y calcular el efecto de las perturbaciones del entorno sobre la comunidad. [3].

Entre las perturbaciones antropogénicas que está causando pérdida de la diversidad global, está la degradación del hábitat especialmente ocasionada por la deforestación [4,5]. La deforestación consiste en la reducción del área de cubierta forestal para remplazarla por una forma de uso del suelo [6]. A su vez, el cambio del uso del suelo se define como la intervención sobre la cubierta vegetal que el ser humano realiza en un área para transformarla con un determinado fin [7]. Estos disturbios en el medio no solamente afectan considerablemente a la diversidad, sino además los roles ecosistémicos que desempeñan las especies y que son primordiales para el funcionamiento de los

ecosistemas [8].

Los roles y funciones de las especies dentro de los ecosistemas y su respuesta a las diferentes perturbaciones son parte del estudio de la dinámica ecológica de los ecosistemas [8]. Específicamente, el estudio del número, tipo y distribución de las funciones que desempeñan los organismos se conoce como diversidad funcional y comprende también el estudio de las comunidades con base en las funciones de los organismos [9]. Con el objetivo de mejorar el entendimiento de las funciones de las especies dentro de los ecosistemas [10], es necesario avanzar metodológica y objetivamente en el conocimiento de las especies y definir los rasgos más relevantes para su división y clasificación en grupos funcionales y sus hábitos alimenticios, los cuales han sido divididos según Gardner [11] en frugívoros, nectarívoros, hematófagos y animalívoros.

Los animales desempeñan funciones ecológicas debido a que mantienen interacciones con plantas mediante diferentes procesos como la polinización y dispersión de semillas [12]. La dispersión de semillas, es crucial en el trópico ya que entre el 50 y 90 % de frutos de árboles y arbustos son consumidos por vertebrados [13]. En cuanto a la polinización en los trópicos, se conoce que más del 75 % de las especies de árboles dependen de los animales [14] y que el 70 % de los cultivos en el Neotrópico aumentan su producción en presencia de animales polinizadores [15]. Neuschulz y colaboradores [14], probaron que la polinización y la dispersión de semillas en los bosques, a nivel global, son los procesos más amenazados en la regeneración de plantas. Estos procesos o interacciones fueron afectados por perturbaciones como el cambio en el uso de la tierra y la caza de animales silvestres; con fuertes repercusiones en el reclutamiento de plántulas [14]. Estas interacciones pueden influir en la estructura y composición de las comunidades

vegetales, modificándolas en diferentes etapas de sucesión [16]; además están implicadas en procesos de coevolución planta – animal, los cuales son importantes en la estructuración de redes mutualistas que afectan a la dinámica de la población y pueden tener efectos estabilizadores en la misma [17].

Los procesos de dispersión de semillas, polinización y control de poblaciones de invertebrados son funciones que desempeñan diversos mamíferos, entre estos los murciélagos (orden Chiroptera) [18]. Los murciélagos dispersan semillas y polinizan flores tanto de plantas silvestres como de cultivos [12]. En el Neotrópico, los murciélagos dispersan semillas de hasta 549 especies agrupadas en 191 géneros y 62 familias de plantas [19] y polinizan 360 especies de plantas, agrupadas en 159 géneros de 44 familias [20]. En cuanto al control de plagas y pestes, los murciélagos insectívoros pueden llegar a consumir una gran proporción de lepidópteros, coleópteros, dípteros, homópteros y hemípteros [18], contribuyendo a este servicio ecosistémico a nivel global [21]. Este aporte por parte de las especies insectívoras ha sido evidenciado en el aumento del rendimiento de los cultivos en los trópicos [22].

Los murciélagos, cuentan con más de 1300 especies distribuidas en 18 familias en todo el mundo [23,24] y son el segundo orden más grande, después de los roedores, con cerca del 20 % de los mamíferos en todo el mundo. Son los únicos mamíferos que poseen la capacidad de volar por lo que, se encuentran en casi todos los ecosistemas terrestres a excepción de los polos y algunas islas y son especialmente diversos en los trópicos [24]. El Neotrópico alberga la mayor diversidad de murciélagos del mundo con 72.2 % de todas las familias existentes y más del 30 % del total de especies, con 391 pertenecientes a 115 géneros de 13 familias [25].-

En Ecuador, los murciélagos aportan considerablemente a la diversidad de mamíferos registrados con un 39.2 % de las especies [26], y el mayor número de géneros y especies que cualquier otro orden. En este país se han registrado 173 especies de murciélagos pertenecientes a 65 géneros y ocho familias [26].

La investigación sobre murciélagos en el Ecuador tuvo un auge con el libro publicado por Albuja en 1988 [27], el cual tuvo una segunda edición en 1999 [28], los cuales principalmente describen la sistemática, distribución y aspectos ecológicos de las especies registradas para Ecuador hasta ese momento. Estudios sobre quirópteros han sido varios y en distintas partes de Ecuador, como en bosques protectores periurbanos en Guayaquil [29], en la provincia de Carchi al norte del Ecuador [30], así como un estudio sobre el efecto de borde en la provincia de Orellana [31], un estudio sobre refugios de murciélagos en la Provincia del Oro [32] y un monitoreo biológico de mamíferos en el Parque Nacional Yasuní [33], además se han realizado tesis de pregrado, que incluyen trabajos como estudios de diversidad en zonas urbanas en Quito [34] y bosque protector Cerro Blanco en Guayaquil [35], una caracterización por llamadas de ecolocación en el Parque Nacional Yasuní [36] y un estudio de gremio alimenticios y edades reproductivas en la estación Tiputini, Yasuní [37]. Estudios ecológicos que además incluyen dispersión de semillas han sido publicados para bosques montanos tropicales al sur del Ecuador, los cuales incluyen una tesis de pregrado y dos publicaciones [38–40] y también se ha evaluado el servicio de dispersión en la Amazonía baja, en el Parque Nacional Yasuní [41,42]. En cuanto a estudios sobre polinización, estos han sido reportados únicamente para el bosque nuboso occidental [43–45].

Estudios sobre la distribución potencial de murciélagos en Ecuador, mediante modelado de nicho, ha revelado que la mayor diversidad de murciélagos debería encontrarse presente en las estribaciones centro y nororientales de los Andes, entre 250 y 1800 m de altitud [46]. Dentro de este rango de elevación se encuentra el *Bosque siempreverde piemontano del norte-centro de la cordillera oriental de los Andes*, este ecosistema se caracteriza por poseer un clima pluvial húmedo y encontrarse entre los 400 y 1 200 m de altitud en la región andino amazónica [47]. A pesar que no existe un estudio que determine el número de especies de murciélagos que existe en esta zona, los registros en bases de datos por rango altitudinal, señalan que alrededor de 56 especies podrían encontrarse en este ecosistema [25,48].

1.2 Planteamiento del problema

La deforestación es una de las preocupaciones más alarmantes en la actualidad, se ha estimado que en el período 1990-2010 se han perdido más de 135 millones de hectáreas de bosque a nivel mundial, de estas 82 millones de hectáreas en Sudamérica [49]. De los países que superan la tasa anual de deforestación en Latinoamérica, Ecuador ocupa el primer lugar con la tasa más alta en la región [50]. Con respecto a la deforestación en la Amazonía, la World Wildlife Foundation ha identificado 25 frentes de deforestación –Zonas más amenazadas por este proceso. En Ecuador se destaca un frente localizado en el piedemonte andino amazónico [51]. Este tipo de ecosistema se encuentra amenazado principalmente por el cambio de uso de suelo, debido a la deforestación de bosques para fines agrícolas [50].

En el centro norte de la de la Cordillera Oriental del Ecuador se encuentra la Reserva Biológica Colonso Chalupas (RBCCH), un área de conservación con 93246 hectáreas en la provincia de

Napo, entre los cantones de Tena y Archidona [52]. La reserva contiene al menos seis ecosistemas [53], entre estos el *Bosque siempreverde piemontano del norte-centro de la cordillera oriental de los Andes*, el cual se caracteriza por tener bosques densos, con vegetación de varios estratos y con una altura de dosel de entre 15 y 35 m [54]. La reserva en su parte oriental comienza alrededor de los 477 msnm y asciende hasta los 4480 m s. n. m. La parte inferior colinda en su zona de amortiguamiento con áreas ocupadas por comunidades y presenta una variedad de usos del suelo, incluyendo bosques en proceso de recuperación y actividades agrícolas y pecuarias [55].

La principal práctica agrícola y económica en la zona de amortiguamiento de la RBCCH es el sistema de la chagra kichwa [56], también denominado “chakra” [57], el cual es un espacio productivo, con un enfoque orgánico y biodiverso, en donde se emplea conocimiento ancestral y se encuentra una gran variedad de plantas con diferentes usos, así como fauna silvestre y doméstica [58]. Se considera que este sistema agrícola es sostenible y equilibrado, con un manejo agroecológico [57]. Las chagras kichwa utilizan un sistema de policultivo muy diverso, presentando una agrodiversidad muy alta, de hasta 95 especies de plantas en el área de chagras que usualmente no supera una hectárea [56]. Debido a esta diversidad, se ha considerado a las chakras kichwas como una herramienta para la conservación de la diversidad [59]. Sin embargo, en esta área no existen estudios acerca de la respuesta de los organismos al cambio del uso del suelo de bosque a chakra, ni como esta intervención afecta específicamente a las comunidades de quirópteros.

Las respuestas de los quirópteros a las perturbaciones, varían de diferentes maneras [60]. Una

perturbación del hábitat puede resultar en una disminución de la riqueza y la abundancia de las especies [61,62] o al aumento de grupos específicos [63]. Además, las perturbaciones también pueden influir en la composición de las poblaciones de murciélagos, de acuerdo a la edad y estado de reproductivo de los individuos, que se pueden ver influenciados por la oferta alimenticia y las zonas de descanso presentes en los hábitats [60,64].

Intervenciones antropogénicas como la intensificación de la agricultura en Sudamérica, Centroamérica, Norteamérica y Europa, han demostrado afectar a los murciélagos, debido a la pérdida de hábitat, refugios y lugares de descanso y forrajeo, por la exposición a los agroquímicos tóxicos usados en la agricultura industrial [65]. Además, se ha evidenciado que la agricultura orgánica y no intensiva, así como los sistemas de policultivos presenta una diversidad más alta que los sistemas extensivos, indicando que estos tipos de agricultura pueden ser aprovechados por los murciélagos, debido a la diversidad de vegetación presente en comparación con los monocultivos [66,67]. Aunque también se ha reportado que en lugares intervenidos, pero cercanos a bosques, no se encontraron cambios significativos en la composición de la comunidad de quirópteros [68].

1.3 Justificación

La Reserva Biológica Colonso Chalupas es una de las áreas protegidas más grandes del Ecuador y fue creada en 2014 [52]; presenta varios ecosistemas entre los que se encuentra el ecosistema *Bosque siempreverde piemontano del norte-centro de la cordillera oriental de los Andes* [54], que en adelante denominaremos ecosistema piemontano. Es justamente en la franja altitudinal que ocupa este tipo de bosque (400 a 1200 msnm), que un estudio reciente

de murciélagos del Ecuador [46], utilizando modelado de nicho ecológico, estimó una alta riqueza potencial de murciélagos. El estudio consideró datos de áreas protegidas aledañas a la RBCCH, como la Reserva Ecológica Antisana, el Parque Nacional Sumaco-Napo Galeras y el Parque nacional Llanganates. En la RBCCH, hasta la fecha, no se han realizado estudios ecológicos sobre murciélagos, o al menos no han sido publicados, por lo que una investigación en el área contribuiría en el conocimiento que se tenga de la misma.

El ecosistema piemontano de la RBCCH posee áreas con distintos usos de suelo, entre los que se encuentran bosques en proceso de recuperación y chagras kichwa, estas últimas constituidas por policultivos. Se argumenta que los agrosistemas pueden considerarse como sitios de alimentación, reproducción y descanso para la comunidad de murciélagos [69]. Se han encontrado que la diversificación de plantas y cultivos en un lugar favorece a la conservación de la diversidad de murciélagos, así como de otros animales como aves, a la vez que estos realizan aportes ecológicos como polinización, dispersión de semillas y control de plagas [70]. En la RBCCH se han desarrollado estudios de la presencia de mamíferos terrestres a partir de cámaras trampa [71], y de la diversidad de aves comparando diversos tipos de bosques [72]. Sin embargo, no se han realizado estudios que aporten a la cuantificación de murciélagos y menos aún que contribuyan a dilucidar las diferencias que pueden encontrarse en áreas con diferente uso del suelo.

Con el fin de contribuir en el conocimiento de los murciélagos de esta importante reserva se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿Existen diferencias significativas en la composición de la comunidad de murciélagos y sus hábitos alimenticios, en sitios con diferentes usos de suelo en

la zona de amortiguamiento de la Reserva Biológica Colonso Chalupas? Y se plantearon las siguientes hipótesis: 1) La diversidad de murciélagos presentes en el bosque será mayor que en la chagra, 2) los hábitos alimenticios de los murciélagos capturados son distintos entre bosque y chagra, se espera más frugívoros y nectarívoros en chagra y 3) las proporciones en edad y condición reproductiva de los murciélagos serán distintas entre chagra y bosque; las hembras en estados gestante y lactante y los juveniles estarán menos presentes en chagra que en bosque, debido a la mayor exposición a depredadores y la menor cantidad de refugios en los sitios.

1.4 Objetivos de la investigación

Objetivo General

Determinar la estructura y diversidad funcional de la comunidad de quirópteros en el ecosistema piemontano oriental de la Reserva Biológica Colonso Chalupas en áreas con diferentes usos de suelo.

Objetivos específicos

1. Caracterizar la diversidad de murciélagos en sitios con diferentes tipos de uso del suelo en el ecosistema piemontano oriental de la Reserva Biológica Colonso Chalupas.
2. Determinar los hábitos alimenticios de los murciélagos presentes en dos tipos de uso del suelo.
3. Caracterizar en términos de edad, sexo y estado reproductivo, los murciélagos en sitios con diferente uso del suelo.

CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO

2.1 Área de estudio

Este estudio se realizó en la zona de amortiguamiento de la Reserva Biológica Colonso Chalupas (RBCCH), a 15 Km noroeste de la ciudad del Tena. La RBCCH fue creada en el año 2014, cubre un área de 93246 ha y conforma un corredor natural entre la Reserva Ecológica Antisana y el Parque Nacional Llanganates (Figura 1).

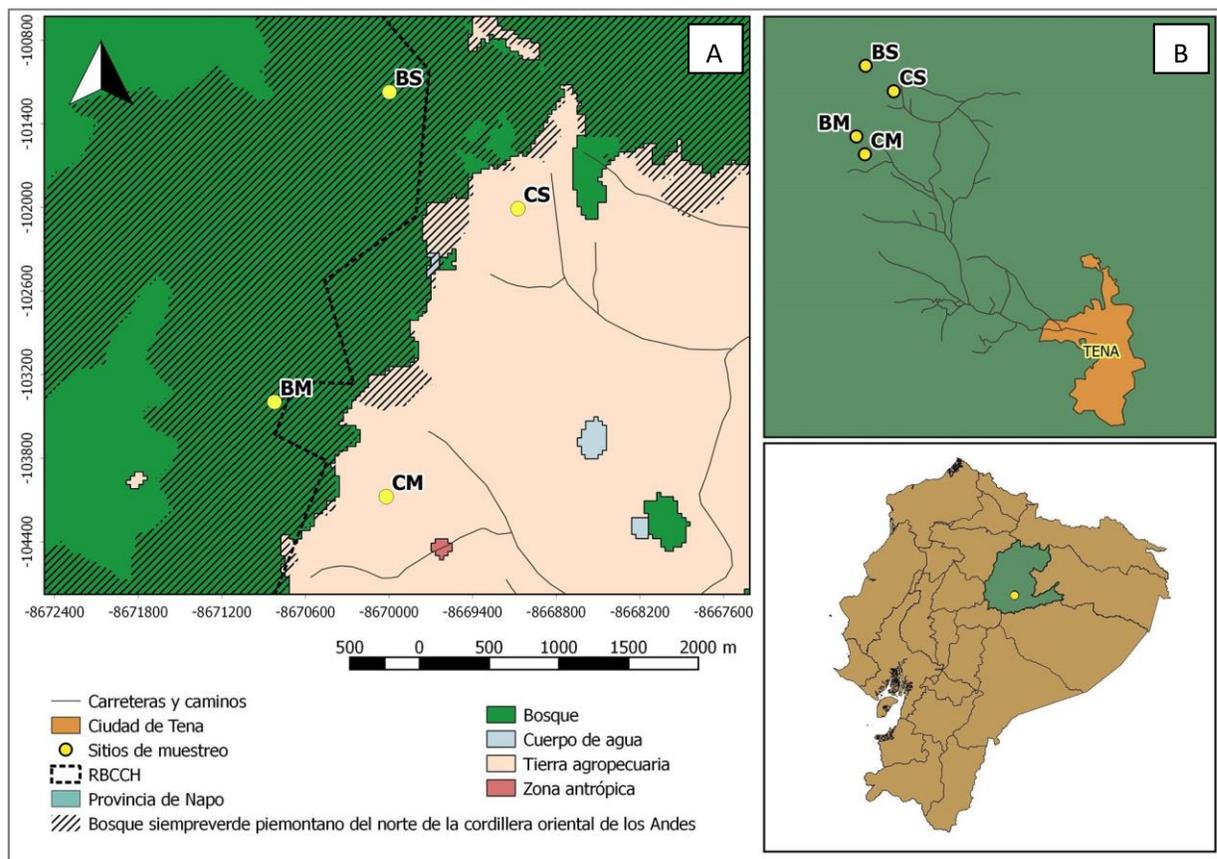


Figura 1.- Área de estudio en la zona de amortiguamiento de la Reserva Biológica Colonso Chalupas.

A: Sitios de estudio de bosque y chagra (BM: Bosque Monos, CM: Chagra Monos, BS: Bosque Shitig, CS: Chagra Shitig) ubicados en la zona de amortiguamiento de la RBCC. B: Sitios de muestreo con referencia a la ciudad de Tena y a las carreteras. C: Situación relativa del área de estudio en el Ecuador continental.

La zona de amortiguamiento de la reserva se encuentra ubicada en el ecosistema de Bosque siempreverde piemontano del norte-centro de la cordillera oriental de los Andes, ubicado entre los 400 y 1 200 m.s.n.m. [54]. En esta área las precipitaciones superan los 4 000 mm anuales, mantiene una humedad promedio de 90 %, y temperaturas de entre 15 y 24°C [72]. El área de estudio cubre un mosaico de paisaje conformado por bosques en diferentes etapas de crecimiento, secundario reciente, secundario maduro (>20 años de abandono), chagras, y pastizales.

2.2 Selección de sitios de muestreo

Se seleccionaron sitios con dos diferentes usos del suelo: bosques y chagras. Para la selección de los sitios de muestreo se realizó un análisis del paisaje mediante imágenes satelitales de esta zona. El análisis consistió en identificar en las imágenes zonas con diferente grado de pixelado, zonas de color oscuro y apariencia densa, zonas de color y menos densa, zonas de pocos árboles de apariencia rala, y zonas abiertas. Se consideró las zonas más oscuras y densas las de bosque, las ralas de bosque secundario y las abiertas de pastizales. Posteriormente se realizaron visitas de campo a los lugares previstos, se encontró que todas las áreas tenían propietarios. Se contactó a cada uno de los propietarios y con ellos se visitaron las áreas previamente identificadas. Se seleccionaron dos bosques secundarios maduros (> 20 años de abandono), con un dosel de entre 15 a 35 m de alto y una vegetación de diferentes estratos [54]. La ventaja de seleccionar bosque secundario maduro es que la edad era conocida por los habitantes del lugar. Los bosques estaban localizados uno en el sendero de Shitig, y el otro sobre el área del sendero de Los Monos. Los bosques son diversos con especies de palmas de

géneros como *Iriartea*, *Socratea*, *Wettinia* y especies de árboles de familias Fabaceae, Moraceae; y en el sotobosque Melastomataceae y Rubiaceae [72] entre otras. Las chagras de policultivo, se seleccionaron considerando que estuvieran cercanas a los bosques seleccionados, tuvieran cultivos con relativamente la misma edad y diversidad y cuyos dueños dieran autorización. Finalmente se seleccionaron la chagra cerca a los Monos, propiedad de la Señora Norma Shiguango (de alto Tena) y la chagra del señor Libio Grefa en Shitig. La diversidad de especies de estas chagras es alta, aunque predominan especies de plantas como yuca (*Manihot sculenta*), Cacao (*Theobroma*) Guabas (*Inga*) y Banano y plátano (*Musa* spp.) [73].

2.3 Diseño experimental

El diseño de muestreo consistió en dos sitios Monos y Shitig, separados por aproximadamente 1500 m de distancia. Cada sitio con áreas de bosque y chagra, que se identificaron de la siguiente manera: BM (Bosque Monos): 0°55'51.25" S 77°52'59.55" O, CM (Chagra Monos): 0°54'58.73"S 77°52'32.22"O, BS (Bosque Shitig): 0° 54' 31.669" S 77° 53' 2.043" O, CS (Chagra Shitig): 0°56'5.59"S 77°53'2.79"O). La distancia entre los bosques y las chagras fue de aproximadamente 700 m considerando las distancias recomendadas en Bracamonte [74]. Se tomó en cuenta que cada sitio estuviera embebido en un área no menor a una hectárea de ese tipo de vegetación.

En cada sitio se realizó un muestreo sistemático a partir de cuatro puntos seleccionados, los puntos debían ser áreas consideradas más propensas al paso de murciélagos, tomando en cuenta sectores planos del terreno y densidades de vegetación que los quirópteros sean capaces de atravesar, como se menciona en Bracamonte [75]. Los puntos de muestreo están

distribuidos aproximadamente cada 100 m. En cada punto se colocaron dos redes de neblina una en dirección del camino o sendero y otra de manera perpendicular, debido al aprovechamiento de los claros de bosque por los quirópteros [76].

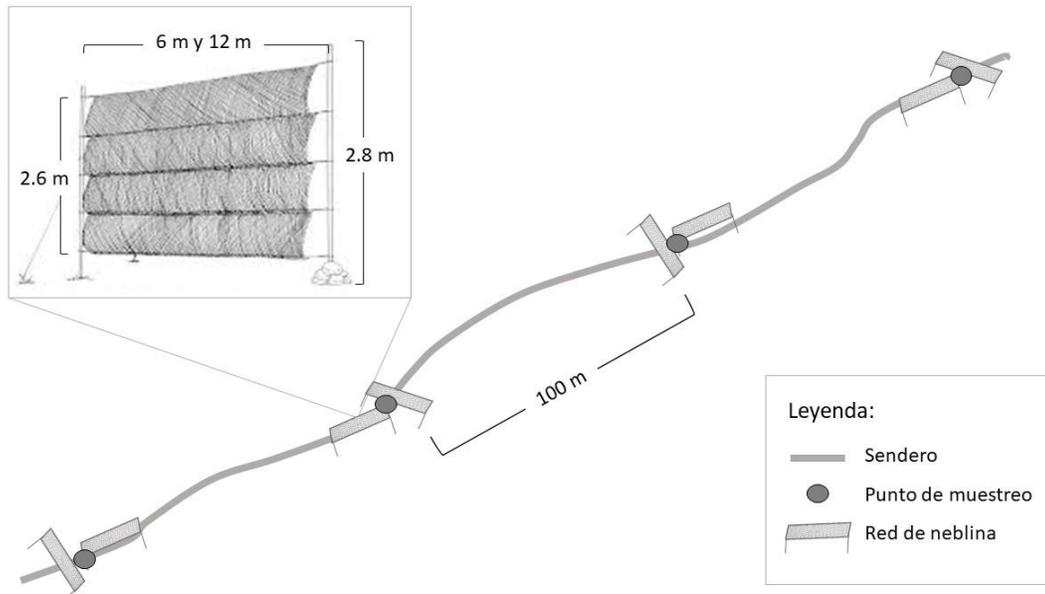


Figura 2.- Diagrama de la ubicación de las redes para el muestreo de murciélagos en bosque y chagra en la zona de amortiguamiento de la reserva Biológica Colonso Chalupas.

2.4 Capturas de individuos

El muestreo se realizó entre octubre del 2019 y enero de 2020. Las capturas se realizaron con ocho redes de neblina: dos redes de neblina de 2.5 m x 12 m y 6 redes de 2.5 m x 6 m en cada sitio de muestreo. Las redes se mantuvieron abiertas durante 6 horas, desde el atardecer (18:00 horas) hasta la medianoche (00:00 horas), aprovechando el periodo de mayor actividad de los quirópteros [75]. Las redes fueron revisadas en periodos de quince minutos, contemplando el bienestar de los individuos. No se realizó el marcaje de individuos, debido a que las tasas de recaptura son bajas en murciélagos [77,78], y a que los métodos pueden

causar lesiones o incluso la muerte a los individuos [79].

Los murciélagos capturados se colocaron en bolsas de algodón individuales, para ser identificados, medidos y pesados. Además, se tomaron notas del sexo, a partir de la observación de los genitales de los individuos; la edad, con base a la osificación de las articulaciones de las falanges y, estado reproductivo por la observación del vientre que en estado gestante se encuentra abultado y con la presencia del feto en su interior, y pezones, los cuales en estado lactante se encuentran dilatados y con presencia de leche en su interior, postlactante se encuentran de tamaño reducido, con una apariencia magullada y sin pelo encima y la estado no reproductivo no presenta las características anteriormente mencionadas y además los pezones pueden estar cubiertos por pelo [80] y en machos los testículos en estado reproductivo muestran un mayor tamaño y sobresalen, mientras que en estado no reproductivo son pequeños y no sobresalen [80]. La información obtenida fue anotada directamente en campo en hojas de registro (Anexo 1) y los individuos finalmente fueron liberados.

Se realizaron colectas únicamente para la constatación de los resultados, es decir que se colectó un individuo por especie. Los murciélagos colectados fueron fotografiados y medidos de acuerdo al formato del Museo de Zoología de la Universidad de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador QCAZ (Anexos 2 y 3). Los ejemplaros serán depositados en el Instituto Nacional de Biodiversidad (INABIO). Las noches con lluvia intensa fueron omitidas del muestreo debido a la disminución de la actividad de los murciélagos (Bracamonte, 2018). Se siguió la nomenclatura taxonómica de Simmon [81] y las recomendaciones de Gardner [11]

para la clasificación de hábitos alimenticios en frugívoro (Fr), gleaning animalívoro (GleAnil), hematófago (Hem) y nectarívoro (Nec). Para la identificación de las especies se utilizaron las guías de campo de Tirira [48], Gardner [82], [83] y las anotaciones de Reid [84]. Las capturas y colectas fueron realizadas con la autorización del Ministerio del Ambiente con el permiso de investigación N° 20-19-IC-FAU/FLO-DPAN/MA.

2.5 Análisis estadísticos

Los análisis estadísticos, así como cálculos de índices se realizaron en el software R [85] y R Studio [86].

Para analizar las diferencias en la diversidad de murciélagos presentes entre los tipos de uso del suelo se realizó una prueba de Chi-cuadrado utilizando la función *chisq.test()*. Se utilizó este método no paramétrico ya que la variable dependiente, (uso de suelo Bosque o Chagra), es de tipo nominal [87]. Las observaciones fueron el total de individuos por especie.

La diversidad de murciélagos en cada tipo de uso del suelo se calculó mediante los índices de diversidad de Shannon-Wiener (H'), el de equidad de Pielou (J') y dominancia de Simpson (λ) utilizando el paquete *BiodiversityR*, con la función *diversity()*.

El índice de Shannon-Wiener (H') [88] utiliza tanto la abundancia como de la uniformidad de las especies para su cálculo. Este índice generalmente se encuentra entre 1.5 (baja diversidad) y 3.5 (alta diversidad) [89].

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

Donde:

S = número de especies.

p_i = proporción de individuos de la especie con respecto al total de individuos (abundancia relativa por especie).

El índice de Pielou (J') mide uniformidad de las especies, es decir que tan parecido es el número de individuos entre especies en un ambiente [90].

$$J' = \frac{H'}{\ln S}$$

Donde:

H' = resultado del índice de Shannon-Wiener.

S = número de especies.

El índice de dominancia de Simpson (λ) mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una muestra pertenezcan a la misma especie. En este índice los valores más cercanos a 0 significan una mayor dominancia de una especie; mientras que valores más cercanos a 1, significa una mayor diversidad en el hábitat [1].

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Donde:

S = número de especies.

N = total de individuos presentes.

n = número de individuos por especie.

Se debe tomar en cuenta que los índices de diversidad tienen problemas estadísticos y sus resultados suelen estar influenciados por las especies dominantes y su abundancia, lo que los hace fuertemente cuestionados y en continua discusión [91]. Sin embargo, los índices de diversidad son ventajosos dado que resumen mucha información como la riqueza de especies y la abundancia por especie, en un valor, permitiendo comparar dos grupos [92]. Además, el análisis de los resultados de los índices serán complementarios al análisis de riqueza y abundancia como se recomienda en la literatura [92].

Para medir la similitud entre las especies encontradas en Bosque y Chagra, se calcularon los índices de similitud de Sorensen-Dice, Jaccard y Bray Curtis, mediante el paquete *Fossil*, con las funciones *sorensen()*, *jaccard()* y *bray.curtis*. Estos tres índices se encuentran entre 0 y 1, lo que significa que mientras más se acerca a 1, existe una mayor similitud entre sitios, mientras que cuando se acerca a 0, el conjunto de especies es menos similar [93,94].

Obtener una medida exacta de la riqueza de especies de un sitio es una tarea difícil [95]. Sin embargo, es uno de los principales objetivos en estudios ecológicos. Para saber si la riqueza obtenida en un sitio es representativa, se utilizan las curvas de acumulación de especies. Estas representan el número de especies en función de un esfuerzo de muestreo [96]. En este estudio se calcularon curvas de acumulación de especies utilizando la función *speccacun()* perteneciente al paquete *vegan*. El esfuerzo de muestreo para el cálculo de las curvas comprende el número de noches de muestreo. El método utilizado fue "aleatorio", el cual encuentra la media de la curva y la desviación estándar de las permutaciones aleatorias [97]. Las gráficas de las curvas fueron realizadas con el paquete *ggplo22*. Para este estudio, el eje x

de la gráfica es la unidad de muestreo medido en número de noches y el eje y es la riqueza de murciélagos (número de especies), de acuerdo al esfuerzo de muestreo [89].

Por último, considerando que el número de especies aumenta con el aumento del esfuerzo de muestreo, se quiso conocer cuánto más muestreo se requeriría para tener una mejor estimación de la riqueza de especies}. Uno de los estimadores de riqueza más aceptados es el desarrollado por Chao [98], el cual se basa en el número de especies raras en una muestra [2] y los métodos basados en el remuestreo, como los estimadores de tipo Jackknife [99]. Estos dos estimadores son utilizados y recomendados para el tipo de muestras realizadas en este estudio [100–102], considerando que poseen un mejor desempeño y presentan menos problemas computacionales [95]. Los estimadores fueron calculados mediante el paquete *BiodiversityR* y con la función *diversityresult()*. Se calculó el número de noches por muestrear para capturar las especies faltantes y completar la riqueza de especies considerada en los estimadores Chao 1 y Jack 1, estimando la probabilidad de un evento todavía no observado.

CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

En 23 noches de muestreo se capturaron 224 individuos pertenecientes a 33 especies de 19 géneros de una familia. La única familia capturada fue Phyllostomidae y se registraron 7 subfamilias: Carolliinae (3 sp; 46.88 %), Rhinophyllinae (2 sp; 8.48 %), Desmodontinae (1 sp; 0.89 %), Glossophaginae (2 sp; 1.34 %), Glyphonycterinae (2 sp; 1.79 %), Phyllostominae (5 sp; 5.80 %) y Stenodermatinae (18 sp, 34.82 %).

Las especies más abundantes fueron *Carollia brevicauda*, con el 27.68 % (62 individuos), *Carollia perspicillata*, con el 17.68 % (40 individuos) y *Sturnira lilium*, con el 8.93 % (20 individuos) (Tabla 1 y Figura 3). La mayoría de especies capturadas presentaron entre 1 a 3 individuos, suman 20 de las 30 especies, y llegan al 16.96 % del total de individuos capturados (Tabla 1).

Como se puede observar en la Tabla 1, se capturó un número de individuos ligeramente mayor en las chagras, comparado a los bosques, siendo el 58.48 % del total de capturas. En relación a la riqueza de especies, los bosques presentaron una mayor riqueza, con 29 de 33 especies registradas, que representan casi un 90 % del total, comparada a las chagras donde se capturaron 19, que representan un 60 %. Algunas especies fueron exclusivas de bosque: 14 especies y otras solamente de chagras: cuatro especies. Quince especies se compartieron entre ambos tipos de uso del suelo (Tabla 1).

Tabla 1.- Murciélagos capturados en dos sitios con dos tipos de uso de suelo la zona de amortiguamiento de la Reserva Biológica Colonso Chalupas, Napo, Ecuador.

Subfamilia / Especies	Bosque	Chagra	Total
Carollinae			
<i>Carollia brevicauda</i>	25	37	62
<i>Carollia castanea</i>	1	2	3
<i>Carollia perspicillata</i>	2	38	40
Rhinophyllinae			
<i>Rhinophylla fischeriae</i>	5	3	8
<i>Rhinophylla pumilio</i>	1	10	11
Desmodontinae			
<i>Desmodus rotundus</i>		2	2
Glossophaginae			
<i>Anoura aequatoris</i>	1	1	2
<i>Hsunnycteris pattoni</i>	1		1
Glyphonycterinae			
<i>Glyphonycteris daviesi</i>	1		1
<i>Trinycteris nicefori</i>	3		3
Phyllostominae			
<i>Chrotopterus auritus</i>	1		1
<i>Gardnerycteris crenulatum</i>	5	1	6
<i>Lophostoma silvicolum</i>	2		2
<i>Micronycteris megalotis</i>	1		1
<i>Phyllostomus elongatus</i>	3		3
Stenodermatinae			
<i>Artibeus anderseni</i>	1		1
<i>Artibeus glaucus</i>	3		3
<i>Artibeus lituratus</i>	4		4
<i>Artibeus obscurus</i>	1	4	5
<i>Artibeus planirostris</i>	4	1	5
<i>Echisthenes hartii</i>	3		3
<i>Platyrrhinus fusciventris</i>	1	4	5
<i>Platyrrhinus incarum</i>	1	1	2
<i>Platyrrhinus infuscus</i>	2		2
<i>Platyrrhinus nigellus</i>	2		2
<i>Sturnira bidens</i>		2	2
<i>Sturnira lilium</i>	8	14	22
<i>Sturnira magna</i>	2	3	5
<i>Sturnira oporaphilum</i>	3	2	5
<i>Sturnira tildae</i>		1	1
<i>Uroderma bilobatum</i>	4	4	8
<i>Vampyressa thylene</i>		1	1
<i>Vampyriscus bidens</i>	2		2
Capturas	93	131	224
Especies	29	19	33
Chao 1	37.06	23.09	-
Jack 1	40.9	24.45	-
Horas metro red	4 320	3 960	8 280

La frecuencia media de captura por noche fue de seis individuos en bosques y 12 en chagra (Tabla 1). En referencia a las especies más comunes *C. brevicauda*, *C. perspicillata* y *S. liliun*, se puede observar en la Figura 3, que la captura de individuos por noche fue mayor en chagra que en bosque. En la mayoría de las noches muestreadas, las capturas no sobrepasaron los cinco individuos. Únicamente, para la especie *C. brevicauda*, se capturaron ocho individuos en una noche en bosque y 11 en una noche en chagra. Todas las especies de la subfamilia Carollinae, fueron capturas en ambos usos de suelo (*C. brevicauda*, *C. castanea*, *C. perspicillata*, *R. fischeriae* y *R. pumilio*) (Tabla 1). *Desmodus rotundus* fue capturada dos veces en la chagra CS, localizada relativamente cerca a zonas de pastizales ganaderos. Se obtuvo tres capturas de la subfamilia Glossophaginae, de las cuales dos fueron en bosque y una en chagra. *Anoura aequatoris* fue capturada en ambos usos de suelo; cabe señalar que en chagra, fue capturada cerca de plantas de banano (*Musa spp*). *Hsunycteris pattoni* fue capturada únicamente en chagra (Tabla 1).

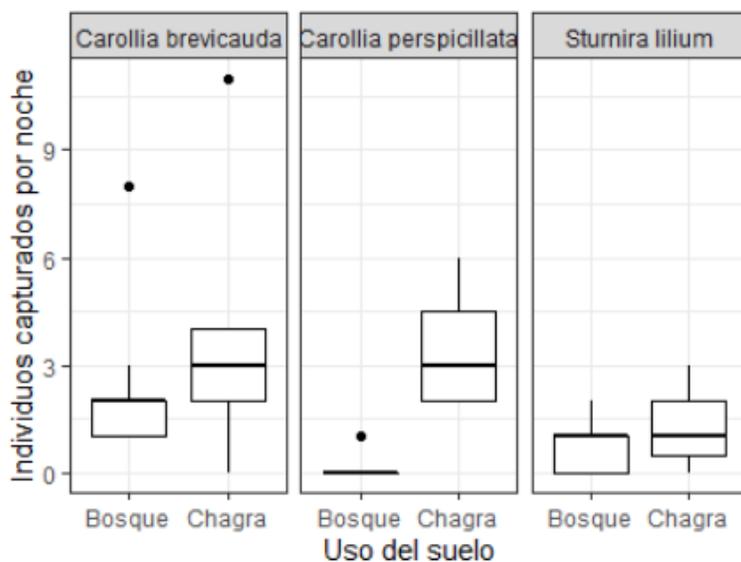


Figura 3.- Frecuencia de murciélagos más abundantes en bosque y chagra, capturados en la reserva biológica Colonso Chalupas y su zona de amortiguamiento, Napo, Ecuador.

De la subfamilia Phyllostomidae, las especies (*C. auritus*, *G. crenulatum*, *L. silvicolum*, *M. megalotis* y *P. elongatus*) fueron capturadas en bosque, salvo *Gardneycteris crenulatum* que fue capturada una única vez en chagra. Finalmente, en cuanto a los Stenodermatinos, 15 de las 18 especies fueron capturadas en bosque, con excepción de *S. bidens*, *S. tildae* y *V. thylene* que fueron capturadas en chagra, sumandose en total 11 especies de esta subfamilia en este tipo de uso de suelo (Tabla 1, Figura 6).

El análisis estadístico de Chi cuadrado, reveló que existe una diferencia significativa entre las abundancias de las especies de bosque y chagra ($\chi^2 = 83.993$, $df = 32$, $p\text{-value} = 1.502^{06}$).

En la tabla 2 se puede observar los índices de diversidad y de similitud. El índice de Shannon-Wiener (H'), reveló que los bosques estudiados mantienen una mayor diversidad de quirópteros en comparación con las chagras; el índice de equidad de Pielou (J') demostró que la comunidad de quirópteros en los bosques es más equitativa que en las chagras y el índice de dominancia de Simpson (λ) mostró que es ligeramente más probable capturar dos individuos de la misma especie en chagras que en bosques. Por otra parte, los índices de similitud mostraron que la composición de especies es similar entre un 45% y 62% entre los dos tipos de uso de suelo.

Tabla 2.- Índices de diversidad de la comunidad de murciélagos en dos tipos de uso de suelo en la Reserva Biológica Colonso Chalupas y la zona de amortiguamiento, Napo, Ecuador.

			BOSQUE	CHAGRA
DIVERSIDAD ALPHA	Diversidad	Shannon	2.869	2.123
	Equidad	Pielou	0.852	0.721
	Dominancia	Simpson	0.899	0.814
DIVERSIDAD BETA	Similitud	Sorensen-Dice		0.625
		Jaccard		0.455
		Bray-curtis		0.611

Las curvas de acumulación pueden observarse en la Figura 4. Los estimadores de riqueza Chao 1 y Jack1 dieron como resultado una riqueza estimada para bosque de 37.6 y 40.9 especies, respectivamente; mientras que para las chagras fue de 23.09 y 24.45 en el orden respectivo (Tabla 1). En ninguno de los dos tipos de uso de suelo se ha llegado a obtener el 85 % de la riqueza estimada, por lo que se requiere un mayor esfuerzo de muestreo. El esfuerzo faltante para bosque es de 3.55 y 4.92 noches y para chagra es de 2.36 y 3.15 noches de acuerdo al resultado de los estimadores Chao 1 y Jack 1.

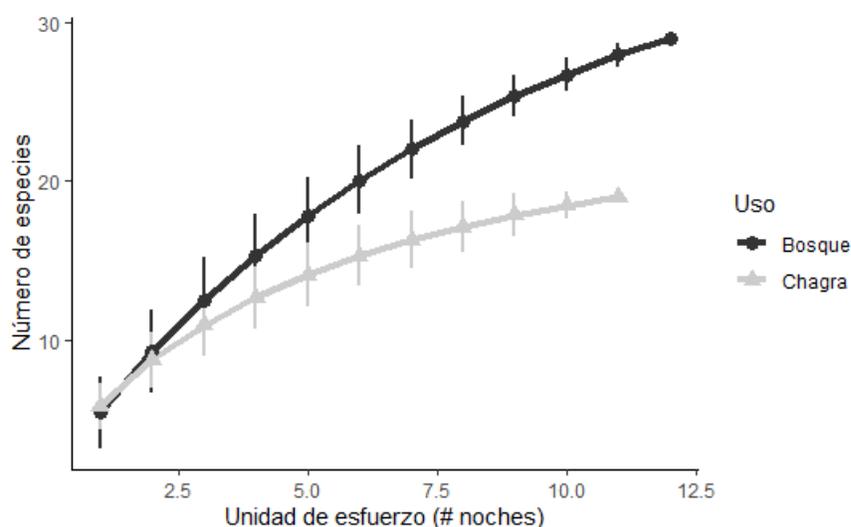


Figura 4.- Curvas de acumulación. Especies de murciélagos capturadas de acuerdo al esfuerzo de muestreo en dos tipos de uso de suelo en la Reserva Biológica Colonso Chalupas y su zona de amortiguamiento, Napo, Ecuador.

Hábitos alimenticios

Se registraron cuatro hábitos alimenticios, frugívoro, gleaning animalívoro, hematófago y nectarívoro (Figura 5). Se puede observar que el bosque posee un mayor número de especies en las categorías frugívoro, gleaning animalívoro y nectarívoro (Figura 5). En la chagra se registró la categoría hematófago, debido a la captura de *Desmodus rotundus*.

La categoría de gleaning animalívoro, estuvo conformada por Glyphonycterinae y Phyllostominae (Figura 6). En cuanto a los frugívoros se destaca las especies de Stenodermatinae que no fueron encontradas en chagra (Tabla 1 y Figura 6). La presencia de nectarívoros fue registrada muy pocas veces (3), a pesar de esto, el bosque posee una especie más que la chagra (Figura 6).

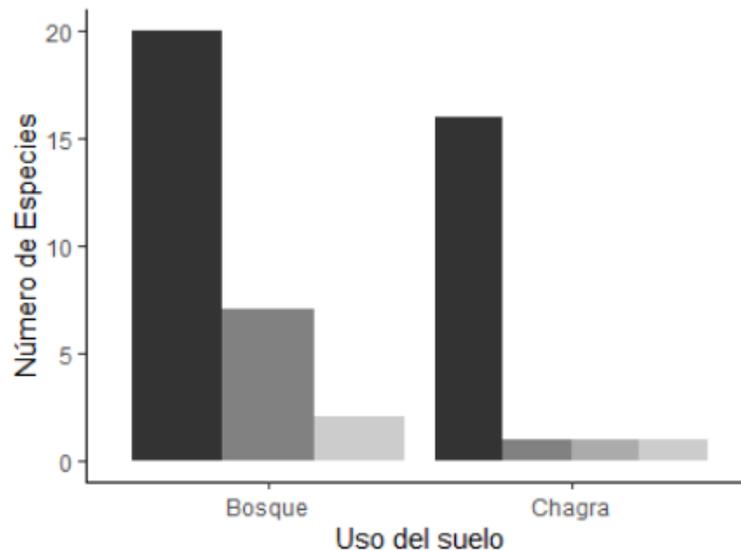


Figura 5.- Número de especies de murciélagos por hábito alimenticio en dos tipos de uso de suelo en la Reserva Biológica Colonso Chalupas y su zona de amortiguamiento, Napo, Ecuador. En negro= frugívoro; gris oscuro= GleAni: Animalívoro "Gleaning" (captura sus presas sobre el follaje o suelo); gris medio Hematófago; gris claro nectarívoro.)

El sitio BS, posee siete especies exclusivas de este bosque, entre las que se encuentran cuatro animalívoros (GleAni), un nectarívoro (Nec) y dos frugívoros (Fru); mientras que BM posee tres especies exclusivas, entre las que se encuentran un animalívoro y dos frugívoros (Figura 6).

Las especies frugívoras *Uroderma bilobatum*, *Sturnira lilium*, *Sturnira magna* y *Carollia brevicauda* fueron capturadas en todos los sitios de muestreo de bosque y chagra. Únicamente el frugívoro *Vampyressa thyrone* fue exclusivo de CM, mientras que *Sturnira tildae*, *Sturnira bidens* y el hematófago *Desmodus rotundus* fueron exclusivas de CS (Figura 6). Se puede apreciar que los murciélagos animalívoros (GleAni) pertenecientes a las subfamilias Glyphonycterinae y Phyllostominae, se encuentran restringidos a los bosques. Únicamente *Gardnerycteris crenulatum* no fue exclusivo de los bosques (Tabla 1, Figura 6).

La estructura de la comunidad de murciélagos fue muy similar entre bosque y chagra, en cuanto a la edad, sexo y estado reproductivo de los individuos (Figura 7). En relación a la edad, se pudo observar que el porcentaje de individuos adultos fue muy similar en ambos usos de suelo, representando a la mayoría de la comunidad con 76.3 % en bosque y 73.4 % en chagra. Los juveniles mostraron un mayor porcentaje en el bosque comparado con la chagra ,7.5 % vs. 1,85 % respectivamente. Por el contrario, el porcentaje de subadultos se fue mayor en chagra que en bosque, 25 % vs. 16.1 %, respectivamente (Figura 7).

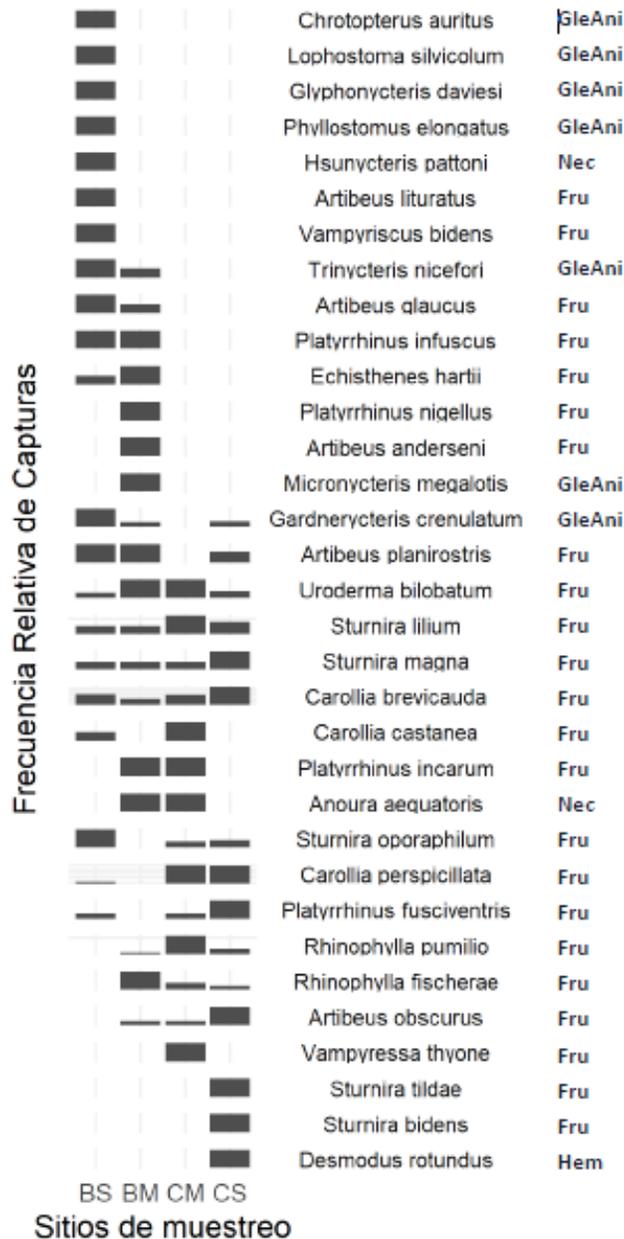


Figura 6.- Distribución de los quirópteros capturados en dos tipos de uso de suelo chagra (CM y CS) y bosque (BM y BS) en la Reserva Biológica Colonso Chalupas y su zona de amortiguamiento, Napo, Ecuador. Las barras representan el número de individuos dividido por el esfuerzo de muestreo. El eje Y tiene una escala diferente para cada especie por lo que no es posible una comparación numérica entre las mismas. Hábitos alimenticios: Fr: frugívoro; Hem: hematófago; GleAni: Animalívoro “Gleening” (captura sus presas sobre el follaje o suelo); Nec: nectarívoro.

En relación a la proporción del sexo (hembra y macho), se capturaron más hembras (57 % en bosque y 60.9 % en chagra), que machos (43 % en bosque y 39.1 % en chagra) en los dos tipos de uso de suelo. Finalmente, en cuanto al estado reproductivo de los individuos de la comunidad, esta variable presentó algunas diferencias entre usos de suelo. En la chagra hubo un mayor porcentaje de individuos en estado no reproductivo (46.9 %), comparado al bosque (32.3 %). Se observó un mayor porcentaje de hembras en estado gestante en bosque que en chagra, con más del 10 % de diferencia. El porcentaje de hembras lactantes fue de 0.8 % de los individuos, esto a su vez se complementarían con la baja proporción de hembras gestantes. Además, se observó que existe un mayor porcentaje de hembras poslactantes en chagra (12.5 %) que en bosque (7.5 %), siendo los géneros más comunes *Carollia* y *Sturnira*, los cuales presentaron más hembras en este estado reproductivo. Los machos en estado reproductivo, con testículos escrotales, fueron capturados en proporciones similares en ambos tipos de uso de suelo; aunque hubo un 5 % más en bosque (Figura 7).

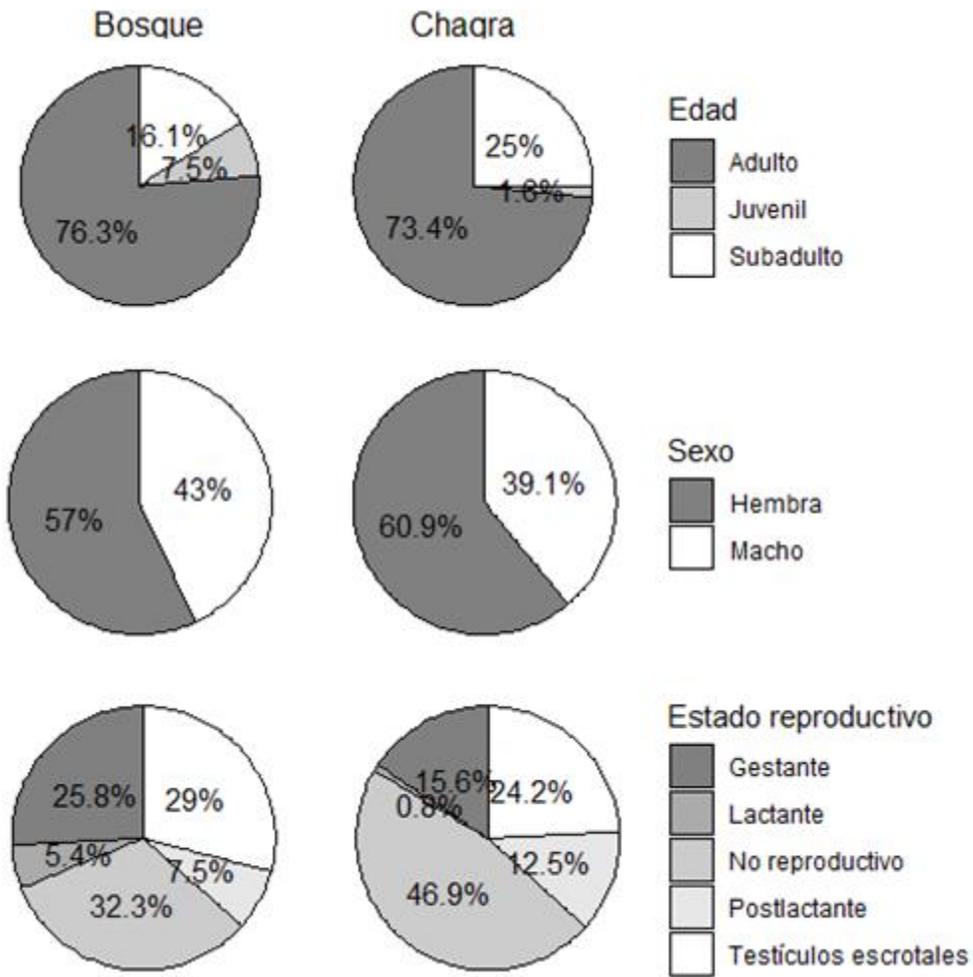


Figura 7.- Edad, sexo y estado reproductivo de los murciélagos en dos tipos de uso de suelo (bosque y chagra) en la Reserva Biológica Colonso Chalupas y su zona de amortiguamiento, Napo, Ecuador.

El estado reproductivo de los individuos mostró variaciones a través del tiempo (Figura 8). En los meses de agosto y septiembre predominaron individuos en estado no reproductivo mientras que en octubre y noviembre se observó un mayor número de hembras gestantes y machos con testículos escrotales. Sin embargo, en los meses de agosto y septiembre se capturaron varias hembras poslactantes (10 individuos) del género *Sturnira*. Este taxón en particular mantuvo hembras poslactantes en todo el período de muestreo, sin embargo, aumentaron otros estados reproductivos en los meses de octubre a diciembre. Otros

Stenodermatinos pero de la Tribu Ectophyllini, como *A. anderseni*, *A. lituratus*, *A. obscurus* y *U. bilobatum* mostraron un patrón no reproductivo en agosto y septiembre, pero a partir de octubre, los individuos gestantes y con testículos escrotales aumentaron. Además, este mismo patrón se observó en las especies de la subfamilia Carrollinae. Para el resto de las especies no es posible encontrar un patrón debido a la baja frecuencia de capturas.

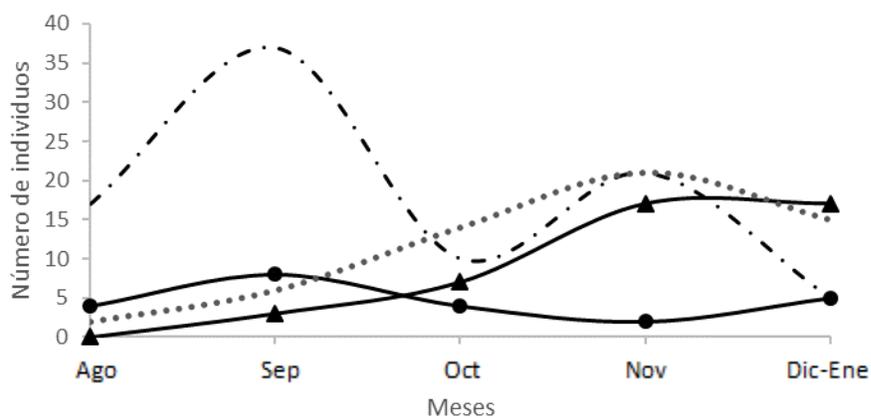


Figura 8.- Estado reproductivo de individuos de murciélagos en el tiempo, en la RBCCH y su zona de amortiguamiento, Napo, Ecuador. Gestante —▲—, No reproductivo ---, Postlactente —●— y Testículos escrotales

CAPÍTULO IV: INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN

Este estudio indica que existen diferencias significativas en la composición de la comunidad de murciélagos entre bosque secundario maduro y chagras kichwa (sistemas de policultivo), en la zona de amortiguamiento de la Reserva Biológica Colonso Chalupas. En el bosque se encontró un mayor número de especies 29 (87%) frente a 19 en las chagras (57%), aunque la abundancia fue un poco mayor en estas con 131 capturas frente a 93 en el bosque (Figuras 1 y 3). Harvey y Gonzáles [103], encontraron en sistemas agroforestales de Costa Rica, que entre el 50 % y el 86 % de las especies están presentes en el bosque; mientras que los monocultivos presentaron sólo el 21 %. Por otra parte, Numa y colaboradores [104], reportaron que en la estribación occidental de la cordillera de los Andes en Quindío, Colombia, las plantaciones agroforestales de café presentaron un 77 % de las especies encontradas en bosque, mientras que en cultivos asociados a café sin sombra se encontró solamente un 50 %. Faria y Baumgarten [105], en un estudio en sistemas ancestrales denominados “cabruacas” en Brasil, observaron que en cabruacas rodeadas de bosque estaban presentes hasta el 86.2 % de las especies de bosque, mientras que en cabruacas aisladas se encontró un 69 %. Los resultados presentados en este estudio indican que la chagra kichwa alberga menos diversidad de especies que otros sistemas agroforestales registrados, aunque, conserva una mayor diversidad que en los monocultivos. Sin embargo, se debe considerar que los estudios con los cuales se compararon los resultados, tienen un mayor esfuerzo de muestreo. Además, los sistemas agroforestales de los estudios mencionados cuentan con especies como *Theobroma cacao* L., *Coffea arabica* L, *Musa spp.* e *Inga spp.*, las cuales están presentes en la chagra kichwa [56].

A pesar de que las chagras son lugares intervenidos, estas mantienen una mayor diversidad de quirópteros que otros tipos de cultivos en Ecuador, como los estudiados por Pozo y Cárdenas [70] quienes encontraron, con un menor esfuerzo de muestreo, nueve especies en policultivos y cinco especies en monocultivos al noroccidente de los Andes. Esto puede responder a que las chagras son sistemas de policultivo sostenibles [57], con una alta agrobiodiversidad [56]. Los cultivos con alta agrobiodiversidad han sido reportados como sitio de descanso y alimentación para murciélagos [63,69].

Por otro lado, estos resultados contrastan con los presentados por Willig y colaboradores [63], con un mayor esfuerzo de muestreo, en Iquitos donde todas las especies encontradas en el bosque, se capturaron en la chagra y esta tuvo una mayor riqueza de especies comparada al bosque. Los autores mencionan que este fenómeno se puede deber a la mayor concentración de alimento (flores y frutas) en hábitats perturbados como la chagra. Sin embargo, la abundancia de las especies más comunes fue mayor en la chagra, lo que concuerda con nuestros resultados. El mayor número de especies en bosque en este estudio puede deberse a la diferencia en el tipo de suelos. Varios de los bosques del estudio en Perú son varillales o bosques de arenas blancas, conocidos por una baja riqueza de especies y productividad [106], lo que podría influir en la preferencia de los murciélagos a las chagras. En contraparte con el bosque piemontando andino amazónico, el cual mantiene una alta diversidad de árboles [54].

Como se ha reportado en otros estudios en el Neotrópico [57], el 60 % de especies fueron representadas por uno a tres individuos. Además, los resultados en la Tabla 1 y Figura 6 muestran que el 45 % de las especies en el bosque se encuentran presentes en la chagra. Esto

quiere decir que las chagras conservan menos de la mitad de la riqueza del bosque. Sin embargo, es difícil saber cuánta diversidad sería la ideal para conservar adecuadamente un lugar.

Los índices de diversidad mostraron que el bosque posee una mayor diversidad y equidad de quirópteros comparado con la chagra. Estos resultados concuerdan con estudios realizados en los trópicos donde se ha encontrado que la diversidad disminuye a medida que las tierras boscosas son transformadas en superficies de uso agrícola [65]. Medellín y colaboradores [74], mencionan que valores altos en el índice de Shannon y una baja abundancia relativa de las especies más comunes son indicadores de hábitats no perturbados. Además, otra de las diferencias más notorias entre los dos tipos de sitios es la composición de especies (Tabla 2, Figura 6), resultados que fueron confirmados mediante las diferencias significativas de la prueba Chi cuadrado.

Por otra parte, este estudio reportó cinco de las nueve especies de la subfamilia Phyllostominae que se encuentran en el rango altitudinal estudiado [48], es decir el 55.5 %, este dato puede estar subestimado debido a la falta de noches de muestreo para lograr la completitud de especies. Estudios sugieren que esta subfamilia es indicadora de hábitats poco degradados [74,119,120]. Sin embargo, en otros bosques preservados en el Neotrópico se han capturado hasta 9 especies de esta subfamilia [74], lo que podría indicar que el bosque en estudio todavía se encuentra afectado por perturbaciones. Aunque, por otra parte, se encontró exclusivamente en bosque, 6 de las 7 especies de murciélagos animalívoros, subfamilias Phyllostominae (4 especies) y Glyphonycterinae (2 especies (Tabla 1, Figura 6).

Si se considera a la subfamilia Phyllostominae como indicadora de hábitats poco degradados podría afirmarse que estos bosques están bien desarrollados quizás por estar continuos a la reserva. La ausencia de esta subfamilia en lugares más intervenidos puede deberse a la especialización del nicho alimenticio y de refugios (Árboles huecos, termiteros, hojas grandes y cuevas) [74], los cuales están estrechamente relacionados al bosque primario [119]. Por ejemplo, *Chrotopterus auritus*, la segunda especie más grande del continente Americano fue capturada sólo una vez durante este estudio, y es conocida por ser un controlador de poblaciones de vertebrados pequeños [74]. En el estudio realizado por Tirira y colaboradores [33], se determinó que en Yasuní, las especies *Chrotopterus auritus*, *Glyphonycteris daviesi* y *Trinycteris nicefori* son especies de alta sensibilidad al deterioro del hábitat, lo que podría indicar que los bosques estudiados se encuentran en un buen estado de recuperación y conservación.

El estudio realizado por Delaval y Pierre [107] en la Amazonía Oriental, ha demostrado que el borde afecta en la comunidad de murciélagos hasta 3 Km bosque adentro, área en donde, se capturaron más individuos que en el bosque primario, mientras que en el borde hubo una mayor riqueza de especies posiblemente por el intercambio de estas entre bosques y lugares abiertos. El presente estudio se realizó a no más de 1.5 Km bosque adentro, sin embargo, se capturaron pocos individuos por especie, pero con una mayor riqueza en comparación con las chagras (Tabla 1). Esto puede deberse a que el borde en los sitios estudiados no es marcado y puede observarse una transición en la vegetación. Las chagras al ser sistemas diversos y conservar ciertas plantas de dosel, podría considerarse que forman parte del área de transición, ya que además las chagras presentan una mayor abundancia. Por otra parte,

Toscano y Burneo [31], en su estudio en Yasuní, mencionan la presencia de *Chrotopterus auritus* a partir de los 300 m desde el borde, sugiriendo que a partir de esta distancia, se podría tratar de un bosque menos perturbado; corroborando el estado de recuperación del bosque estudiado. Sin embargo, para una mejor evaluación del efecto borde, se debería medir la diversidad presente en bosques primarios, cercanos a los sitios de estudio y en otros usos de suelo más degradados como los pastizales.

El género *Carollia* fue el más capturado en el estudio (Figura 3, Tabla 1), así como en varios estudios realizados en el Neotrópico [60,62,70,74,108–110]. *C. brevicauda*, *C. perspicillata* fueron más capturadas en chagra que en bosque (Figura 3), quizás porque se alimentan de plantas sucesionales tempranas como *Piper* [13], por lo que son capaces de colonizar áreas perturbadas que poseen este tipo de vegetación [111]. *S. liliium* tuvo 22 capturas en total y un máximo de tres capturas por noche, esta especie, reportada como una de las más capturadas en Centroamérica [74], también se alimenta de plantas de sucesión primaria como *Piper* y *Solanum* [112], géneros que predominan en áreas intervenidas.

Seis especies frugívoras fueron exclusivas de bosque: *Artibeus anderseni*, *A. glaucus*, *A. lituratus*, *Platyrrhinus infuscus*, *P. nigellus*, *Vampyriscus bidens* y *Echisthenes hartii*, todas pertenecen a la familia Stenodermatinae y las tres últimas a la Tribu Ectophyllini (Tabla 1, Figura 6). Varios estudios realizados en el Neotrópico [113–115], han revelado que estos stenodermatinos están asociados al género *Ficus* y *Cecropia*, los cuales son de dosel y subdosel, y estados de sucesión tardías, lo que explicaría su ausencia en las chagras. *E. hartii* es una especie rara y poco conocida [116], se conoce que es sensible a alteraciones en el

ambiente y por lo tanto se encuentra ausente en hábitats intervenidos, lo cual indica que el bosque a pesar de haber sido perturbado está en un estado avanzado de recuperación [48]. *P. nigellus* es otra especie poco conocida [117]. En cuanto a las otras especies, presentan poblaciones estables y no se encuentran en ninguna categoría de amenaza [118]. De acuerdo, a estos resultados, se podría considerar al bosque como un sumidero de algunos frugívoros que no están presentes en la chagra.

En la chagra se capturó un animalívoro, *Gardnerycteris crenulatum*, por lo que puede ser considerada como una especie rara en chagra, mientras que fue común en bosque (Tabla 1). La captura de esta especie en chagra puede estar relacionada con la presencia de hormigas cortadoras de hojas del género *Atta*, que usualmente emergen en Octubre [121], en pleno vuelo nupcial. Se pudo advertir el fenómeno ya que esa noche (octubre 4 del 2019) algunas hormigas fueron atrapadas en la red. Previos estudios han reportado a este género como alimento de murciélagos insectívoros [122].

La ausencia de murciélagos insectívoros en las chagras podría significar un deterioro en el servicio ecosistémico de control de plagas. Estudios realizados en el trópico (Indonesia) [22] han revelado que la ausencia de quirópteros puede disminuir el rendimiento de los cultivos de cacao (*Theobroma cacao* L.), hasta en un 31%. Considerando que el cacao es uno de los productos agrícolas presentes y valorados en la chagra kichwa, vale la pena buscar la manera de atraer esta especie a las áreas de cultivo. Por otra parte, podría significar una disminución de los insectos en las chagras debido al uso de pesticidas para el control de plagas, que si bien su uso no ha sido reportado para las chagras kichwas de Napo, si se ha evidenciado en

comunidades de provincias aledañas como Orellana y Sucumbios, las cuales manejan sistemas de producción bastantes similares con cultivos de cacao, café, banana, entre otros [123].

Por otro lado, *Desmodus rotundos*, fue capturada 2 veces en la chagra CS, esto puede responder a la presencia de ganado en áreas cercanas, lo que también ha sido previamente documentado en Ecuador [124]. A pesar de que el 99 % de los casos en humanos es causado por perros [126], esta especie puede presentar un cierto riesgo para el ganado y los seres humanos del área, dado que, en Latinoamérica, es considerada reservorio de rabia, al igual que otros hematófagos [125]. Por otra parte, la presencia de esta especie ha sido concebida como indicadora de áreas perturbadas como pastizales [74], lo que concuerda con nuestros resultados.

En cuanto a los murciélagos nectarívoros, subfamilia Glossophaginae, *Anoura aequatoris* y *Hsunitycteris pattoni*, tuvieron muy bajas capturas en ambos tipos de uso del suelo. *A. aequatoris*, fue capturada tanto en bosque como chagra (Tabla 1), lo que coincide con otros estudios [28]. Existe muy poca información referente a esta especie, dado que hasta el año 2006 se la trataba con sinónimo de su especie hermana *A. caudifer* [127]. La presencia de esta especie en la chagra, podría verse influenciada por la presencia de plantas de banana (*Musa spp.*), que se han registrado como parte de la dieta de *A. caudifer* [128], además de otras especies pertenecientes a otras nueve familias de plantas [129]. Se considera que la especie puede funcionar como polinizadora, considerando que realiza aproximadamente 800 visitas florales y se desplaza 50 km en vuelo cada noche [130]. Dentro de los procesos de polinización, los murciélagos se han considerado muy importantes, por ejemplo, Colevatti y colaboradores.

[131] aseguran que los murciélagos son polinizadores muy efectivos, debido a las grandes cantidades de polen que entregan entre flores y por su parte Garibaldi y colaboradores [15], afirman que los murciélagos ocupan el segundo lugar de vertebrados polinizadores en los bosques lluviosos neotropicales. Sin embargo, se considera que esta interacción es uno de los procesos más amenazados [14].

Plantas de las especies de *Musa* spp. también son visitadas por murciélagos de la familia Stenodermatinae para obtener polen, por lo que especies de *Platyrrhinus*, *Artibeus* y *Sturnira* pueden ser nectarívoros oportunistas y por lo tanto polinizadores [132]. Por lo que la presencia de banano y otras plantas en la chagra podría ser un gran acierto para el mantenimiento del servicio ecosistémico de polinización y de estas especies en particular.

Otra especie poco conocida y que fue capturada únicamente en el bosque fue *Hsunnycteris pattoni*, antes confundida con *H. thomasi* [48] y separada de ésta a partir del año 2007 [133]. Se ha mencionado que esta especie parece preferir bosques primarios o secundarios a áreas agrícolas [134].

En la Reserva Biológica Colonso Chalupas solamente un estudio, desarrollado por Ordoñez-Delgado y Valle [135], a los 1500 m de altitud, había reportado 6 especies de murciélagos: *Artibeus planirostris*, *A. glaucus*, *Sturnira tildae*, *Anoura aequatoris*, *Lonchophylla robusta*, *Platyrrhinus dorsalis*, las dos últimas no registradas en este estudio. A esa altura el bosque no tiene indicios de perturbación antropogénica. Las especies comunes a este estudio demuestran el amplio rango de desplazamiento de estas especies, ya que en este estudio se encontraron en bosque principalmente, pero también esporádicamente en chagra.

Comparado a con otros estudios realizados en la Amazonía ecuatoriana encontramos que este estudio incluyó más del 70 % de las especies registradas en los estudios realizados por Ghanem y Voigt [41] y Toscano [136], con un esfuerzo de muestreo mayor en el Parque Nacional Yasuní, un área protegida de Ecuador, considerada como Reserva de la Biósfera. Por otra parte, de las 21 especies de la familia Phyllostomidae encontradas en un estudio realizado en las estribación suroriental del Ecuador [40], en la provincia de Morona Santiago, 16 especies fueron reportadas en el presente estudio; representando más del 75 % de los murciélagos filostóminos registrados para dicho ecosistema.

El muestreo refleja solamente la presencia de individuos de especies de la familia Phyllostomidae. Esto se debe al uso de redes de sotobosque, lo que restringe las capturas a murciélagos que vuelan a este nivel de altura (cero a tres metros). Por lo tanto, confirma que esta metodología es muy apropiada para este grupo [119], pero deja de lado familias como Emballonuridae, Noctilionidae, Furipteridae, Thyropteridae, Molossidae y Vespertilionidae, que son taxones con vuelos a más de cuatro metros [75].

Por otra parte, los datos del estudio muestran que se requiere un mayor esfuerzo de muestreo en los dos tipos de uso del suelo si queremos llegar a las asíntotas en las curvas de acumulación de especies (Figura 4). El análisis de completitud indicó que se debe realizar aproximadamente cuatro muestreos adicionales para bosque y tres para chagras. Por lo que la diversidad presentada en el estudio podría verse subestimada.

La alta densidad de individuos subadultos y adultos en la chagra, puede ser la causa de la baja presencia de murciélagos juveniles en las chagras (Figura 7). Una alta densidad de individuos

adultos genera mayor competencia por los recursos alimenticios [64]. En cuanto a la mayor proporción de hembras que machos, en ambos usos del suelo, esto se puede deber a que la supervivencia de las hembras es mayor que la de los machos, como ya se ha registrado para especies de quirópteros [137,138]. La mayor proporción de hembras gestantes y lactantes en bosque que en chagra (Figura 7) puede responder a una mayor opción de refugios disponibles en el follaje los cuales suelen estar bien preservados en bosques, comparado con las chagras [68,139]. Los cambios en los estados reproductivos con el tiempo que muestra la Figura 8, podría estar relacionado a la disponibilidad de recursos alimenticios, ya que se ha encontrado entre los meses de septiembre y noviembre, que algunas especies de plantas en el área se encuentran en flor [140]. Sin embargo, es necesario prolongar el muestreo para conocer correctamente los patrones reproductivos de los quirópteros en esta área. Así mismo, es necesario realizar estudios fenológicos de las especies de plantas al menos de las familias más consumidas por quirópteros de manera a encontrar mejores relaciones entre estos y los recursos de los que se alimentan.

Las tasas de deforestación son alarmantes en Ecuador, siendo la expansión de la agricultura, una de las principales causas [49]. Las áreas protegidas, además no se eximen de esta problemática [141]. Se deforesta en las áreas protegidas o en la zona de amortiguamiento [142]. Esto incrementa el riesgo a la pérdida de diversidad en Ecuador, particularmente los quirópteros, como se pudo evidenciar en este estudio, ya que dependen de la presencia de bosques en buen estado. Frente a la grave situación con respecto a la deforestación y a la pérdida de diversidad en Ecuador y en el mundo, se han documentado estudios, en donde se menciona que agrosistemas sostenibles y de policultivo pueden mantener una razonable

diversidad de especies de murciélagos [70,103] y que los sistemas de chagras en otros lugares, pueden albergar una gran diversidad de murciélagos [63]. Sin embargo, nuestros resultados muestran que las chagras contienen menos del 50 % de las especies registradas en bosque (Tabla 1) demostrando que aun con estos sistemas, la pérdida es considerable. Frente a esto, se pueden tomar iniciativas como las que se mencionan en Cuenca y colaboradores [57], en donde se fomente una mayor agrobiodiversidad y plantación de especies endémicas de la zona, considerando la ecología y biología de las mismas y los servicios ecosistémicos que brinden.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este es el primer estudio comparativo de la diversidad de quirópteros en sitios con diferente uso de suelo en la Reserva Biológica Colonso Chalupas.

Es también el primero en el área, que considera la estructura de los hábitos alimenticios de la comunidad y la estructura de edad, sexo y estado reproductivo de los individuos.

En este estudio se observó una diferencia significativa en la composición de especies de murciélagos entre tipos de uso de suelo, siendo mayor en el bosque que en la chagra.

Las chagras conservan menos del 50 % de las especies encontradas en bosque. Se sugiere que las diferencias se deben a una mayor diversidad de nichos alimenticios para animalívoros y frugívoros más especialistas y sitios apropiados para refugio en el bosque.

En chagra se registró la mayor abundancia de las especies más comunes, debido a que éstas se alimentan de plantas de sucesión temprana que se encuentran presentes en mayor abundancia en sitios intervenidos

La subfamilia Phyllostominae fue una muy buena indicadora de sitios de menor intervención, demostrando así que el bosque secundario de la RBCCH, se encuentra bien conservado y con varias especies de murciélagos animalívoros como *C. auritus*, *G. daviesi* y *T. nicefori*, especies consideradas altamente sensibles a las perturbaciones.

La presencia de especies poco conocidas como *E. hartii* y *P. nigellus* corrobora la necesidad de más estudios biológicos y ecológicas en el área y en otros sitios como bosques más

prístinos con rangos altitudinales mayores.

Las chagras pueden considerarse como hábitats de mayor perturbación por la presencia de *D. rotundus* y por su cercanía con pastizales y ganado.

Las chagras carecen del servicio ecosistémico de control de plagas, mediado por murciélagos animalívoros de la familia Phyllostomidae, sin embargo, es necesario emplear otras metodologías como el estudio de llamadas de ecolocación, redes de neblina de mayor altura y trampas arpa, con el fin de capturar individuos de las otras familias, los cuáles en su mayoría son insectívoros.

H. pattoni, un murciélago nectarívoro asociado a hábitats poco degradados fue encontrado en el bosque, indicando la conservación del mismo.

Por otro lado, *A. aequatoris*, también relacionado con hábitats poco perturbados fue encontrado en chagra, lo que destaca la importancia de los cultivos asociados a esta.

La escasa captura de murciélagos nectarívoros en ambos tipos de uso de suelo, podría ser un indicador de época con poca floración. Sin embargo, para algunas especies, en especial palmas arbóreas [140] es justo entre septiembre y enero que varias especies se encuentran la flor, pero puede que no así las especies de sotobosque. Lo que sugiere realizar monitoreo de la fenología de especies de sotobosque de esta área.

En la chagra solamente las flores de banano podrían ser usadas por nectarívoros, lo que hace necesario un mayor esfuerzo de muestreo para saber en qué estado se encuentra el servicio ecosistémico de polinización y conocer más acerca de la interacción de las plantas de la

RBCCH y sus polinizadores.

La zona de amortiguamiento de la RBCCH, alberga una diversidad de murciélagos filostóminos similar en más de un 70 % a otras áreas protegidas cercanas y ecosistemas semejantes. Cabe mencionar, además, que esta diversidad podría estar subestimada por el esfuerzo de muestro faltante para llegar a la estabilidad de las curvas de acumulación de especies.

El tipo de uso de suelo no sólo afecta la diversidad y composición de especies, sino que también afecta en la estructura poblacional de los quirópteros, provocando una menor proporción de juveniles y de hembras gestantes y lactantes en las chagras debido a la competitividad de recursos alimenticios y la mejor presencia de refugios para descanso.

El cambio del uso del suelo y el deterioro del hábitat es una grave amenaza para los bosques y la biodiversidad, por lo que se recomienda que las chagras sean consideradas, dentro de las políticas de conservación y manejo de las áreas protegidas de la Amazonía Ecuatoriana, como lugares que son parte de la zona de amortiguamiento de áreas protegidas como la Reserva Biológica Colonso Chalupas.

Es necesario para incrementar el porcentaje de especies de murciélagos y superar al menos el 50% de la riqueza de especies encontrada en el bosque, por lo que se recomienda el enriquecimiento de las chagras con especies de dosel como palmas y de los géneros *Cecropia* y *Ficus*, así como especies de sotobosque de las familias Piperaceae y Solanaceae.

REFERENCIAS

1. Magurran AE. *Ecological Diversity and Its Measurement*. New Jersey: Princeton University Press; 1988.
2. Magurran AE. *Measuring Biological Diversity*. Carlton: Blackwell Publishing; 2004.
3. Jørgensen SE, Bastianoni S, Müller F, Patten BC, Fath BD, Marques JC, et al. Ecosystem principles have applications. *A New Ecology: Systems Perspective*. Elsevier; 2007. pp. 199–241. doi:10.1016/B978-0-444-53160-5.50009-X
4. Sala OE, Lili FSC, Armesto JJ, Berlow E, Bloomfield J, Dirzo R, et al. Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100. *Science* (80-). 2000;287: 1770. doi:10.1126/science.287.5459.1770
5. Giam X. Global biodiversity loss from tropical deforestation. *Proc Natl Acad Sci*. 2017;114: 10–12. doi:10.1073/pnas.1706264114
6. Lanly J-P. Los factores de la deforestación y de la degradación de los bosques. XII Congreso forestal mundial. Quebec: FAO; 2003. Available: <http://www.fao.org/3/XII/MS12A-S.htm>
7. Di Gregorio A. *Land Cover Classification System*. Roma: FAO; 2016.
8. Nyström M. Redundancy and Response Diversity of Functional Groups: Implications for the Resilience of Coral Reefs. *AMBIO A J Hum Environ*. 2006;35: 30–35. doi:10.1579/0044-7447-35.1.30
9. Petchey OL, Gaston KJ. Functional diversity: back to basics and looking forward. *Ecol Lett*. 2006;9: 741–758. doi:10.1111/j.1461-0248.2006.00924.x
10. Blondel J. Guilds or functional groups : does it matter ? *OIKOS*. 2003;100: 223–231.
11. Gardner A. Feeding habits. In: R. J. Baker J. KJ& DV, editor. *Biology of bats of the New*

World family Phyllostomidae Part I,. Texas: Technical University; 1977.

12. Fleming TH, Sosa VJ. Effects of Nectarivorous and Frugivorous Mammals on Reproductive Success of Plants. *Am Soc Mammal*. 1994;75: 845–851. Available: Island Press
13. Muscarella R, Fleming TH. The role of frugivorous bats in tropical forest succession. *Biological Reviews*. 2007. pp. 573–590. doi:10.1111/j.1469-185X.2007.00026.x
14. Neuschulz EL, Mueller T, Schleuning M, Böhning-gaese K. Pollination and seed dispersal are the most threatened processes of plant regeneration. *Sci Rep*. 2016;6: 6–11. doi:10.1038/srep29839
15. Garibaldi LA, Muchhala N, Motzke I, Bravo-Monroy L, Olschewski R, Klein A-M. Services from Plant-Pollinator Interactions in the Neotropics. In: Rapidel B, DeClerck F, Le Coq JF, Beer J, editors. *Ecosystem services from agriculture and agroforestry: measurement and payment*. Routledge: Earthscan; 2011. pp. 119–140.
16. Sundstrom SM, Allen CR, Barichiev C. Species, Functional Groups, and Thresholds in Ecological Resilience. *Conserv Biol*. 2012;26: 305–314. doi:10.1111/j.1523-1739.2011.01822.x
17. Loeuille N, Loreau M. Emergence of complex food web structure in community evolution models. In: Verhoef HA, Morin PJ, editors. *Community Ecology: Processes, Models, and Application*. New York: Oxford University Press; 2010. pp. 163–177.
18. Kunz TH, Torrez EB De, Bauer D, Lobo T, Fleming TH. Ecosystem services provided by bats. *Ann N Y Acad Sci*. 2011;1223: 1–38. doi:10.1111/j.1749-6632.2011.06004.x
19. Lobo TA, Geiselman CK, Mori SA. *Seed dispersal by bats in the Neotropics*. New York: New York Botanical Garden Press; 2009.
20. Geiselman CK, Mori SA, Blanchard F. *Database of Neotropical Bat/Plant Interactions*.

2002. Available:

http://www.nybg.org/botany/tlobova/mori/batsplants/database/dbase_frameset.htm

21. Naylor RL, Ehrlich PR. Natural Pest Control Services and Agriculture. Nature's Services. Washington; 1997. Available: Island Press
22. Maas B, Clough Y, Tschardt T. Bats and birds increase crop yield in tropical agroforestry landscapes. *Ecol Lett*. 2013;16: 1480–1487. doi:10.1111/ele.12194
23. Taylor M. Bats: An illustrated guide to all species. London: Ivy Press; 2019.
24. Fenton MB, Simmons NB. Bats. 1st ed. Chicago: The University of Chicago Press; 2015. doi:10.7208/chicago/9780226065267.001.0001
25. Chiroptera in GBIF Secretariat. GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset. 2018. doi:<https://doi.org/10.15468/39omei>
26. Tirira DG, Brito J, Burneo SF, Moreno P, Pinto CM. Mamíferos del Ecuador: lista actualizada de especies / Mammals of Ecuador: Updated checklist species. Versión 2019.1. Quito; 2019.
27. Albuja L. Murciélagos del Ecuador. 1st ed. Quito: Cicetrónica Cía. Ltda. Offset; 1988.
28. Albuja L. Murciélagos del Ecuador. 2nd ed. Quito: Cicetrónica Cía. Ltda. Offset; 1999.
29. Paz-Ramírez T, Salas JA. Evaluación de tres bosques protectores periurbanos del cantón Guayaquil (Guayas, Ecuador) como potenciales áreas de importancia para la conservación de murciélagos. *Mamm Aequat*. 2019;1.
30. Tirira DG, Boada CE. Murciélagos de la parte Andina de la provincia de Carchi, Ecuador. Tirira DG, Burneo S, editors. Investigación y conservación sobre murciélagos en el Ecuador. Quito: Ediciones Murciélago Blanco; 2012.
31. Toscano G, Burneo SF. Efecto de borde sobre murciélagos filostómidos en la Amazonía

- Ecuadoriana. In: Tirira DG, Burneo S, editors. Investigación y conservación sobre murciélagos en el Ecuador. Quito: Ediciones Murciélago Blanco; 2012.
32. Molina-Moreira N, Alava L. Uso de refugios por murciélagos en la Reserva Ecológica Arenillas, El Oro, Ecuador. *Mamm Aequat.* 2019;1.
 33. Tirira DG, Reid FA, Engstrom MD. Monitoreo Biológico Yasuní. Volumen 2: Mamíferos. 1st ed. Quito: Ecuambiente Consulting Group; 2018.
 34. De la Cruz I. Análisis de diversidad de quirópteros en el cono urbano de la ciudad de Quito-Ecuador. Universidad Central del Ecuador. 2019.
doi:10.1017/CBO9781107415324.004
 35. Tinajero J. Composición de los ensambles de comunidades de murciélagos del Bosque Protector Cerro Blanco, Guayaquil. *Вестник Росздравнадзора.* 2017.
 36. Rivera-Parra P. Caracterización de la fauna de quirópteros del Parque Nacional Yasuní en base a llamadas de ecolocación. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. 2011.
doi:10.16194/j.cnki.31-1059/g4.2011.07.016
 37. Guerra Arévalo NE. Evaluación de la Comunidad de Murciélagos (Orden: Chiroptera) en función de sus gremios alimenticios y edades reproductivas en distintos hábitats de la Estación de Biodiversidad Tiputini Nereida. Universidad San Francisco de Quito. 2014.
 38. Lindner A, Morawetz W. Seed dispersal by frugivorous bats on landslides in a montane rain forest in Southern Ecuador. *Chiropt Neotrop.* 2006;12: 232–237.
 39. Zamora Delgado XL. Dispersión de semillas por aves y murciélagos frugívoros en claros naturales del bosque montano en la estribación suroriental de los Andes del Ecuador. Universidad del Azuay. 2008.
 40. Arguero A, Jiménez-Robles O, Sánchez-Karste F, Baile A, de la Cadena G, Barboza K.

Observaciones sobre dispersión de semillas por murciélagos en la alta Amazonía del sur de Ecuador. In: Tirira DG, Burneo S, editors. Investigación y conservación sobre murciélagos en el Ecuador. Quito: Ediciones Murciélago Blanco; 2012. pp. 37–46.

41. Ghanem SJ, Voigt CC. Defaunation of tropical forests reduces habitat quality for seed-dispersing bats in Western Amazonia: an unexpected connection via mineral licks. *Anim Conserv*. 2007. doi:10.1111/acv.12055
42. Voigt CC, Dechmann DKN, Bender J, Rinehart BJ, Michener RH, Kunz TH. Mineral Licks Attract Neotropical Seed-Dispersing Bats. *Res Lett Ecol*. 2007;2007: 1–4. doi:10.1155/2007/34212
43. Muchhala N, Jarrín-V P. Flower Visitation by Bats in Cloud Forests of Western Ecuador1. *Biotropica*. 2002;34: 387. doi:10.1646/0006-3606(2002)034[0387:fvbbic]2.0.co;2
44. Muchhala N, Caiza A, Vizuete JC, Thomson JD. A generalized pollination system in the tropics: Bats, birds and *Aphelandra acanthus*. *Ann Bot*. 2009;103: 1481–1487. doi:10.1093/aob/mcn260
45. Muchhala N, Thomson JD. Fur versus feathers: Pollen delivery by bats and hummingbirds and consequences for pollen production. *Am Nat*. 2010;175: 717–726. doi:10.1086/652473
46. Burneo SF, Tirira DG. Murciélagos del Ecuador: un análisis de sus patrones de riqueza, distribución y aspectos de conservación. *Therya*. 2014;5: 197–228. doi:10.12933/therya-14-184
47. Guevara J, Mogoñon H, Cerón C, Josse C. Am 6 Bosque siempreverde piemontano del norte-centro de la cordillera oriental de los Andes. Ministerio del Ambiente del Ecuador Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. Quito: Ministerio del Ambiente del Ecuador; 2012.

48. Tirira DG. Guía de campo de los mamíferos del Ecuador. Publicació. Quito: Ediciones Murciélago Blanco; 2007.
49. Food and Agriculture Organization of the United Nations. State of the World's Forests. Roma; 2011.
50. Armenteras D, Rodríguez Eraso N. Forest deforestation dynamics and drivers in Latin America: a review since 1990. *Colomb For.* 2014;17: 233–246.
doi:10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2014.2.a07
51. da Silva A, Maretti C, Lawrence K, Charity S, Oliveira D. Deforestation Fronts in the Amazon Region: Current Situation and Future Trends a preliminariry summary. WWF; 2014.
52. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Reserva Biologica Colonso Chalupas. Ecuador; 2014 pp. 1–7.
53. Álvarez-Solas S, Tirira DG, Peñuela-Mora MC. Reserva Biológica Colonso-Chalupas : ¿límite regional en primates del Ecuador? 2016.
54. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental. Raúl G, Guevara JE, Medina-Torres B, Chinchero MÁ, Herrera X, editors. Quito: Subsecretaría de Patrimonio Natural; 2013.
55. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Reserva Biológica Colonso Chalupas. In: Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador [Internet]. 2015. Available: <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/areas-protegidas/reserva-biológica-colonso-chalupas>
56. Penuela MC, Schwarz A, Monteros-Altamirano Á, Zurita-Benavides MG, Cayapa R, Romero N. Guía de la Agrobiodiversidad: Tres comunidades kichwa: Atacapi, Alto Tena y Pumayacu. Tena, Ecuador: Universidad Regional Amazónica IKIAM; 2016.

57. Cuenca P, Peñuela MC, Maisincho L, Celi J, Gonzales J, Chapalbay R. Hacia un manejo adaptativo de la Reserva Biológica Colonso Chalupas y su zona de amortiguamiento. Sistematización de la aplicación de la metodología Manejo Adaptativo de Riesgo y Vulnerabilidad en Sitios de Conservación (MARISCO). Quito: Cooperación Alemana, GIZ, Universidad Regional Amazónica Ikiam; 2018.
58. Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Napo. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) de Napo. Tena; 2015.
59. Arévalo Vizcaino V, Grijalva O. J, Limongi Andrade R, Vera R, Yumbo A. Chacras nativas: Alternativa de sistema integrado para seguridad alimentaria, biodiversidad y la gestión sostenible de bosques en la amazonía ecuatoriana. VIII Simposio Internacional de Recursos Genéticos de América Latina y el Caribe: Resúmenes de los Trabajos Presentados. Quito; 2011.
60. Bernard E, Fenton MB. Bats in a fragmented landscape: Species composition, diversity and habitat interactions in savannas of Santarem, Central Amazonia, Brazil. *Biol Conserv.* 2007;34: 332–243. doi:10.1016/j.biocon.2006.07.021
61. Castro-Luna AA, Sosa VJ, Castillo-Campos G. Bat diversity and abundance associated with the degree of secondary succession in a tropical forest mosaic in south-eastern Mexico. *Anim Conserv.* 2007;10: 219–228. doi:10.1111/j.1469-1795.2007.00097.x
62. Bobrowiec PED, Gribel R. Effects of different secondary vegetation types on bat community composition in Central Amazonia, Brazil. *Anim Conserv.* 2009;13: 204–216. doi:10.1111/j.1469-1795.2009.00322.x
63. Willig MR, Presley SJ, Bloch CP, Hice CL, Yanoviak SP, Díaz MM, et al. Phyllostomid bats of lowland Amazonia: Effects of habitat alteration on abundance. *Biotropica.* 2007;39: 737–746. doi:10.1111/j.1744-7429.2007.00322.x
64. Adams RA. Onset of Volancy and Foraging Patterns of Juvenile Little Brown Bats,

- Myotis lucifrugus. J Mammal. 1997;78: 239–246.
65. Park KJ. Mitigating the impacts of agriculture on biodiversity : bats and their potential role as bioindicators. Mamm Biol. 2014;80: 191–204.
doi:10.1016/j.mambio.2014.10.004
 66. Wickramasinghe LP, Harris S, Jones G, Vaughan N. Bat activity and species richness on organic and conventional farms: impact of agricultural intensification. J Appl Ecol. 2003;40: 984–993.
 67. Pozo-Rivera W, Recalde-Samaniego S, Cárdenas-Tello C, Morejón-García M, Berovides-Álvarez V. Diversidad quiropterológica de dos tipos de cultivos, Noroccidente ecuatoriano. Boletín Técnico. 2014;12: 96–103. doi:10.13140/2.1.1812.7369
 68. Bernard E, Fenton MB. Bats in a fragmented landscape: Species composition, diversity and habitat interactions in savannas of Santarém, Central Amazonia, Brazil. Biol Conserv. 2007; 332–343. doi:10.1016/j.biocon.2006.07.021
 69. Pozo R, Cárdenas T. Rol de las cercas vivas de la finca la abundancia en la conservación de murciélagos. VI Congreso Forestal Latinoamericano. Mexico; 2014.
doi:10.13140/2.1.1812.7369
 70. Pozo W, Cárdenas C. Diversidad quiropterológica de dos tipos de cultivos , Noroccidente ecuatoriano. Boletín Técnico, Ser Zoológica. 2015;12: 95–103.
 71. Álvarez Solas S, Ramis L, Peñuela Mora MC, Torres TC, García EC. Guía de campo de los mamíferos del piedemonte de la reserva biológica Colonso Chalupas. Minist del Ambient del Ecuador. 2018.
 72. Hoek Y Van Der, Jensen R, Salagaje LA, Ordóñez-Delgado L. A preliminary list of the birds of the foothills and south- eastern buffer zone of Colonso Chalupas Biological Reserve, Ecuador. Cotinga. 2018;40: 12–22.

73. Zurita Benavides MG, Schwarz A, Peñuela Mora MC, Monteros Altamirano Á. Transiciones alimentarias: uso de la tierra, plantas y dietas entre los kichwas de Tena, Napo. In: Rebaï N, Bilhaut A-G, editors. Patrimonios Alimentarios En América Latina Recursos Locales, Actores y Globalización. Actes et Mémoires. Lima: Institut Français de Estudios Andinos (IFEA); 2015.
74. Medellín RA, Equihua M, Amin MA. Bat Diversity and Abundance as Indicators of Disturbance in Neotropical Rainforests. *Conserv Biol.* 2000;14: 1666–1675.
75. Bracamonte J. Protocolo de muestreo para la estimación de la diversidad de murciélagos con redes de niebla en estudios de ecología. *Ecol Austral.* 2018;28: 446–454. doi:<https://doi.org/10.25260/EA.18.28.2.0.272> JC
76. Palmeirim J, Etheridge K. The Influence of Man-Made Trails on Foraging by Tropical Frugivorous Bats. *Biotropica.* 1985;17: 82. doi:10.2307/2388385
77. Thomas WD, La Val KR. Sampling methods for bats. In: Kunz TH, Racey PA, editors. *Ecological and behavioral methods for the study of bats.* Washington: Smithsonian Institution Press; 1988. pp. 77–90.
78. Gaisler J, Chytil J. Mark–recapture results and changes in bat abundance at the cave of Na Tuoldu, Czech Republic. *Folia Zool.* 2002;51: 1–10.
79. Novo WK, Henry SG, Ingresoll TE. Observation of swarming by bats and bat recoveries in Colorado. *West North Am Nat.* 2002;62: 124–126.
80. Crichton EG, Krutzsch PH, editors. *Reproductive Biology of Bats.* London: Academic Press; 2000.
81. Simmons NB. Order Chiroptera. 3rd ed. In: D W, D R, editors. *Mammal species of the World: a taxonomic and geographic reference.* 3rd ed. Johns Hopkins University Press.; 2005.

82. Gardner AL, editor. *Mammals of South America Volume 1: Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats*. 1st ed. Chicago: The University of Chicago Press; 2007.
83. López-baucells A, Rocha R, Bobrowiec P, Bernard E, Palmeirim J, Meyer C. *Field Guide to Amazonian bats*. Manaus: INPA; 2016.
84. Reid FA. *An Identification Guide to Bats of Amazonian Peru*.
85. R Core Team. *A language and environment for statistical computing*. Viena, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2020. Available: <http://www.r-project.org/>
86. RStudio Team. *RStudio: Integrated Development for R*. Boston, MA: RStudio, Inc.; 2020. Available: <http://www.rstudio.com/>.
87. Mchugh ML. The Chi-square test of independence. *Biochem Medica*. 2013;23: 143–9. doi:10.11613/BM.2013.018
88. Shannon CE. A Mathematical Theory of Communication. *Bell Syst Tech J*. 1948;27: 379–423.
89. Villarreal H, Álvarez M, Córdoba S, Escobar F, Fagua G, Gast F, et al. *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa Inventar Biodiversidad; Inst Investig Recur Biológicos Alexander von Humboldt. 2004; 236.
90. Pielou EC. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J Theor Biol*. 1966;13: 131–144. doi:10.1016/0022-5193(66)90013-0
91. Barrantes G, Sandoval L. Conceptual and statistical problems associated with the use of diversity indices in ecology. *Rev Biol Trop*. 2009;57: 451–460. doi:10.15517/rbt.v57i3.5467
92. Moreno CE. *Métodos para medir la biodiversidad*. 1st ed. Zaragoza: M&T–Manuales y Tesis SEA; 2001.

93. Dice L. Measures of the Amount of Ecologic Association Between Species. *Ecology*. 1945;26: 297–302.
94. Polo U CS. Most common indices in Biology, Second Part. Similarity and Beta and Gamma Richness. *Univ Mil Nueva Granada Fac Ciencias Básicas*. 2008;4: 135–142.
95. Magurran AE, McGill BJ. *Biological Diversity Frontiers in Measurement and Assessment*. New York: Oxford University Press; 2011.
96. Ugland KI, Gray JS, Ellingsen KE. The species accumulation curve and estimation of species richness. *J Anim Ecol*. 2003;72: 888–897. Available: S0169204609002436
97. Gotelli N, Colwell R. Quantifying biodiversity : procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecol Lett*. 2001; 379–391.
98. Chao A. Non-parametric estimation of the classes in a population. *Scand J Stat*. 1984;11: 265–270. doi:10.2307/4615964
99. Palmer MW. *The Estimation of Species Richness by Extrapolation* Author (s): Michael W . Palmer Published by : Ecological Society of America. 1990;71: 1195–1198.
100. Avila-Cabadilla LD, Stoner KE, Henry M, Alvarez Añorve MY. Composition, structure and diversity of phyllostomid bat assemblages in different successional stages of a tropical dry forest. *For Ecol Manage*. 2009;258: 986–996. doi:10.1016/j.foreco.2008.12.011
101. García Estrada C, Damon A, Sánchez Hernández C, Soto Pinto L, Ibarra Núñez G. Bat diversity in montane rainforest and shaded coffee under different management regimes in southeastern Chiapas, Mexico. *Biol Conserv*. 2006;132: 351–361. doi:10.1016/j.biocon.2006.04.027
102. Melo F, Rodriguez B, Chazdon R, Medellín R, Ceballos G. Small Tent-Roosting Bats Promote Dispersal of Large-Seeded Plants in a Neotropical Forest. *Biotropica*. 2009;41:

737–743. doi:10.1111/j.1744-7429.2009.00528.x

103. Harvey CA, Gonzales JA. Agroforestry systems conserve species-rich but modified assemblages of tropical birds and bats. *Biodivers Conserv*. 2007;16: 2257–2292. doi:10.1007/s10531-007-9194-2
104. Numa C, Sa P. Phyllostomid bat diversity in a variegated coffee landscape. *Biol Conserv*. 2005;122: 151–158. doi:10.1016/j.biocon.2004.07.013
105. Faria D, Baumgarten J. Shade cacao plantations (*Theobroma cacao*) and bat conservation in southern Bahia, Brazil. *Biodivers Conserv*. 2007;16: 291–312. doi:10.1007/s10531-005-8346-5
106. Chave J, Navarrete D, Almeida S, Álvarez E, Aragao L, Bonal D, et al. Regional and seasonal patterns of litterfall in tropical South America. *Biogeosciences*. 2010;7: 43–55.
107. Delaval M, Pierre C-D. Edge effects on frugivorous and nectarivorous bat communities in a neotropical primary forest in French Guiana. *Rev d'Ecologie (La Terre la Vie)*. 2006;61: 343–352.
108. Ferreira DF, Rocha R, López-Baucells A, Farneda FZ, Carreiras JMB, Palmeirim JM, et al. Season-modulated responses of Neotropical bats to forest fragmentation. *Ecol Evol*. 2017;00: 4059–4071. doi:10.1002/ece3.3005
109. Peters SL, Malcolm JR, Zimmerman BL. Effects of Selective Logging on Bat Communities in the Southeastern Amazon. *Conserv Biol*. 2006;20: 1410–1421. doi:10.1111/j.1523-1739.2006.00526.x
110. Klingbell B, Willing M. Guild-specific responses of bats to landscape composition and configuration in fragmented Amazonian. *J Appl Ecol*. 2015;16: 36–41. doi:10.1111/j.1365-2664.2007.0

111. Thies W, Kalko EK V. Phenology of neotropical pepper plants (Piperaceae) and their association with their main dispersers, two short-tailed fruit bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea* (Phyllostomidae). *OIKOS*. 2004;104: 362–376. doi:10.1111/j.0030-1299.2004.12747.x
112. Aurelio M, Mello R, Klara E, Kalko V, Silva WR, Aurelio M, et al. Movements of the bat *Sturnira lilium* and its role as a seed disperser of Solanaceae in the Brazilian Atlantic forest SHORT COMMUNICATION Movements of the bat *Sturnira lilium* and its role as a seed disperser of Solanaceae in the Brazilian Atlantic forest. *J Trop Ecol*. 2008;24: 225 ? 228. doi:10.1017/S026646740800480X
113. Schulze MD, Seavy NE, Whitacre DF. A Comparison of the Phyllostomid Bat Assemblages in Undisturbed Neotropical Forest and in Forest Fragments of a Slash-and-Burn Farming Mosaic in Peten, Guatemala. *Biotropica*. 2000;32: 174–184.
114. Da Silva AG, Medellín RA, Gaona O. Diet and Trophic Structure in a Community of Fruit-Eating Bats in Lacandon Forest, México. *J Mammal*. 2008;89: 43–49. doi:10.1644/06-MAMM-A-300.1
115. Castaño HJ, Carranza AJ, Pérez-torres J. Diet and trophic structure in assemblages of montane frugivorous phyllostomid bats John. *Acta Oecologica*. 2018;91: 81–90. doi:10.1016/j.actao.2018.06.005
116. Solari S. *Enchisthenes hartii*. In: La Lista Roja de la UICN de especies amenazadas 2018: e.T2130A21996891. 2018. doi:https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T2130A21996891.en
117. Velazco P. *Platyrrhinus nigellus*. In: a Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2015: e.T136317A22020785. 2015. doi:https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T136317A22020785.en
118. UICN. La Lista Roja de especies amenazadas de la UICN. Versión 2019-3. 2020 [cited 10

Mar 2020]. Available: <https://www.iucnredlist.org>

119. Fenton MB, Acharya L, Audet D, Hickey MBC, Merriman C, Obrist MK, et al. Phyllostomid Bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as Indicators of Habitat Disruption in the Neotropics. *Biotropica*. 1992;3: 440–446.
120. Wilson D, Ascorra C, Solari S. Bats as indicators of habitat disturbance. *Manu: the biodiversity of southeastern Peru*. 1996. pp. 613-625.
121. Staab M, Kleineidam C. Initiation of swarming behavior and synchronization of mating flights in the leaf-cutting ant *Atta vollenweideri* F OREL , 1893 (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*. 2014;19: 93–102.
122. Levin E, Yom-tov Y, Barnea A. Frequent summer nuptial flights of ants provide a primary food source for bats. *Sci Nat*. 2008;96: 477–483. doi:10.1007/s00114-008-0496-3
123. Hurtig AK, San Sebastian M, Soto A, Shingre A, Zambrano D, Guerrero W. Pesticide Use among Farmers in the Amazon Basin of Ecuador. *Arch Environ Health*. 2003;58: 223–228. doi:10.3200/AEOH.58.4.223-228
124. Pinto M. Genetic Diversity of the Common Vampire Bat *Desmodus rotundus* in Ecuador: Testing Cross-Andean Gene Flow. Texas Tech University. 2009.
125. Corrêa Scheffer Ferreira K, Iamamoto K, Miyuki Asano K, Mori E, Estevez Garcia AI, Achkar SM, et al. Hematophagous bats as reservoirs of rabies. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2014;31: 302–309.
126. Organización Mundial de la Salud (OMS). Rabia. 27 Sep 2019 [cited 28 Apr 2020]. Available: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/rabies>
127. Mantilla-Meluk H, Baker RJ. Systematics of Small Anoura (Chiroptera: Phyllostomidae) from Colombia, with Description of a New Species. *Occas Pap Museum Texas Tech*

Univ. 2006;261: 1–18.

128. Pedrozo AR, Gomes LA, Uieda W. Feeding behavior and activity period of three Neotropical bat species (Chiroptera: Phyllostomidae) on *Musa paradisiaca* inflorescences (Zingiberales: Musaceae). *Iheringia, Série Zool.* 2018;108: 1–8. doi:10.1590/1678-4766e2018022
129. Oprea M, Aguilar LMS, Wilson DE. *Anoura caudifer* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Mamm Species.* 2009;844: 1–8. doi:10.1644/844.1.Key
130. v. Helversen O, Reyer HU. Nectar intake and energy expenditure in a flower visiting bat. *Oecologia.* 1984;63: 178–184.
131. Collevatti RG, Estolano R, Garcia SF, Hay JD. Short-distance pollen dispersal and high self-pollination in a bat-pollinated neotropical tree. *Tree Genet Genomes.* 2010;6: 555–564. doi:10.1007/s11295-010-0271-4
132. Sazima I. Observations on the Feeding habits of Phyllostomatid Bats (*Carollia*, *Anoura*, y *Vampyrodes*) in southeastern Brazil. *J Mammal.* 1976;57: 381–382.
133. Woodman N. A new species of nectar-feeding bat, genus *Lonchophylla*, from western Colombia and western Ecuador (Mammalia: Chiroptera: Phyllostomidae). *Proc Biol Soc Washingt.* 2007;120: 340–358. doi:10.2988/0006-324x(2007)120[340:ansonb]2.0.co;2
134. Solari S. *Lonchophylla pattoni*. In: La Lista Roja de especies amenazadas de la UICN 2018: e.T88149229A88149238. 2018. doi:https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T88149229A88149238.en
135. Ordóñez-Delgado L, Valle D. Fauna de la parte alta del Bosque Protector Colonso. Quito: Fundación Bosques para la Conservación y Ministerio del Ambiente; 2016. doi:10.13140/RG.2.2.25838.00325
136. Toscano G, Burneo SF. Efecto de borde sobre murciélagos filostómidos en la amazonía

- ecuatoriana. In: Tirira DG, Burneo SF, editors. Investigación y conservación sobre murciélagos en el Ecuador. Quito: Editorial Murciélago Blanco; 2012. pp. 47–60.
137. Boyd IL, Stebbings RE. Population Changes of Brown Long-Eared Bats (*Plecotus auritus*) in Bat Boxes at Thetford Forest. *J Appl Ecol.* 1989;26: 112. doi:10.2307/2403654
 138. Pryde MA, O'Donnell CFJ, Barker RJ. Factors influencing survival and long-term population viability of New Zealand long-tailed bats (*Chalinolobus tuberculatus*): Implications for conservation. *Biol Conserv.* 2005;126: 175–185. doi:10.1016/j.biocon.2005.05.006
 139. Bernard E, Fenton MB. Bat Mobility and Roosts in a Fragmented Landscape in Central Amazonia, Brasil. *Biotropica.* 2003;35: 262–277.
 140. Peñuela MC, Bustillos-Lema M, Álvarez-Solas S, Núñez-Avellaneda LA. Reproductive phenology variation of the multiple inflorescence-palm tree *Wettinia maynensis* in relation to climate, in a Piedmont forest in western Amazonia. *Trees - Struct Funct.* 2019;33: 867–876. doi:10.1007/s00468-019-01824-7
 141. Yáñez PM. Las Áreas Naturales Protegidas del Ecuador: características y problemática. *Qualitas.* 2016;11: 41–55.
 142. Cuenca P, Arriagada R, Echeverría C. How much deforestation do protected areas avoid in tropical Andean landscapes? *Environ Sci Policy.* 2016;56: 56–66. doi:10.1016/j.envsci.2015.10.014

ANEXOS

Anexo 1.- Formato de hojas de registro de individuos en campo.

FORMATO DE MUESTREO DE QUIRÓPTEROS

Proyecto: Efectos del tipo de intervención del bosque piemontano en la estructura y diversidad funcional de la comunidad de quirópteros en Napo, Ecuador

Responsable: _____

Colecta	Genero	Especie	Año	Mes	Día	Hora	Tipo de Intervención	Transecto	Altitud	Coordenadas UTM	Sexo	Edad	Condición reproductiva	Peso	Antebrazo	Tibia

Anexo 2.- Fotografías de las especies capturadas durante el muestreo.

Subfamilia Carollinae



© Hinojosa y Méndez 2020
Carollia brevicauda



© Hinojosa y Méndez 2020
Carollia castanea



© Hinojosa y Méndez 2020
Carollia perspicillata

Subfamilia Rhinophylla



© Hinojosa y Méndez 2020
Rhinophylla fischeri



© Hinojosa y Méndez 2020
Rhinophylla pumilio

Subfamilia Stenodermatinae



© Hinojosa y Méndez 2020
Artibeus anderseni



© Hinojosa y Méndez 2020
Artibeus glaucus



© Hinojosa y Méndez 2020
Artibeus lituratus



© Hinojosa y Méndez 2020

Artibeus obscurus



© Hinojosa y Méndez 2020

Artibeus planirostris



© Hinojosa y Méndez 2020

Echisthenes hartii



© Hinojosa y Méndez 2020

Platyrrhinus fusciventris



© Hinojosa y Méndez 2020

Platyrrhinus incarum



© Hinojosa y Méndez 2020

Platyrrhinus infuscus



© Hinojosa y Méndez 2020

Platyrrhinus nigellus



© Hinojosa y Méndez 2020

Uroderma bilobatum



© Hinojosa y Méndez 2020

Vampyressa thuyone



© Hinojosa y Méndez 2020

Vampyriscus bidens



© Hinojosa y Méndez 2020

Sturnira bidens



© Hinojosa y Méndez 2020

Sturnira lilium



© Hinojosa y Méndez 2020

Sturnira magna



© Hinojosa y Méndez 2020

Sturnira oporaphilum

Subfamilia Phyllostominae



© Hinojosa y Méndez 2020

Chrotopterus auritus



© Hinojosa y Méndez 2020

*Gardnercycteris
crenulatum*



© Hinojosa y Méndez 2020

Lophostoma silvicolum



© Hinojosa y Méndez 2020

Micronycteris megalotis



© Hinojosa y Méndez 2020

Phyllostomus elongatus

Subfamilia Glyphonycterinae



© Hinojosa y Méndez 2020

Glyphonycteris daviesi



© Hinojosa y Méndez 2020

Trinycteris nicefori

Subfamilia Glossophaginae



© Hinojosa y Méndez 2020

Anoura aequatoris



© Hinojosa y Méndez 2020

Hsunnycteris pattoni

Subfamilia Desmodontinae



© Hinojosa y Méndez 2020

Desmodus rotundus

