

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

ESCUELA DE BIOLOGÍA APLICADA

**TESIS DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
BIÓLOGO AMBIENTAL**

TEMA:

**“EVALUACIÓN BIOLÓGICA DE MICROMAMÍFEROS
VOLADORES EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA VÍA BORJA
- SUMACO, CANTÓN QUIJOS”**

AUTOR:

CHRISTIAN ALBERTO CANDO LÓPEZ

DIRECTOR DE TESIS

LIC. PABLO SALVADOR

QUITO, ECUADOR

2014

II

CERTIFICACIÓN

Christian Alberto Cando López, con cédula de identidad N° 1715829428, declaro
autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, auténtica
y verdadera. Todos los efectos académicos y legales que se desprenden de la presente
corresponden de mi sola y exclusiva responsabilidad. Además, cedo los derechos
de publicación en la Universidad Internacional del Ecuador para que sea publicado y divulgado en



Christian Alberto Cando López

Yo, Lic. Pablo Hernán Salvador Puig, declaro que, en lo que yo personalmente conozco, el señor
Christian Alberto Cando López, es el autor exclusivo de la presente investigación y que
ésta es original, auténtica y personal.



Lic. Pablo Hernán Salvador Puig

AGRADECIMIENTO

A Dios por bendecirme cada día de mi vida.

Infinitas gracias a mis padres, Marco y Mónica por todo su apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida estudiantil, porque nunca escatimaron esfuerzo alguno cuando a mi educación se refería, por sus valores y consejos impartidos para llegar a ser un profesional de bien.

A todos quienes contribuyeron con su tiempo y conocimiento para que esta tesis llegue a un feliz término, de forma muy especial a Carlos Boada por su apoyo categórico, por los equipos e instrumentos prestados para el desarrollo de esta investigación; a Pablo Salvador por toda su colaboración y paciencia; a mis lectores, Lcda. Cecilia Puertas y M.Sc. Patricio Yáñez por sus valiosas aportaciones que dan realce a este trabajo; al Dr. Esteban Terneus por toda su ayuda prestada; a Daniel Chávez investigador asociado al museo de mastozoología técnico de laboratorio de biología molecular de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por su ayuda en la fase de laboratorio; a Soledad Estupiñan por su colaboración en el laboratorio; a las comunidades de Borja y Sumaco en la Provincia del Napo por su hospitalidad y alto espíritu de colaboración.

A mi hermano Marcos por toda su confianza, apoyo y esas palabras en los momentos adecuados para seguir adelante; a mi cuñada Marthita por sus consejos.

Como no agradecerles a mis abuelitos por su ejemplo como personas de bien, honestas y trabajadoras.

A mis tres ángeles que desde el cielo velan por mi bienestar y el de toda mi familia.

DEDICATORIA

A mis padres por el haber cumplido y tener sus dos hijos profesionales, a mi madre por su ejemplo de lucha contra la vida y no desmayar, a mi hermano por su ejemplo de superación y trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Micromamíferos Voladores.....	7
1.3. Justificación.....	9
1.4. Objetivos.....	11
1.5. Hipótesis	11
CAPÍTULO II	
MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
2.1. Área de estudio	12
2.1.1. Condiciones existentes	15
2.1.2. Formaciones vegetales identificadas	16
2.2. Trabajo de campo	20
2.3. Variables.....	25
2.4. Análisis matemáticos de biodiversidad	26
2.4.1. Diversidad Alfa	26
2.4.2. Medición de la diversidad Beta	29
2.4.3. Pruebas de contraste entre hábitats	31

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
3.1. Diversidad y abundancia	33
3.1.1. Diversidad en Pastizales	35
3.1.2. Diversidad en Cultivos	37
3.1.3. Diversidad Bosque Secundario.....	37
3.2. Abundancia Relativa.....	39
3.3. Diversidad Alfa	43
3.3.1. Riqueza específica	43
3.3.2. Índice de Shannon	46
3.3.3. Índice de Simpson	47
3.4. Diversidad Beta	48
3.4.1. Índice de Similitud de Jaccard (Coeficiente De Similitud Ij).....	48
3.4.1. Coeficiente de Similitud de Sorensen.....	49
3.5. Pruebas de contraste entre hábitats	50
3.6. Dieta y gremio alimenticio	51
3.6. Estado de conservación	54

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
Conclusiones.....	56
Recomendaciones	57
Literatura citada.....	59
Anexos.....	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Sitio de inicio. Calles Tramarollo y Pedro Dalmazo.....	12
Figura 2.	Sitio de llegada. Vía Baeza – Chaco (Entrada a Salahonda).....	13
Figura 3.	Mostrando punto inicial y final de la faja investigada.	14
Figura 4.	Área de influencia de la vía Borja-Sumaco.....	15
Figura 5.	Formaciones vegetales en el área de influencia de la vía en estudio	17
Figura 6.	Pastizal	18
Figura 7.	Cultivo de granadilla <i>Passiflora ligularis</i>	19
Figura 8.	Bosque secundario.....	20
Figura 9.	Red de neblina.....	21
Figura 10.	Red de neblina abierta	21
Figura 11.	Individuos en la red	22
Figura 12.	Individuo capturado.....	22
Figura 13.	Identificación de individuos	23
Figura 14.	Uso de esteroscopio.....	23
Figura 15.	Medición del antebrazo	23
Figura 16.	Medición de la cabeza	23
Figura 17.	Medición la oreja.....	24
Figura 18.	Medición de la pata posterior	24
Figura 19.	Individuo macho <i>Sturnira</i>	24
Figura 20.	Individuo hembra <i>Sturnira</i>	24
Figura 21.	Forma de transporte de individuos de campo a laboratorio	25
Figura 22.	Conservación de individuos en alcohol al 70%	25
Figura 23.	Comparación de la abundancia de las especies de murciélagos registradas en toda el área de estudio.	40
Figura 24.	Comparación del número de especies de murciélagos comunes registradas en Pastizal, Cultivo, Bosque Secundario, para toda el área de estudio.....	41
Figura 25.	Número de individuos de especies raras de murciélagos registradas en Pastizal, Cultivo, Bosque Secundario, para el área de estudio.....	42
Figura 26.	Número de individuos capturados correspondiente a cada gremio alimenticio en las diferentes formaciones vegetales para todo el área de estudio.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diversidad y abundancia de murciélagos en toda el área de estudio.....	34
Tabla 2. Diversidad y abundancia de murciélagos en pastizal.....	36
Tabla 3. Diversidad y abundancia de murciélagos en cultivos.	37
Tabla 4. Diversidad y abundancia de murciélagos en bosque secundario.	38
Tabla 5. Riqueza específica (S) en la Zona de influencia de la vía Borja-Sumaco	43
Tabla 6. Riqueza específica (S) en Pastizal	44
Tabla 7. Riqueza específica (S) en Cultivos	44
Tabla 8. Riqueza específica (S) Bosque secundario	45
Tabla 9. Riqueza específica (S) por formaciones vegetales.....	46
Tabla 10. Índices de Shannon-Wiener por formaciones vegetales.	47
Tabla 11. Resumen de los índices de Simpson por formación vegetal.....	47
Tabla 12. Índice de Similitud de Jaccard	48
Tabla 13. Coeficiente de Similitud de Sorensen	49
Tabla 14. Número de especies de Quirópteros en relación con los tipos de dieta y el tipo de ecosistema en la zona de influencia de la Vía Borja-Sumaco.....	52
Tabla 15. Categorías de conservación de las especies de murciélagos registradas en la zona de influencia de la Vía Borja-Sumaco	55

RESUMEN

El estudio se realizó en la zona de influencia de la vía Borja – Sumaco, cantón Quijos, provincia del Napo, donde el Consejo Provincial pretende realizar trabajos de asfaltado. El objetivo del estudio es evidenciar posibles cambios en la composición biológica de murciélagos en dicha área. La diversidad, composición y abundancia de los quirópteros dependen fuertemente de la escala de modificación del paisaje. Dentro del área de influencia se encontraron tres tipos diferentes de hábitats: pastizal, cultivo y bosque secundario. Con el uso de redes de neblina se capturaron 63 individuos pertenecientes a tres familias, 11 géneros y 17 especies; 19 individuos fueron encontrados en pastizal, donde *Artibeus glaucus* presentó la mayor abundancia con 15,79% (n = 3), los cultivos fueron los sistemas vegetales que menor abundancia presentaron, con un total de 16 individuos, donde *Sturnira lilium* registró la mayor abundancia con 31,25% (n = 5); el bosque secundario fue el hábitat que mayor abundancia presentó, con un total de 28 individuos que representa el 44,44% de los individuos capturados; *Sturnira erythromos* fue la especie con mayor abundancia en el bosque secundario con 39,29% (n = 11). Se calcularon índices de diversidad de Shannon – Wiener y de Simpson para cada sitio, así como coeficientes de similitud de Jaccard y de Sorensen entre pares de hábitats. El área cuenta con una riqueza de especies de murciélagos importante, representando el 19% del total de murciélagos para la Amazonía ecuatoriana. El 18% del total de especies registradas están consideradas como vulnerables o casi amenazadas.

Palabras Clave:- Cambios en la composición biológica, apertura y mejoramiento de carreteras, Región Amazónica Ecuatoriana, abundancia y diversidad de quirópteros.

ABSTRACT

The study was carried out in the area of Borja – Sumaco road located in Quijos area, Napo Province, in which the State intends to perform an asphaltting job. The study's objective is to highlight the potential changes in the biological composition of bats in that area. The diversity, composition and abundance of bats in an area depend on the scale of landscape modification. Within the area of influence, there were found three different types of habitats: pasture, crops and secondary forest. Using mist nets, there were captured 63 individuals belonging to three families, 11 genders and 17 species; 19 individuals were found in pasture, where *Artibeus glaucus* presented the highest abundance with 15.79% (n = 3), the crops were the habitats which showed the lowest abundance of bats, with a total of 16 individuals, where *Sturnira lilium* recorded the highest abundance with 31.25% (n = 5), unlike the secondary forest habitat that presented the highest abundance, with a total of 28 individuals representing 44.44% of all individuals captured in the area of influence of the road; *Sturnira erythromos* was the most abundant species in the secondary forest with 39.29% (n = 11). Shannon - Wiener and Simpson diversity indexes were calculated for each site and Jaccard and Sorensen similitude coefficients between pairs of habitats. The area presents a considerable number of species of bats, representing 19% of bats in Ecuadorian Amazon. The 18% of all the registered species are considered vulnerable or near threatened.

Key words: biological evaluation, opening and improvement roads, Ecuadorian Amazon Region, abundance and diversity of bats

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Las carreteras en la actualidad son predominantes en muchos paisajes, su presencia va en constante incremento debido al crecimiento demográfico, urbanístico y avance de la frontera agrícola; por lo general, están asociadas con efectos negativos en la integridad biótica, como dispersión de especies exóticas y modificaciones en el comportamiento de los animales al ocasionar cambios en el área de vida, movimientos, éxito reproductivo y respuestas de escape (Trombulak y Frissell, 2000).

El Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Napo (GADPN), con la finalidad de integrar la Red Vial al desarrollo provincial, nacional e internacional, ha definido ejes viales estratégicos dentro del Plan Vial Provincial, que permiten la creación de nodos de desarrollo productivo, ganadero y turístico; por tal motivo se ha considerado como prioritaria su ejecución. Esta red vial facilitará la comercialización de productos, incentivará la producción, promoverá el turismo, integrará el sector social al desarrollo provincial, disminuirá tiempos y costos de servicio vehicular y mejorará el Producto Interno Bruto (PIB) con la creación de programas turísticos y ecológicos (Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Napo, 2012).

Debido a esto el GADPN pretende realizar los trabajos definitivos a nivel de carpeta asfáltica en la vía Borja - Sumaco.

Estos trabajos conllevarían como consecuencia algunos impactos ambientales negativos, de forma especial sobre la flora y fauna nativos, ya que toda creación o ampliación de vía trae como efectos la pérdida o fragmentación de hábitats naturales, pérdida de biodiversidad, animales atropellados, aumento de la contaminación ambiental y estimula la colonización (Nebel y Wright, 1999), por lo que es necesario e importante realizar un diagnóstico ambiental, para conocer el estado actual del área que será influenciada por el nuevo diseño de la vía (ensanchamiento y pavimentación, principalmente).

El Ecuador a pesar de ser uno de los países más pequeños de Sudamérica, forma parte de los 17 países megadiversos del mundo, alberga alrededor de 382 especies de mamíferos nativos (Tirira, 2007), lo que representa el 7% de las 5411 especies de mamíferos presentes en todo el Planeta, esta riqueza de mamíferos en el Ecuador podría elevarse en los próximos años, debido a posibles hallazgos y descripciones de nuevas especies (Narváez, 2010).

El 37,4% del total de mamíferos presentes en Ecuador corresponden al orden Quiróptera, la cual reúne un total de 143 especies, siendo los mamíferos con mayor diversidad registrada en el país (Narváez, 2010), en la región oriental del Ecuador habitan 91 especies diferentes de murciélagos (Tirira, 2007), lo que corresponde a más del 50% de quirópteros del país, esta diversidad de murciélagos podría estar seriamente amenazada, especialmente por las actividades antropogénicas que se han venido desarrollando en la región amazónica del país.

La parroquia de Borja, lugar donde se encuentra el área de influencia de la vía Borja - Sumaco, en la década de los ochenta sufrió una fuerte explotación maderera, debido a su cercanía a la ciudad de Quito, capital del Ecuador, acabando prácticamente

con sus remanentes boscosos, en la actualidad presenta pequeños parches de bosques secundarios los cuales se han recuperado con el pasar de los años.

Los micromamíferos son mamíferos de menor tamaño, a éstos se los divide por lo general en dos grupos; no voladores y voladores, esta división se basa en la gran variación que presentan en cuanto a su comportamiento, anatomía y biología (Boada, 2008). Los micromamíferos voladores corresponden al orden Quiróptera o murciélagos, cuya identificación taxonómica es compleja utilizando solo rastros u observación, por lo que es necesario la captura del espécimen (Boada, 2008).

El estudio de Narváez (2010) en Villano, oriente del Ecuador, analizó la relación que existe entre el número de murciélagos capturados en diferentes rangos de distancia frente a tres tipos de factores de impacto (plataforma petrolera, línea de flujo y asentamientos humanos), recomienda trabajar con murciélagos ya que son abundantes, fáciles de muestrear y presentan una historia natural diversa, además cumplen con varios requerimientos de las especies indicadoras del estado del hábitat, según Narváez (2010) la diversidad, composición y abundancia de los quirópteros depende fuertemente de la escala de modificación del paisaje.

Castro y Román (2000) realizaron una evaluación ecológica rápida de la mastofauna en el Parque Nacional Llanganates ubicado entre los 2000 m y 4000 m de altitud, los micromamíferos fueron los que mayor abundancia presentaron, principalmente los órdenes Quiróptera y Rodentia, al igual que el estudio de mastofauna realizado en la provincia del Carchi por Boada (2008) y el de Tirira y Boada (2009) en los bosques de Ceja Andina al nororiente del Carchi, que constituyen el área de transición entre el páramo y los bosques templados.

En el neotrópico, los murciélagos cumplen un papel importante dentro de la dinámica ecológica de los bosques, concretamente buena parte de los murciélagos de la familia Phyllostomidae, en especial las subfamilias Carollinae y Stenodermatinae, viven en mutualismo con numerosas especies de plantas, al alimentarse de los frutos que éstas producen dispersan sus semillas mediante sus heces, por lo que muchas plantas neotropicales han coevolucionado con estos dispersores, dando lugar a toda una compleja red de interacciones mutualistas entre murciélagos y las semillas de las plantas que dispersan (Arguero et al., 2012), lo que contribuye a la regeneración rápida de los bosques, debido a esto poseen un gran potencial como indicadores de perturbación ambiental, cumpliendo un rol importante en el mantenimiento de la diversidad de los trópicos (Toscano y Burneo, 2012).

Está directamente relacionada la declinación de individuos o especies de murciélagos con la fragmentación, alteración o deterioro de hábitats especial mente por actividades antropogénicas, por lo que existe una correlación entre la perturbación del bosque y la riqueza y abundancia de murciélagos, diferentes estudios han demostrado que existen cambios en la composición de las comunidades de murciélagos debido a alteraciones en el hábitat (Toscano y Burneo, 2012).

Si bien a partir de la década de 1990 se ha incrementado notablemente en el Ecuador el estudio del orden Quiróptera, llegando a ser uno de los más estudiados en el país, la alta diversidad que tiene, hace que la información conocida todavía sea incipiente para la mayoría de sus especies (Tirira, 2012). Los efectos ocasionados a las comunidades de murciélagos han sido provocados principalmente por la alteración y fragmentación de sus hábitats y en los últimos años por la persecución que éstos han sufrido por parte del hombre, por varios mitos injustificados, como la trasmisión de enfermedades (Tirira, 2012), lo que está induciendo a una matanza indiscriminada de

murciélagos por parte de las mismas autoridades ambientales y de salud del país, al igual que las comunidades y las asociaciones de ganaderos, las cuales por falta de conocimiento de la importancia ecológica que cumplen los murciélagos, los queman o los envenenan, desconociendo que la mayoría de murciélagos presentes en el país son frugívoros (Arguero et al., 2012; Toscano y Burneo, 2012) siendo estos inofensivos para el ser humano y ganado.

1.2. Micromamíferos Voladores

Los micromamíferos voladores corresponden al orden Chiroptera, que proviene de dos vocablos griegos, *keyros*, que quiere decir mano y *ptera*, ala (Torres y Guevara, 2010). Son conocidos comúnmente como murciélagos, la cual es una metátesis histórica de murciégalo, formado por la expresión del castellano antiguo *mur* del latín *mus* (ratón), cego diminutivo del término latín *caecus* (ciego) y *alatus* (alado), lo que significa, ratón ciego alado, nombre que se les dio en la antigüedad, ya que predominaba la creencia de que eran ciegos (Torres y Guevara, 2010).

Los murciélagos son uno de los grupos de mamíferos más numerosos del mundo y los de mayor número de especies en Ecuador (Tirira, 2007), solo por debajo de los roedores; están presentes en todos los continentes, excepto en la Antártida, ciertas islas remotas y nieves perpetuas de altas montañas. En Ecuador se han registrado individuos en los páramos hasta cerca de los 4500 msnm (Tirira, 2007).

El conjunto de adaptaciones y cambios evolutivos que poseen es único, no presentes en ningún otro orden de mamíferos (Albuja, 1999), como la capacidad de volar, para conseguir dicha característica, han desarrollado una serie de adaptaciones, especialmente en sus extremidades superiores, donde todos los dedos de las manos

están particularmente alargados a excepción del primer dígito, el pulgar, que se encuentra libre, corto y es el único con garra, mientras que los restantes cuatro soportan las alas, que son dos membranas epidérmicas unidas conocidas con el nombre de patagio (Tirira, 2007). Otra de sus adaptaciones que ha sido de gran interés para la ciencia es su sistema de ecolocalización, al igual que los delfines y cachalotes, que consiste en la utilización de un radar altamente efectivo basado en la emisión de sonidos vocales cortos de alta frecuencia, por lo general entre 20 y 120 kHz, los cuales no son perceptibles para el oído humano, ya que nuestro rango auditivo es menor a los 16 kHz (Tirira, 2007), estos ultra sonidos son emitidos por la nariz o la boca del murciélago, mediante contracciones de la laringe, los cuales viajan hasta chocar con cualquier objeto y a su retorno se transmiten al cerebro a través del sistema nervioso auditivo, lo que les ayuda a orientarse, detectar obstáculos, localizar presas o con motivos sociales e incluso les permite orientarse en la más completa oscuridad (Torres y Guevara, 2010).

Su forma de descanso es otra particularidad del orden Chiroptera, los cuales han adaptado sus extremidades inferiores, girando sus rodillas 180° de forma que las piernas se proyectan de lado y la cara de las rodillas casi hacia atrás, además, las garras de los pies son alargadas y curvas, los pulgares se encuentran libres y dotados de una uña, lo que les permite colgarse con la cabeza dirigida hacia abajo, posición en la que pasan gran parte de su vida, esta forma de descanso les permite emprender el vuelo rápidamente, dejándose solo caer, evitándoles gastar energía en impulsarse y ganar altura para el vuelo (Tirira, 2007). Cuando están colgados, su peso ejerce una tracción sobre los tendones que mantiene las garras en posición de enganche, permitiéndoles permanecer colgados incluso dormidos y no gastar energía aunque permanezcan en esa posición por largos períodos de tiempo (Albuja, 1999).

La identificación de las distintas especies es compleja, ya que la forma de los cráneos y los dientes así como su número, difiere según cada familia, género e incluso especie (Tirira, 2007), por lo que en la mayoría de los casos es necesario capturar al animal y estudiar pequeños detalles anatómicos de la dentición, orejas y nariz (Boada, 2008; Tirira, 2007).

1.3. Justificación

Debido a la gran variación que presentan los mamíferos en cuanto a su comportamiento, anatomía y biología, varios autores como Rodríguez-Tarrés (1987) y Suárez y Mena (1994), los han dividido en tres grupos: Macromamíferos, mesomamíferos y micromamíferos, con el fin de obtener grupos más homogéneos y facilitar su estudio.

Los micromamíferos son aquellos mamíferos de menor tamaño que poseen un peso inferior a 100 gramos o no muy superior, tales como roedores, musarañas, murciélagos y algunos pequeños marsupiales (Suárez y Mena, 1994), éstos desempeñan funciones muy importantes para el funcionamiento y salud de los ecosistemas naturales, pues contribuyen a la regeneración de los bosques gracias a los servicios ecológicos que proporcionan como polinizadores, dispersores de semillas y controladores de poblaciones de insectos (Medellín et al., 2000).

La evaluación biológica de micromamíferos de cualquier área por donde pase o se planifique la construcción de una vía es fundamental, pues aporta al conocimiento de la biodiversidad y permite sugerir las acciones tendientes a minimizar los impactos que puedan producirse sobre las comunidades de micromamíferos (ENTRIX, 2011), provocados por la construcción, operación y mantenimiento de la vía. Más aún en

áreas de transición entre bosque nublado y bosque lluvioso tropical, los cuales se caracterizan por su alta biodiversidad (Anhalzer y Lozano, 2006), como es la superficie donde se encuentra la vía Borja – Sumaco, que a pesar de encontrarse alterada, es un espacio importante que guarda una diversidad biológica interesante y al mismo tiempo es fuente de sustento para las poblaciones locales, las cuales en su gran mayoría se dedican a la agricultura, ganadería y ecoturismo.

Así mismo resulta importante llevar a cabo una evaluación biológica de los micromamíferos voladores en el sector donde se desarrollará el asfaltado, como el área de influencia de la vía Borja - Sumaco, con el fin de evidenciar los posibles cambios en la composición biológica de dicha área y si cabe, establecer medidas de recuperación o control ambiental.

De igual forma, el desarrollo de inventarios y estudios que evalúen y comparen el estado de las comunidades y el comportamiento de los micromamíferos voladores en los diferentes tipos de formaciones vegetales de una misma zona, son importantes ya que en la actualidad existe un vacío de información al respecto, el cual debe ser atendido de manera urgente por la comunidad científica del país (Castro y Román, 2000).

Si bien existen estudios que han demostrado cambios en la composición de las comunidades de murciélagos debido a alteraciones en el hábitat, no existen estudios publicados sobre los efectos de dichas perturbaciones en comunidades de murciélagos en la Amazonía de Ecuador (Toscano y Burneo, 2012).

1.4. Objetivos

Objetivo general

- Comparar la abundancia y diversidad de murciélagos presentes en diferentes tipos de vegetación del área de influencia de la carretera Borja – Sumaco, como indicadores de la calidad del ecosistema.

Objetivos específicos

- Cuantificar la abundancia relativa de especies de murciélagos presentes en el área de estudio.
- Determinar la diversidad alfa y beta de murciélagos presentes en el área de influencia de la vía Borja – Sumaco.
- Identificar el estado de conservación de las diferentes especies de micromamíferos voladores que habitan el área de estudio.
- Determinar las diferencias de diversidad y abundancia de especies entre las diferentes formaciones vegetales evaluadas.

1.5. Hipótesis

El bosque secundario que se encuentra dentro del área de influencia de la vía Borja – Sumaco cuenta con mayor diversidad de murciélagos, seguido por los cultivos y con menor diversidad los pastizales.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el área de influencia de la vía Borja - Sumaco, a lo largo de 5 km de longitud.

El sector se encuentra ubicado en la provincia de Napo, Cantón Quijos, dentro de las poblaciones comprendidas en las parroquias Borja y Sumaco.

El inicio de la vía está ubicado en la esquina de las calles Tramarollo y Pedro Dalmazo, frente al Coliseo Virgilio Dávila Cajas de la parroquia Borja (Figura 1) y termina en la intersección de la vía Baeza – Chaco, entrada a Salahonda (Figura 2).



Fuente: C Cando, 2013

Figura 1. Sitio de inicio. Calles Tramarollo y Pedro Dalmazo

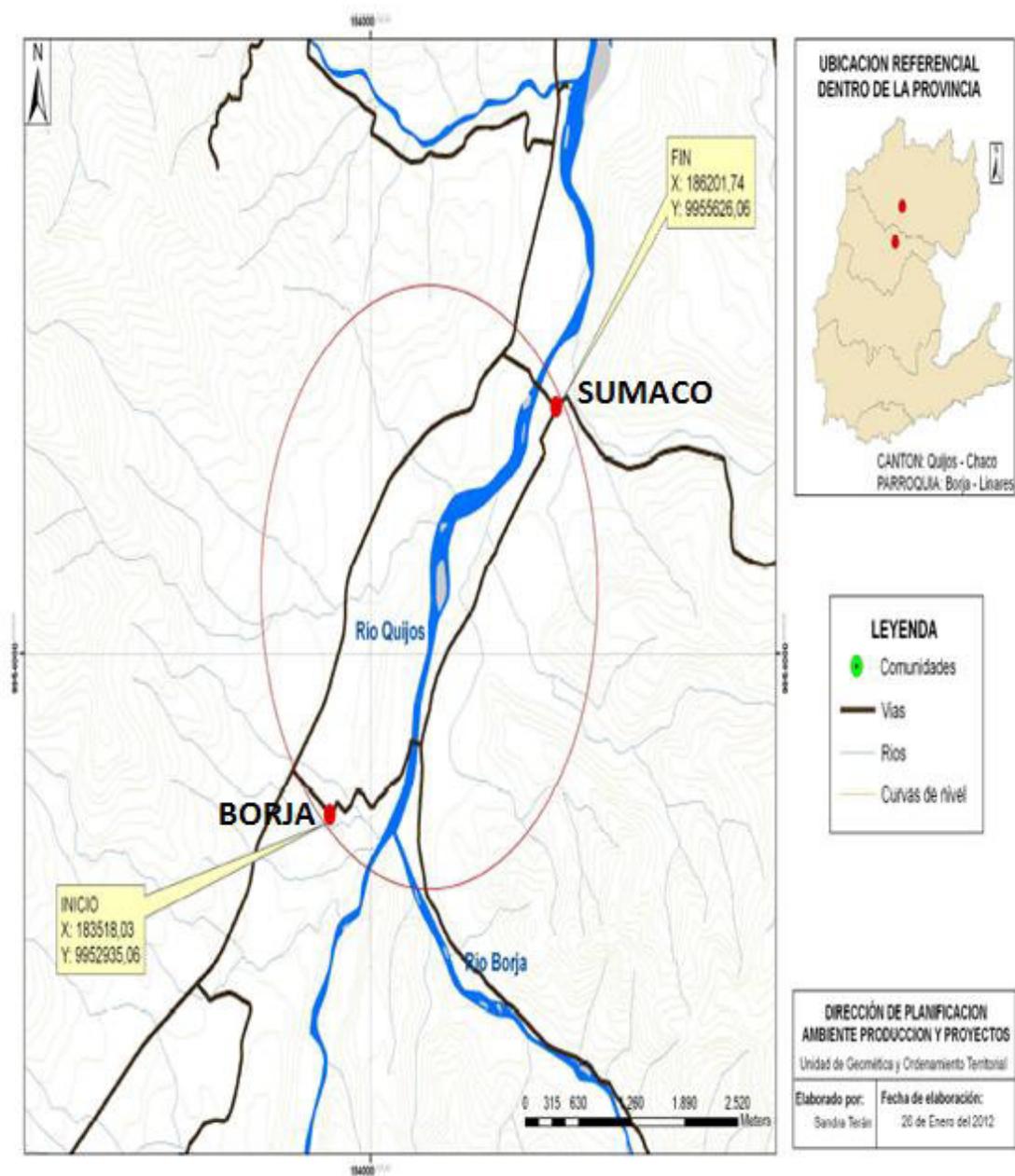


Fuente: C Cando, 2013

Figura 2. Sitio de llegada. Vía Baeza – Chaco (Entrada a Salahonda)

El sitio de inicio y llegada de la vía estudiada se halla entre las coordenadas UTM WGS84, 17S, Inicio: 9952935 N, 183518 E; Llegada: 17S, 9955626 N, 186201 E.

El desarrollo y área de influencia de la vía en estudio es como se muestra en la Figura 3.



Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial del Napo, 2012

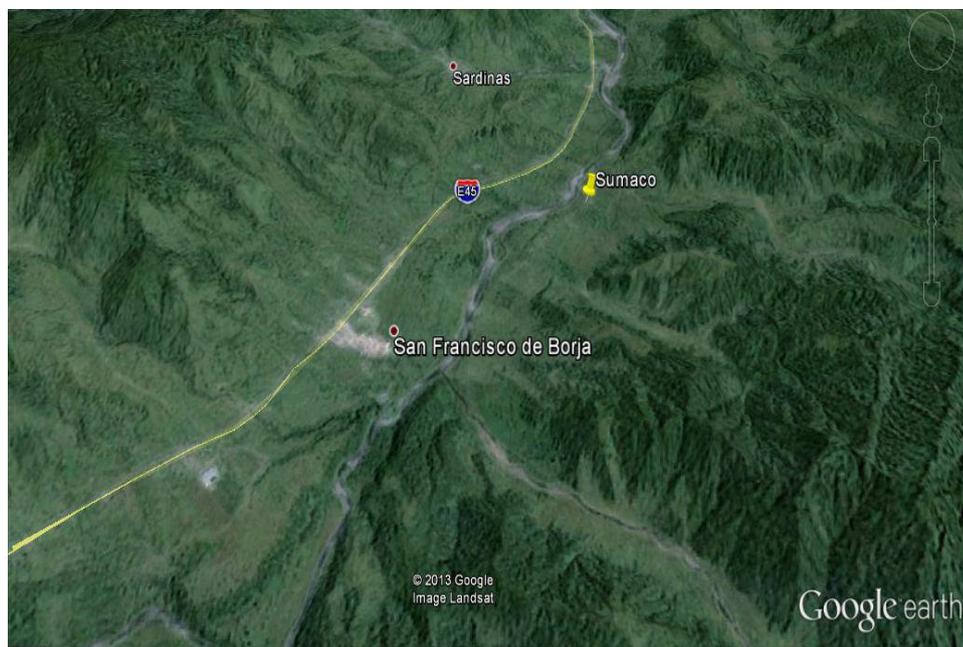
Figura 3. Mostrando punto inicial y final de la faja investigada.

2.1.1. Condiciones existentes

La configuración del relieve por donde atraviesa la vía, es plana en su mayoría y con pocos tramos ondulados que no superan los 5° de pendiente.

La vía objeto de estudio cuenta con un ancho que varía entre 3,30 y 5,50 m., el tipo de su capa de rodadura es de lastrado.

El área de influencia de la vía Borja – Sumaco se encuentra dentro de la región bioclimática Bosque siempreverde montano bajo, según la clasificación de Vegetación para el Ecuador continental de Sierra (1999). Dicha región está ubicada sobre las laderas de la Cordillera Galeras (Figura 4), presenta temperaturas anuales entre 12° - 18°C, con altitudes de 1200 – 2000 msnm, permanece siempre verde y muy denso debido a la gran cantidad de neblina y humedad característica del sector.



Fuente: Google Earth, 2013.

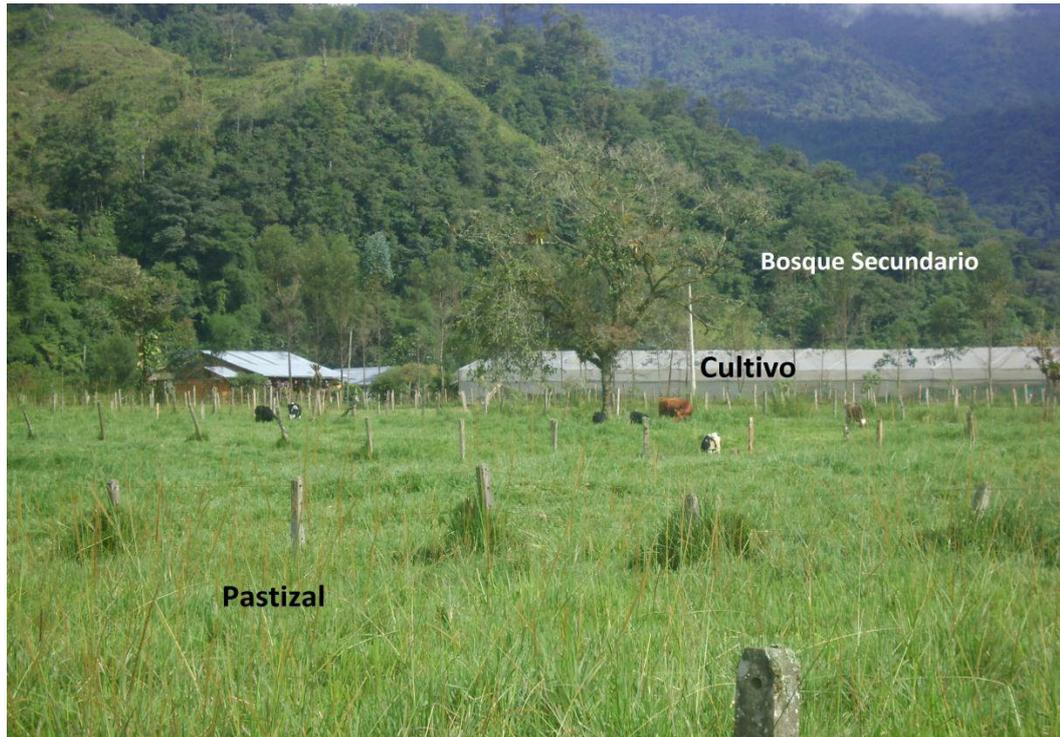
Figura 4. Área de influencia de la vía Borja-Sumaco

Según el mapa zoo geográfico del Ecuador de Albuja et al. (1980) el área de influencia de la vía se encuentra dentro de los pisos subtropicales oriental y tropical oriental. Este ecosistema se caracteriza por una gran llanura con ligeras ondulaciones que va desde el declive oriental a unos 800 – 1.000 msnm. hasta las partes bajas que llegan aproximadamente a los 200 m de altitud.

Basándonos en la clasificación de Anhalzer y Lozano (2006), se puede señalar que el área de influencia de la vía Borja – Sumaco se encuentra en una zona de transición entre bosque nublado (donde llega la humedad atraída por los vientos desde las llanuras tropicales los cuales al estrellarse con los Andes caen en forma de precipitación que se suma a la humedad retenida por la constante neblina típica del lugar) y bosque lluvioso tropical (que se caracteriza por poseer temperaturas altas y humedad constantes) lo cual lo ha transformado en el lugar ideal para albergar una gran diversidad biológica.

2.1.2. Formaciones vegetales identificadas

A lo largo de la zona de influencia de la vía Borja – Sumaco, encontramos los siguientes tipos de vegetación: Pastizales, Cultivos y Bosque secundario (Figura 5).



Fuente: C Cando, 2013

Figura 5. Formaciones vegetales en el área de influencia de la vía en estudio

2.1.2.1. Pastizales

Este tipo de vegetación es la más abundante en la zona de influencia de la vía, corresponde a áreas cubiertas por especies herbáceas o forrajeras, entre las más dominantes están el gramalote *Axonopus scoparius* y mikai macho *Axonopus* sp., las cuales son introducidas por los pobladores del sector para el desarrollo de actividades agropecuarias (Figura 6).



Fuente: C Cando, 2013

Figura 6. Pastizal

En los pastizales se pueden divisar pequeños remanentes de *Ficus americana*, utilizada por los agricultores para dividir los potreros para el ganado.

2.1.2.2 Cultivos

A lo largo de la zona de influencia de la vía se encuentran varias franjas de poca extensión de terreno donde los agricultores han creado pequeños agrosistemas de cultivos de: guayaba *Psidium guajava*, maíz *Zea mays*, granadilla *Passiflora ligularis* (Figura 7), tomate de árbol *Solanum betaceum*, naranjilla *Solanum quitoense* e invernaderos dedicados al cultivo de tomate riñón *Solanum lycopersicon*; la gran mayoría de cultivos son para el auto consumo y/o venta local.



Fuente: C Cando, 2013

Figura 7. Cultivo de granadilla *Passiflora ligularis*.

2.1.2.3. Bosque secundario

Al ser una zona dedicada a la agricultura y en mayor cantidad a la ganadería, en la zona no se encuentran bosques primarios, pero se puede observar pequeños parches de bosques secundarios juveniles (Figura 8), los cuales están poblados principalmente por plantas pioneras que ocupan áreas donde el ser humano a su tiempo degradó el bosque natural con el fin de obtener madera mediante procesos de tala.

Las plantas pioneras al momento se encuentran en diferentes estadios de regeneración natural, principalmente en estadio juvenil y alcanzan un dosel aproximado de hasta 18 m de alto. Las especies más representativas que se observan son: *Ochroma pyramidale* (Bombacaceae), *Cedrela odorata* (Meliaceae), *Dictyocaryum lamarckianum*, *Inga sapindoides* (Fabaceae), *Heliconia latispatha*

(Heliconiaceae), *Ficus americana* (Morae), de igual forma gran cantidad de epifitas pertenecientes a; Piperaceae, Melastomataceae, Orchidaceae y Bromeliaceae.



Fuente: C Cando, 2013

Figura 8. Bosque secundario

2.2. Trabajo de campo

El trabajo de campo se llevó a cabo en la zona de influencia de la vía Borja – Sumaco, en la poligonal de la misma. Contó con una duración de 36 días de trabajo efectivo de campo, comprendidos entre el 29 de marzo al 03 de mayo del 2013, repartidos en tres áreas de estudio.

La técnica que se utilizó para el estudio de los micromamíferos voladores (murciélagos) fue la misma utilizada por Boada (2008) y Tirira y Boada (2009), utilizando redes de neblina de 12 m de longitud x 3 m de alto (Figura 9).

Se utilizaron 10 redes colocadas cada 30m de manera perpendicular a un transecto de 300 m de longitud.

En cada localidad se estableció un transecto con un tiempo de permanencia de 12 noches consecutivas en cada uno. Las redes permanecieron abiertas (Figura 10) entre las 18h00 y las 23h00 (cinco horas por red) como lo propuesto por Tirira y Boada (2009).



Figura 10. Red de neblina

Se puede observar la longitud total de la red una vez extendida y el hilo de la misma, el cual es más fino que un cabello.

Fuente: C Cando, 2013



Figura 9. Red de neblina abierta

Se puede observar la red de neblina extendida en uno de los puntos de muestreo en el bosque secundario.

El esfuerzo de captura fue de cinco horas/red, es decir 50 horas/noche lo que da un esfuerzo total de 600 horas.

Esto quiere decir que para cada localidad o tipo de vegetación, el esfuerzo de captura fue de 600 horas y de 1800 horas de esfuerzo para todo el estudio.

Es importante recalcar que se utilizó la misma técnica de campo y horas de esfuerzo en las tres formaciones vegetales.

Adicionalmente, se caracterizó el tipo de hábitat (pastizal, cultivo, bosque secundario), de cada sitio de muestreo donde se colocaron las redes.

En el campo, una vez capturados los individuos (Figuras 11-12) se llevó a cabo el registro de cada uno de ellos, adicionando los siguientes datos:

- Datos ecológicos: tipo de hábitat y condiciones climáticas.
- Datos de colección: fecha, localidad exacta de colección, número de estación de trampeo, tipo de preparación, nombres de los colectores.
- Datos morfológicos cuantitativos: longitud cabeza-cuerpo, largo de cola, largo de oreja, largo de pata posterior, largo del antebrazo.



Figura 11. Individuos en la red

Obsérvese individuos atrapados en las redes de neblina.

Fuente: C Cando, 2013



Figura 12. Individuo capturado

Individuo de la familia Phyllostomidae, capturado en uno de los puntos de muestreo en el pastizal.

Los individuos capturados fueron identificados (Figura 13) utilizando las claves de identificación de Albuja (1999) y Tirira (2007) en el Laboratorio de Biología de la Universidad Internacional del Ecuador, con la ayuda de un estereoscopio usando aumentos de 2X y 4X, se tomaron medidas corporales y craneales (Figuras 14 – 18), de igual forma se determinó el sexo de cada individuo capturado (Figuras 19 - 20), en el anexo 9 se muestra un registro fotográfico de algunas de las especies registradas en este estudio.



Figura 13. Identificación de individuos

Fuente: C Cando, 2013



Figura 15. Uso de estereoscopio



Figura 14. Medición del antebrazo

Fuente: C Cando, 2013



Figura 16. Medición cuerpo cabeza



Figura 18. Medición la oreja

Fuente: C Cando, 2013



Figura 19. Medición de la pata posterior



Figura 17. Individuo macho Sturnira

Fuente: C Cando, 2013



Figura 20. Individuo hembra Sturnira

Algunos especímenes fueron colocados en alcohol al 70% (Figuras 21 - 22), luego depositados como voucher en el Museo de Zoología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (QCAZ) donde su identificación fue reconfirmada (utilizando las claves de Gardner, 2007 y Tirira, 2007).



Figura 21. Forma de transporte de individuos de campo a laboratorio



Figura 22. Conservación de individuos en alcohol al 70%

Fuente: C Cando, 2013

Para obtener la abundancia relativa de murciélagos, del área de influencia de la vía Borja – Sumaco, nos basamos en Tirira (2007), dieta y gremios alimenticios según Kalko et al. (1996) y Tirira (2007) y estado de conservación basándonos en las categorías correspondientes que aparecen en UICN (2008) y Tirira (2011).

2.3. Variables

Independientes:

- Localidades (diferentes formaciones vegetales).

Dependientes:

- Abundancia de murciélagos.

2.4. Análisis matemáticos de biodiversidad

Para determinar la diversidad alfa y beta de especies de murciélagos presentes en el área de influencia de la vía Borja – Sumaco, se llevó a cabo los siguientes procedimientos.

2.4.1. Diversidad Alfa

La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad determinada generalmente homogénea, dentro de un hábitat particular. La definición de una comunidad es dependiente de los objetivos y escala de trabajo (IDIRBAVH, 2004). En nuestro caso, se propuso que sea a nivel de tipo de formación vegetal (Pastizales, Cultivos y Bosque Secundario).

La diversidad alfa se la puede caracterizar usando varios índices considerando aspectos como abundancia, riqueza específica, etc, o únicamente por el conteo del número de especies de un sitio, al cual se lo denomina como índice de riqueza específica, pero es recomendable para obtener parámetros completos de la diversidad de especies en un hábitat, cuantificar el número de especies y su representatividad (Moreno, 2001).

Para medir la diversidad alfa de las especies de murciélagos presentes en el área de estudio, se determinaron:

2.4.1.1. Riqueza específica (S)

Es el número total de especies obtenido por un censo de la comunidad, mismo que se llevó a cabo del 29 de marzo al 03 de mayo del 2013, en el área de influencia

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

2.4.1.2. Índice de Shannon

El índice de Shannon o de Shannon-Wiener es uno de los más utilizados para medir la biodiversidad tanto en ecología como en otras ciencias relacionadas (Moreno, 2001), se basa en la teoría de la información y por tanto en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema, asume que todas las especies están representadas en las muestras; indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas (IDIRBAVH, 2004).

Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo que va desde el 0, cuando hay una sola especie, hasta el logaritmo natural del número total de especies registradas, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2001).

La fórmula del índice de Shannon es la siguiente:

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

Dónde:

S = número de especies (la riqueza de especies)

P_i = proporción de individuos de la especie i , respecto al total de individuos, es decir la abundancia relativa de la especie i , lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra: $\frac{n_i}{N}$

n_i = número de individuos de la especie i

N = número de todos los individuos de todas las especies

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio, esto quiere decir la riqueza de especies y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies, que viene a ser la abundancia (IDIRBAVH, 2004).

2.4.1.3. Índice Simpson

Muestra la probabilidad de que dos individuos sacados al azar de una muestra correspondan a la misma especie (IDIRBAVH, 2004). Este se encuentra fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988). Para poder interpretar el índice en una forma directa, que aumente con la diversidad en vez de disminuir, utilizamos el inverso del índice de Simpson, donde 0 corresponde a la menor diversidad y 1 a la mayor diversidad (Moreno, 2001).

La fórmula que utilizamos correspondió a $1 - D$,

$$\text{Siendo } D = \sum p_i^2$$

Dónde:

p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra (Moreno, 2001).

2.4.2. Medición de la diversidad Beta

La diversidad beta o diversidad entre hábitats es la medida del grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre las comunidades que se encuentran en un área mayor (IDIRBAVH, 2004). A diferencia de la diversidad alfa, la cual puede ser medida fácilmente en función del número de especies, la medición de la diversidad beta es de una dimensión diferente porque está basada en proporciones o diferencias (Magurran, 1988).

Estas proporciones pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia-ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos, biomasa, densidad, cobertura, etc.), o bien con índices de diversidad beta propiamente dichos (Magurran, 1988; Wilson y Shmida, 1984).

Para medir la diversidad beta de las especies de murciélagos presentes en el área de estudio, calculamos los siguientes índices:

2.4.2.1. Coeficiente cualitativo de similitud de Jaccard

Es la relación del número de especies compartidas entre dos formaciones vegetales con el número total de especies exclusivas (IDIRBAVH, 2004). Con el fin de comparar todas las formaciones vegetales identificadas en el área de estudio, se realizaron las siguientes relaciones:

- Pastizal – Cultivo
- Pastizal – Bosque secundario

- Cultivo – Bosque secundario

Para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$I_j = \frac{c}{a+b-c} 100$$

Dónde:

a= número de especies en el sitio A

b= número de especies en el sitio B

c= número de especies presentes en ambos sitios A y B, es decir que están compartidas

El rango de este índice va desde cero (0) cuando no hay especies compartidas, hasta 100% cuando los dos sitios comparten las mismas especies. Este índice se lo utiliza para medir diferencias en la presencia o ausencia de especies (Moreno, 2001).

2.4.2.2. Coeficiente cualitativo de similitud de Sorensen

Es la relación entre el número de especies compartidas con la media aritmética de las especies de ambos sitios (IDIRBAVH, 2004). Se realizaron las comparaciones de las tres formaciones vegetales, con la siguiente fórmula:

$$I_s = \frac{2c}{a + b} * 100$$

Dónde:

a= número de especies en el sitio A

b= número de especies en el sitio B

c= número de especies presentes en ambos sitios A y B, es decir que están compartidas.

2.4.3. Pruebas de contraste entre hábitats

Se refieren a los procedimientos estadísticos mediante los cuales determinamos si la diversidad y abundancia de la quiropterofauna obtenida difiere entre los sistemas estudiados. Se realizaron las pruebas: Q de Cochran (Q) y W de Kendall (W), En ambos casos el nivel de decisión α fue 0,05 al igual que en el estudio de Pozo y Eras (2012). Para esto se utilizó el programa SPSS 17 MULTILENGUAJE.

2.4.3.1. Prueba Q de Cochran (Q)

Es una prueba no paramétrica de comparación de proporciones, extensión de la prueba de McNemar, que se utiliza en los modelos experimentales con tres o más series de frecuencias o proporciones difieren significativamente entre sí (Sánchez, 2009). Para nuestro estudio, permite determinar si la frecuencia de las especies de quirópteros en las diferentes formaciones vegetales difieren o no entre ellas.

La ecuación es la siguiente:

$$X^2_Q = \frac{(K - 1) [K \sum G_n^2 - (\sum G_n)^2]}{K \sum L_c - \sum L_c^2}$$

Dónde:

X²Q = estadístico ji cuadrada de la prueba Q de Cochran.

K = número de tratamientos.

G_n = número total de respuestas de cambio de cada tratamiento o columna.

L_c = número total de respuestas de cambio por individuo de la muestra o hileras.

2.4.3.2. Coeficiente W de Kendall (W)

Mide el grado de concordancia entre un grupo de elementos (K) y un grupo de características (n) (Sánchez, 2009). De esta manera, podemos comparar la presencia de cada una de las especies en las diferentes formaciones vegetales y si existe algún tipo de correlación entre ellas.

El coeficiente de concordancia de Kendall toma valores entre 0 y 1 (0 para la ausencia de concordancia, 1 para la total concordancia) (Sánchez, 2009).

La fórmula para la obtención del coeficiente es la siguiente:

$$w = \frac{S}{1/12 K^2 (N^3 - N) - K \sum Li}$$

Dónde:

W = coeficiente de concordancia de Kendall.

S = suma de los cuadrados de las diferencias observadas con respecto a un promedio.

N = Tamaño de la muestra en función del número de tripletes, tetrapletes, quintupletes, etc.

K = número de variables incluidas.

Li = sumatoria de las ligas o empates entre los rangos.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Diversidad y abundancia

El total de murciélagos capturados fue de 63 individuos, distribuidos en tres familias, 11 géneros y 17 especies (Tabla 1). A pesar que la mayor abundancia ($n=28$ individuos) y riqueza ($S=11$ especies) se encontró en el Bosque Secundario.

La familia Phyllostomidae fue la más diversa con 14 especies, dentro de ella, Stenodermatinae registró 10 especies, Glossophaginae y Carollinae dos cada una.

En cuanto al número de especímenes, Stenodermatinae tuvo 50 individuos (79,4%), Glossophaginae dos individuos (3,2%) y Carollinae cuatro individuos (6,4%) del total de murciélagos capturados (Tabla 1).

La familia Vespertilionidae presentó dos especies en la subfamilia Myotinae, con un individuo cada uno, representando al 3,2% de los individuos capturados (Tabla 1).

Finalmente la familia Molossidae estuvo representada por una sola especie, siendo la familia que menor diversidad presentó (Tabla 1).

Tabla 1. Diversidad y abundancia de murciélagos en la zona de influencia de la Vía Borja - Sumaco.

Familia	Subfamilia	Género	Especie	Capturas	Porcentaje %
Phyllostomidae	Stenodermatinae	Sturnira	S. erythromos	16	25,40
			S. liliium	13	20,63
			S. aratathomasi	2	3,17
			S. tilidae	1	1,59
			S. oporaphilum	2	3,17
		Platyrrhinus	P. ismaeli	3	4,76
		Artibeus (Dermanura)	A. glaucus	7	11,11
		Vampyroides	V. caraccioli	1	1,59
		Vampyressa	V. thylene	1	1,59
		Enchisthenes	E. hartii	4	6,35
	Glossophaginae	Anoura	A. geoffroyi	1	1,59
			A. caudifer	1	1,59
	Carollinae	Rhinophylla	R. pumilio	3	4,76
Carollia		C. brevicauda	1	1,59	
Vespertilionidae	Myotinae	Myotis	M. keaysi	1	1,59
			M. nigricans	1	1,59
Molossidae		Tadarida	T. brasiliensis	5	7,94
Total				63	100

Según Fenton y colaboradores (1992), Kalko y colaboradores (1996) y Medellín y colaboradores (2000), la familia más diversa para el Neotrópico es Phyllostomidae, constituida por seis subfamilias y 123 especies (Narváez, 2010), lo que coincide con el presente estudio (Tabla 1). Una de las posibles razones por la cual esta familia presentó el mayor número de capturas pudo haber sido el uso de redes de neblina ya que éstas

limitan el muestreo al estrato de sotobosque: desde el nivel del suelo hasta tres metros de altura (Toscano y Burneo, 2012); otra de las razones pudiera ser un más agudo sistema de ecolocalización que poseen los murciélagos insectívoros los cuales pueden detectar y evitar las redes de neblina (Simmons y Voss, 1998), por lo que en varios estudios (Narvaez, 2010; Pozo y Eras, 2012; Tirira y Boada, 2012) las familias Emballonuridae, Noctilionidae, Thyropteridae y Molossidae no tienen una gran representatividad o se encuentran ausentes, ya que sus especies son insectívoras, al igual que en este estudio que únicamente obtuvimos una sola especie de Molossidae representada por *Tadarida brasiliensis*. A diferencia de los filostómidos que no detectan con facilidad las redes de neblina, lo que hace más fácil su captura (Narvárez, 2010) y también su mayor representatividad numérica en los conteos finales.

3.1.1. Diversidad en Pastizales

Se capturaron 19 individuos pertenecientes a diez especies, siendo Phyllostomidae la familia que mayor diversidad presentó con siete especies, seguida de Vespertilionidae con dos y Molossidae con una (Tabla 2).

Tabla 2. Diversidad y abundancia de murciélagos en pastizal.

Familia	Subfamilia	Género	Especie	Capturas	Porcentaje %
Phyllostomidae	Stenodermatinae	Sturnira	S. erythromos	1	5,26
			S. lilium	4	21,05
			S. oporaphilum	1	5,26
		Artibeus (Dermanura)	A. glaucus	3	15,79
		Vampyressa	V. thyone	1	5,26
	Glossophaginae	Anaura	A. caudifer	1	5,26
	Carollinae	Rhinophylla	R. pumilio	1	5,26
Vespertilionidae		Myotis	M. keaysi	1	5,26
			M. nigricans	1	5,26
Molossidae		Tadarida	T. brasiliensis	5	26,32
Total				19	100

Estos resultados coinciden con la investigación realizada por Pozo y Eras (2012) quienes registraron en pastizales, al noroccidente de Ecuador en la provincia de Santo Domingo, mayor diversidad de Phyllostomidae con siete especies y Vespertilionidae con dos.

3.1.2. Diversidad en Cultivos

Se registró un total de 16 individuos, todos pertenecientes a los filostómidos, cuatro especies en la subfamilia Stenodermatinae y una en Carolliinae (Tabla 3).

Tabla 3. Diversidad y abundancia de murciélagos en cultivos.

Familia	Subfamilia	Género	Especie	Capturas	Porcentaje %
Phyllostomidae	Stenodermatinae	Enchisthenes	E.hartii	4	25
		Sturnira	S. lilium	5	31,25
			S. erythromos	4	25
		Artibeus (Dermanura)	A. glaucus	2	12,5
	Carolliinae	Rynophylla	R. pumilio	1	6,25
TOTAL				16	100

Todos los individuos capturados en cultivos en estudios similares como el de Pozo y Eras (2012) pertenecen a Phyllostomidae, coinciden con los resultados aquí presentados.

3.1.3. Diversidad Bosque Secundario

Se registró un total de 28 individuos capturados pertenecientes a Phyllostomidae, siendo la formación vegetal que mayor número de individuos presentó, pertenecientes a 11 especies. Stenodermatinae fue la subfamilia con mayor riqueza (8 especies), seguido por Carolliinae (2) y Glossophaginae (1) (Tabla 4).

Tabla 4. Diversidad y abundancia de murciélagos en bosque secundario.

Familia	Subfamilia	Género	Especie	Capturas	Porcentaje %
Phyllostomidae	Stenodermatinae	Sturnira	S. erythromos	11	39,29
			S. lilium	4	14,29
			S. aratathomasi	2	7,14
			S. oporaphilum	1	3,57
			S. tilidae	1	3,57
		Platyrrhinus	P. ismaeli	3	10,71
		Artibeus (Dermanura)	A. glaucus	2	7,14
		Vampyrodes	V. caraccioli	1	3,57
	Glossophaginae	Anaura	A. geoffroyi	1	3,57
	Carolliinae	Rhinophylla	R. pumilio	1	3,57
		Carollia	C. brevicauda	1	3,57
TOTAL				28	100

Según Toscano y Burneo (2012), la composición y abundancia de murciélagos a lo largo de una gradiente de distancia de 1.200 m, a partir de una carretera construida en la Amazonía ecuatoriana en la provincia de Orellana, demuestra que las especies de las subfamilias Carolliinae y Stenodermatinae están ampliamente distribuidas en toda la gradiente de distancia, pero su abundancia es mayor en los primeros 100 m, lo que coincide con nuestros resultados (Tabla 4), donde Stenodermatinae y Carolliinae son las subfamilias con mayor abundancia en el bosque secundario dentro del área de influencia directa de la vía Borja – Sumaco.

Finalmente, cabe mencionar que la mayor abundancia registrada en este estudio es la del bosque secundario con 28 individuos, seguido por pastizal con 19 y cultivos

con 16, en concordancia con la investigación de Pozo y Eras (2012), quienes obtuvieron una mayor abundancia en pastizales que en cultivos.

3.2. Abundancia Relativa

De acuerdo a la categorización hecha por Tirira (2007) las especies registradas en el presente estudio corresponden de la siguiente manera: nueve especies Comunes (52,94%), seis No Comunes (35,29%) y dos Raras (11,76%).

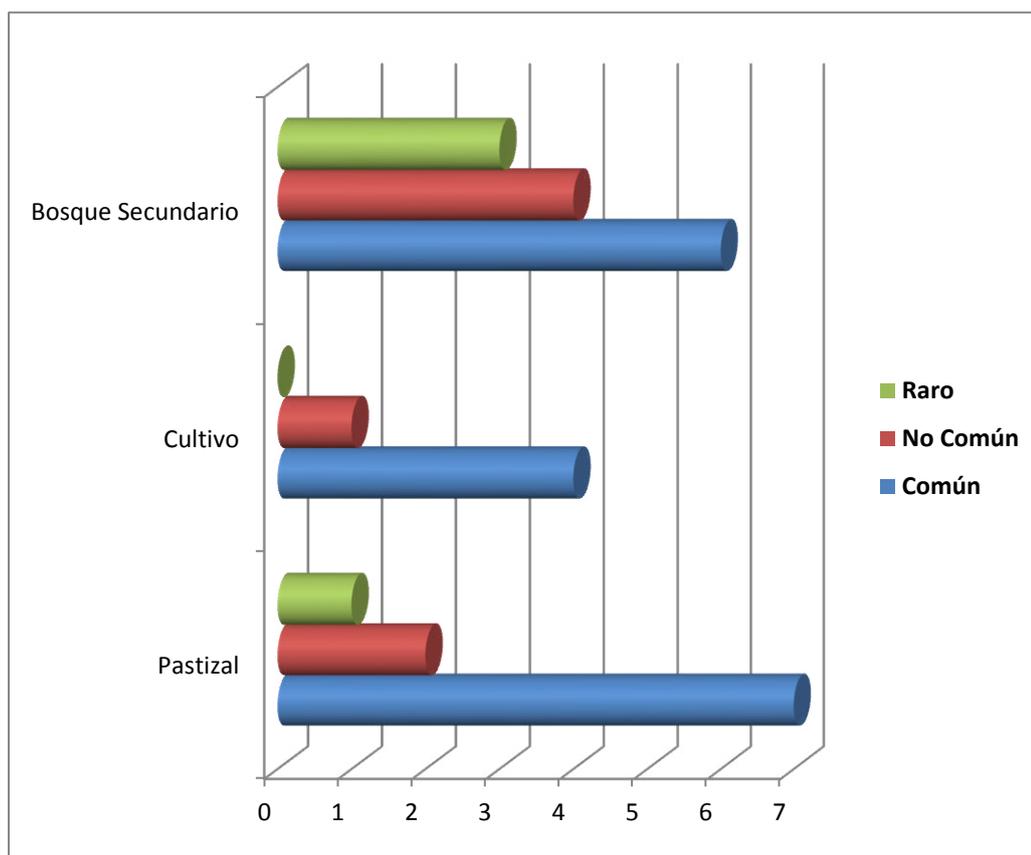
En el anexo 8 se enseña la Categoría de Abundancia de estas 17 especies, considerando cada ecosistema.

De las nueve especies categorizadas como comunes según Tirira (2007) en nuestro estudio tres coinciden con dicha categorización, ya que presentaron una abundancia alta: *Sturnira erythromos* (n=16 individuos), *Sturnira lilium* (n=13) y *Artibeus glaucus* (n=7), los cuales en conjunto representan un 57,14% del total de individuos registrados en el estudio. Mientras que 14 especies que representan un 42,85% estuvieron representadas por pocos registros, lo cual coincide con el estudio de Toscano y Burneo (2012), quienes en cinco especies obtuvieron 56% de la abundancia de todo el estudio, mientras que en 28 especies obtuvieron el 43,8%; esto también concuerda con Fleming et al. (1972) quienes reportan que las comunidades de murciélagos en Costa Rica y Panamá estuvieron caracterizadas por la presencia de tres a cuatro especies comunes con abundancias relativamente altas y muchas especies raras con un bajo número de individuos.

En la Figura 23 podemos observar que la mayor cantidad de especies comunes se concentraron en pastizal, seguido por el bosque secundario y por último en cultivos, esto se puede deber a que la mayor cantidad de especies comunes prefieren volar en

bordes o paisajes despejados por la facilidad de navegación como también lo mencionan Lindner y Morawetz (2006).

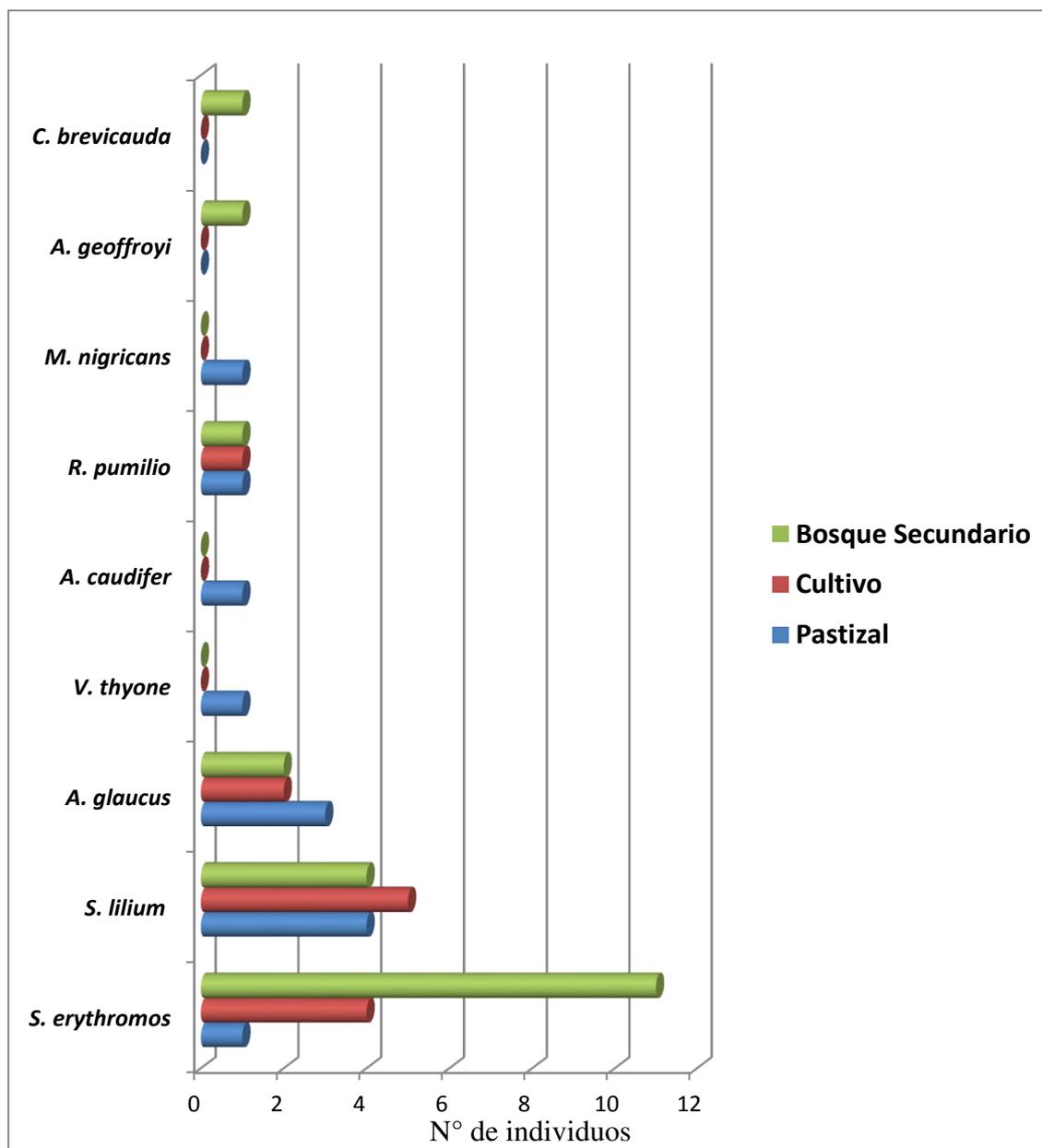
Las especies no comunes estuvieron mejor representadas en el bosque secundario, seguido por el pastizal y con el menor número de especies en cultivos, las especies consideradas como raras no tuvieron ningún representante en cultivo, a diferencia del bosque secundario, donde se registró el mayor número de estas especies, seguido por el pastizal, lo cual concuerda con los estudios de Toscano y Burneo (2012); y Tirira y Boada (2012) donde se menciona que el número de especies raras y no comunes van aumentando según va mejorando el grado de conservación de la flora y fauna.



Fuente: C Cando, 2013

Figura 23. Comparación de la abundancia de las especies de murciélagos registradas en toda el área de estudio.

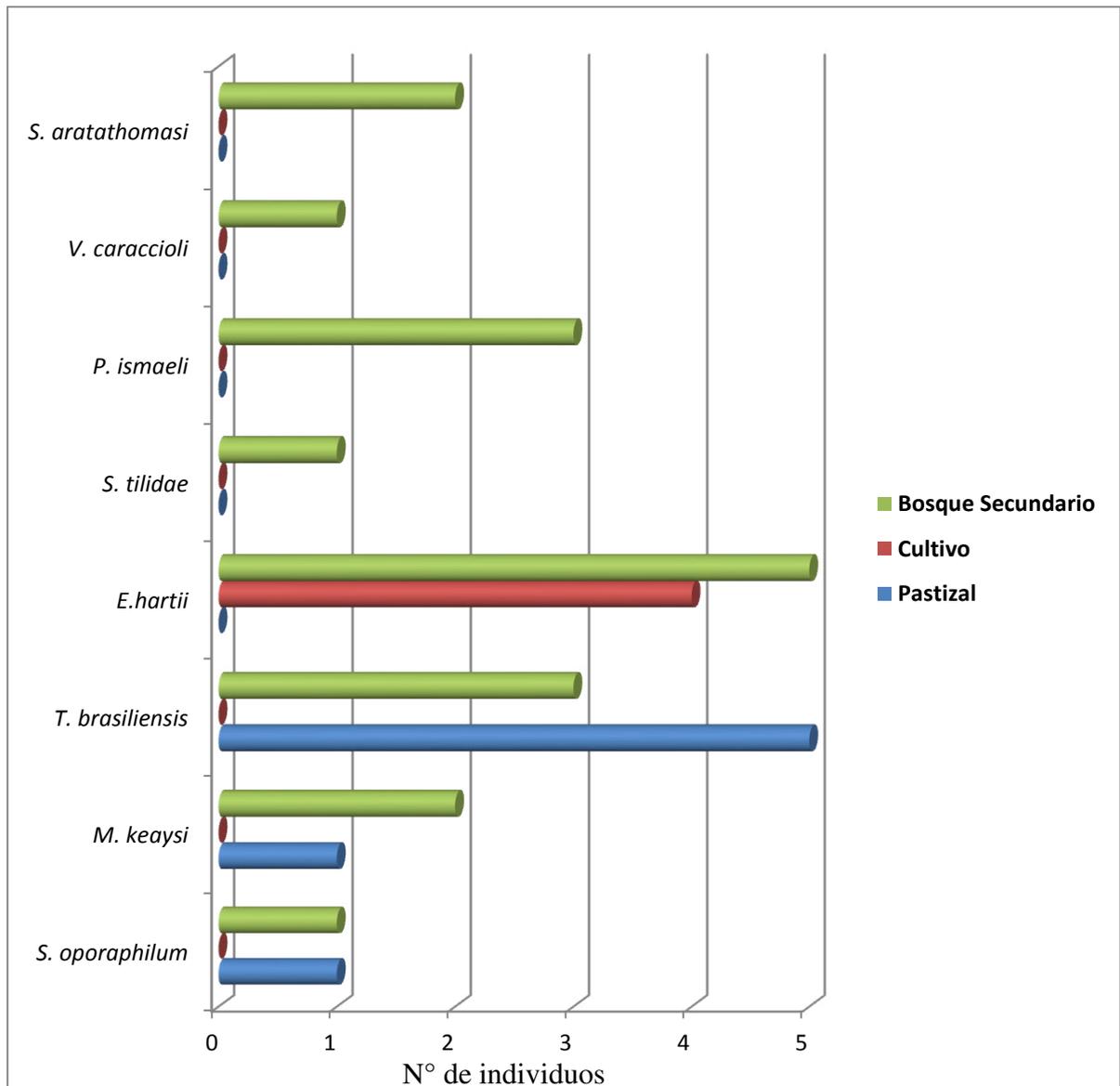
Las especies comunes registradas fueron: *Carollia brevicauda*, *Anoura geoffroyi*, *Myotis nigricans*, *Rhinophylla pumilio*, *Anoura caudifer*, *Vampyressa thyone*, *Artibeus glaucus*, *Sturnira lilium* y *Sturnira erythromos*. En la Figura 24 se observa el número de individuos presentes en estas especies en cada formación vegetal dentro del área de estudio.



Fuente: C Cando, 2013

Figura 24. Comparación del número de especies de murciélagos comunes registradas en Pastizal, Cultivo, Bosque Secundario, para toda el área de estudio.

En la Figura 25 observamos el número de individuos de especies raras presentes en las diferentes formaciones vegetales, donde se demuestra que el mayor número de estas especies se encuentran en el bosque secundario, tales como *Platyrrhinus ismaeli*, *Sturnira tilidae* y *Myotis keaysi*, las cuales son buenos indicadores de bosques en recuperación (Kalko et al, 1996; Fenton et al., 1992).



Fuente: C Cando, 2013

Figura 25. Número de individuos de especies raras de murciélagos registradas en Pastizal, Cultivo, Bosque Secundario, para toda el área de estudio.

3.3. Diversidad Alfa

3.3.1. Riqueza específica

La riqueza de especies (S) obtenida para el total de área estudiado en la zona de influencia de la vía Borja – Sumaco, es de S=17 como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Riqueza específica (S) en la Zona de influencia de la vía Borja-Sumaco

Familia	Subfamilia	Género	Especie
Phyllostomidae	Stenodermatinae	Sturnira	S. erythromos
			S. lilium
			S. aratathomasi
			S. tilidae
			S. oporaphilum
		Platyrrhinus	P. ismaeli
		Artibeus (Dermanura)	A. glaucus
		Vampyrodes	V. caraccioli
		Vampyressa	V. thyone
		Enchisthenes	E. hartii
	Glossophaginae	Anoura	A. geoffroyi
			A. caudifer
	Carollinae	Rhinophylla	R. pumilio
Carollia		C. brevicauda	
Vespertilionidae		Myotis	M. keaysi
			M. nigricans
Molossidae		Tadarida	T. brasiliensis
Total (S)			17

No existe ningún censo previo de murciélagos en la zona de estudio, por lo que el trabajo realizado en esta investigación podría servir de base para futuros estudios en la zona.

En las tablas 6, 7 y 8 se muestra la riqueza específica (S) obtenida en pastizales, cultivos y bosques secundarios, presentes dentro del área de influencia de la vía Borja – Sumaco.

Tabla 6. Riqueza específica (S) en Pastizal

Familia	Subfamilia	Género	Especie
Phyllostomidae	Stenodermatinae	Sturnira	S. erythromos
			S. lilium
			S. oporaphilum
		Artibeus (Dermanura)	A. glaucus
	Vampyressa	V. thyone	
	Glossophaginae	Anoura	A. caudifer
Carollinae	Rhinophylla	R. pumilio	
Vespertilionidae		Myotis	M. keaysi
			M. nigricans
Molossidae		Tadarida	T. brasiliensis
Total (S)			10

Tabla 7. Riqueza específica (S) en Cultivos

Familia	Subfamilia	Género	Especie
Phyllostomidae	Stenodermatinae	Sturnira	S. erythromos
			S. lilium
		Artibeus (Dermanura)	A. glaucus
		Enchisthenes	E.hartii
	Carollinae	Rhinophylla	R. pumilio
Total (S)			5

Tabla 8. Riqueza específica (S) Bosque secundario

Familia	Subfamilia	Género	Especie
Phyllostomidae	Stenodermatinae	Sturnira	S. erythromos
			S. liliium
			S. aratathomasi
			S. oporaphilum
			S. tilidae
		Platyrrhinus	P. ismaeli
		Artibeus (Dermanura)	A. glaucus
	Vampyrodes	V. caraccioli	
	Glossophaginae	Anaura	A. geoffroyi
	Carollinae	Rhinophylla	R. pumilio
		Carollia	C. brevicauda
Total (S)			11

Según Meyer y Kalko (2008) la estructura de la vegetación local es un determinante potencial en la diversidad, abundancia y composición en muchos sistemas de estudio para una variedad de taxa, incluyendo a los murciélagos; por eso, el tipo de hábitat es también un factor importante para determinar la estructura de las comunidades de murciélagos. Los resultados de la presente investigación coinciden con lo mencionado al confirmar que el bosque secundario presentó la mayor abundancia y diversidad de especies a diferencia de los cultivos, que obtuvo una menor riqueza específica. Los pastizales mantuvieron una riqueza específica casi similar al del bosque secundario (Tabla 9), posiblemente por contener una composición florística dispersa por los pastizales parecida a la del bosque secundario, a pesar de presentar un grado mayor de perturbación. Por lo tanto, la riqueza

específica y abundancia de quirópteros registrados en este estudio depende de la heterogeneidad y el arreglo espacial del paisaje, de igual forma como se menciona en la investigación realizada por Narváez (2010). Esta idea también coincide con la investigación de Montero y Sáenz (2008) en Costa Rica en donde mencionan que la riqueza, abundancia y diversidad de murciélagos depende principalmente de la composición de la vegetación.

Tabla 9. Riqueza específica (S) por formaciones vegetales

Formación Vegetal	S
Pastizal	10
Cultivo	5
Bosque Secundario	11

3.3.2. Índice de Shannon

Los índices de Shannon – Wiener (Tabla 11) indican que la mayor diversidad de murciélagos estuvo presente en pastizal ($H' = 2,05$), seguido muy de cerca por bosque secundario ($H' = 1,97$) y por último cultivo ($H' = 1,48$) que registró la menor diversidad de especies (Tabla 10). Si bien existen diferencias entre los índices de Shannon – Wiener aquí presentados, las diferencias encontradas no fueron significativas, lo que discrepa con estudios realizados en aves y roedores, donde han demostrado que al comparar la diversidad en hábitats diferentes de una misma zona, se puede encontrar diferencias significativas (Aguilar y Lazcano, 2009; Cárdenas et al., 2003; Pozo et al., 2008), mas sin embargo coinciden con el estudio realizado con murciélagos por Pozo

y Eras (2012), donde no se encontró una diferencia significativa entre los índices de Shannon – Wiener al comparar hábitats diferentes de una misma zona.

Tabla 10. Índices de Shannon-Wiener por formaciones vegetales.

Formación Vegetal	H'
Pastizal	2,05
Cultivo	1,48
Bosque Secundario	1,97

Nota: Las tablas con los cálculos de cada uno de los índices se detallan en los Anexos 1,2 y 3.

3.3.3. Índice de Simpson

Al igual que los índices de Shannon-Wiener, los índices de Simpson (Tabla 11) indican que la mayor diversidad de murciélagos en el área de influencia de la vía Borja-Sumaco estuvo presente en pastizal ($\lambda = 0,84$), seguido muy de cerca por bosque secundario ($\lambda = 0,79$) y por último cultivos ($\lambda = 0,75$) que registró la menor diversidad de especies, de la misma forma estas diferencias no son significativas, lo que coincide con el estudio realizado por Pozo y Eras (2012).

Tabla 11. Resumen de los índices de Simpson por formación vegetal

Formación Vegetal	λ
Pastizal	0,84
Cultivo	0,75
Bosque Secundario	0,79

Nota: Las tablas con los cálculos de cada uno de los índices se detallan en los Anexos 4,5 y 6.

3.4. Diversidad Beta

3.4.1. Índice de Similitud de Jaccard (Coeficiente De Similitud Ij)

Los índices de Similitud de Jaccard entre los tres diferentes tipos de vegetación presentes en el área de influencia de la Vía Borja – Sumaco (Tabla 12), muestran que los hábitats que mayor similitud reflejaron entre si corresponden a Pastizal con Cultivo ($I_j=36\%$), esto concuerda con el estudio realizado por Pozo y Eras (2012) quienes registraron un 40% de especies similares en ambos tipos de vegetación, seguidos por Cultivo con Bosque secundario ($I_j=33\%$) y por último Pastizal con Bosque secundario ($I_j=31\%$), los cuales obtuvieron el menor índice de similitud de Jaccard. No se registran estudios en quirópteros que comparen específicamente estos tipos de hábitats (Cultivo – Bosque secundario; Pastizal – Bosque secundario) por lo que estos resultados podrían servir de base para futuros estudios similares.

Tabla 12. Índice de Similitud de Jaccard

	Pastizal	Cultivo	Bosque Secundario
Pastizal	100%		
Cultivo	36,4%	100%	
Bosque Secundario	31,3%	33,3%	100%

Nota: Las tabla con los datos para la obtención de estos índices se detallan en el Anexo 7.

3.4.1. Coeficiente de Similitud de Sorensen

Los Coeficientes de Similitud de Sorensen calculados para los diferentes tipos de hábitats presentes en el área de influencia de la vía Borja – Sumaco (Tabla 13), nos indican que entre Pastizal y Cultivo existe mayor similitud entre los hábitats estudiados ($I_s=53\%$), seguido por Cultivo y Bosque secundario ($I_s=50\%$) y por último Pastizal y Bosque secundario ($I_s=48\%$) que presentó la menor similitud entre hábitats, estos resultados coinciden con los índices de Similitud de Jaccard obtenidos en este estudio donde de igual forma Pastizal y Cultivo presentaron el mayor índice de similitud. En el estudio realizado por Pozo y Eras (2012), donde de igual forma se compararon las poblaciones de la quiropteroфаuna de diferentes formaciones vegetales de una misma zona, no calculan el coeficiente de Sorensen, sin embargo, los índices de similitud de Jaccard para pastizal y cultivo coinciden con los presentados en este estudio.

Tabla 13. Coeficiente de Similitud de Sorensen

	Pastizal	Cultivo	Bosque Secundario
Pastizal	100%		
Cultivo	53,3%	100%	
Bosque Secundario	48%	50%	100%

Nota: Las tabla con los datos para la obtención de estos índices se detallan en el Anexo 7.

3.5. Pruebas de contraste entre hábitats

Al calcular la Q de Cochran (Q) y el coeficiente W de Kendall (W) no se encontraron diferencias significativas al comparar la diversidad y abundancia de la quiropteroфаuna entre los sistemas estudiados ($Q=0,39$; $W=0,39$), esto se puede deber a que la mayor parte de murciélagos registrados son generalistas y poseen una gran distribución. Estos resultados concuerdan con el estudio realizado por Pozo y Eras (2012) con murciélagos en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

Q de Cochran

N	3
Q de Cochran	16,98 ^a
gl	16
Sig. asintót.	0,39

a. 1 se trata como un éxito.

W de Kendall

N	3
W de Kendall ^a	0,354
Chi-cuadrado	16,98
gl	16
Sig. asintót.	0,39

a. Coeficiente de concordancia de Kendall

3.6. Dieta y gremio alimenticio

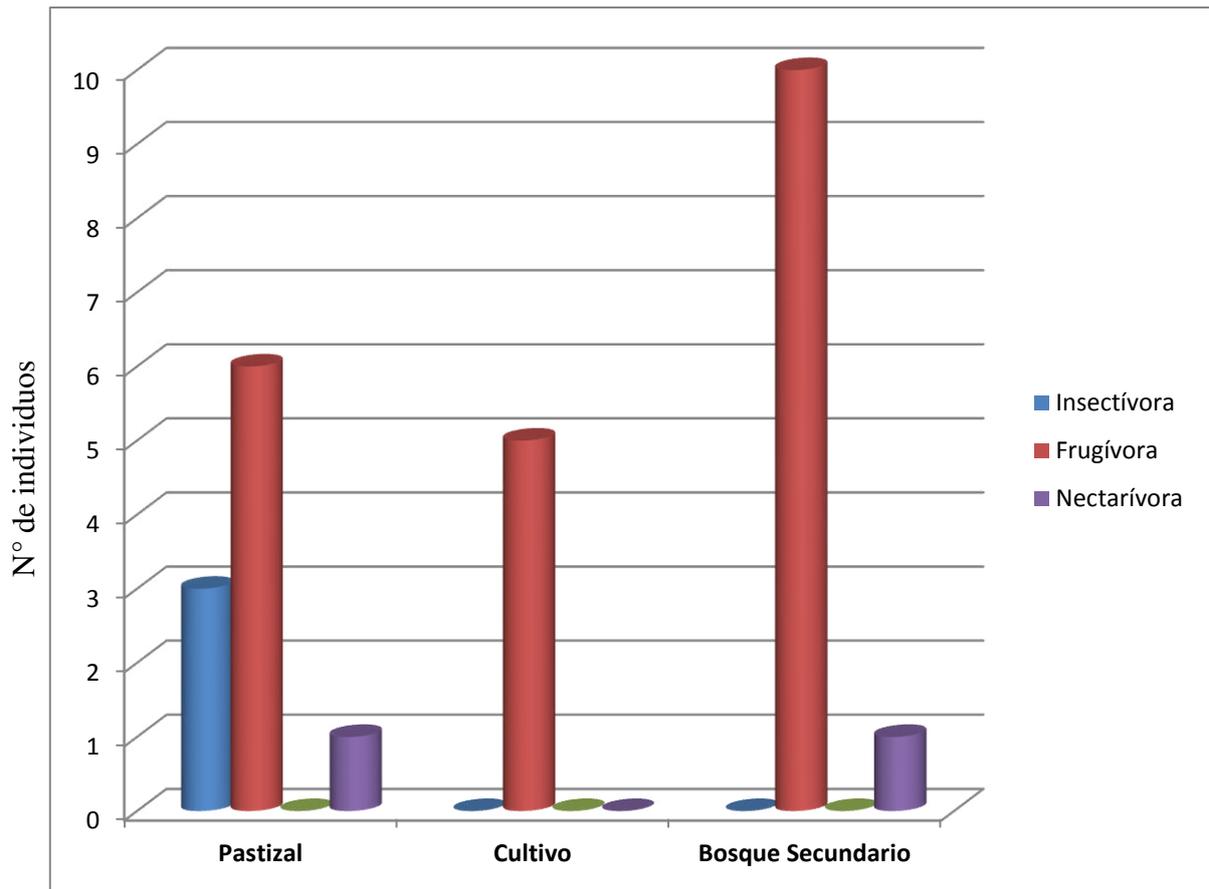
Según los registros obtenidos, se identificaron tres tipos de dietas en el área de influencia de la vía Borja – Sumaco, frugívora, insectívora y nectarívora (Tabla 14). La mayor preferencia alimenticia correspondió a la dieta frugívora, presente en 12 especies entre las tres formaciones vegetales en estudio, lo que corresponde al 70,59%. En esta dieta figuran las subfamilias Stenodermatinae y Carrollinae, lo cual coincide con otras investigaciones realizadas en el neotrópico (Kalko et al., 1996; Simmons y Vos, 1998; Clarke et al., 2005), en las cuales se reporta una mayor abundancia para el gremio de los frugívoros. Las especies insectívoras tales como *M. keaysi*, *M. nigricans* y *T. brasiliensis*, sumaron un 17,65%, estas especies se registraron únicamente en pastizales, esto se puede deber a los pequeños remanentes de vegetación presentes en los potreros, de igual forma a la cercanía que estos pastos tienen hacia el Río San Francisco de Borja donde se mantienen pequeñas formaciones vegetales conocidas como bosques de galería, ya que esta dieta según Wilson et al. (1996) evidencia la existencia de un bosque poco intervenido. Con el 11,76% estuvieron presentes especies nectarívoras, una en Pastizal (*A. caudifer*) y una en Bosque Secundario (*A. geoffroyi*) esta dieta al igual que la insectívora son indicadores de bosques en buen estado de conservación o en recuperación (Wilson et al., 1996) como es el caso del bosque secundario muestreado en este estudio.

Tabla 14. Número de especies de Quirópteros en relación con los tipos de dieta y el tipo de ecosistema en la zona de influencia de la Vía Borja–Sumaco.

Dieta	Pastizal	Cultivo	B. Secundario	Total	Porcentaje %
Insectívora	3	0	0	3	17,65
Frugívora	6	5	10	12	70,59
Nectarívora	1	0	1	2	11,76
Total				17	100

Nota: En la columna de área total se observa el número de especies registradas para cada dieta en toda el área de estudio.

La presencia de individuos de Phyllostomidae en todas las formaciones vegetales estudiadas, puede explicarse principalmente porque estas especies son generalistas y están caracterizadas por su amplia distribución como lo mencionan en su estudio Toscano y Burneo (2012), de igual forma Tirira (2007) señala a este grupo de murciélagos como los de mayor abundancia en los ecosistemas que habitan.



Fuente: C Cando, 2012

Figura 26. Número de individuos capturados correspondiente a cada gremio alimenticio en las diferentes formaciones vegetales para toda el área de estudio.

En cultivos se registraron únicamente individuos frugívoros (Figura 26), esto puede deberse a que es un ecosistema alterado, el cual presenta monocultivos de frutales los mismos que les sirven de alimento, estos resultados coinciden con el estudio realizado por Pozo y Eras (2012) en fincas agrícolas, donde todos los individuos registrados pertenecen a este gremio alimenticio, esto se confirma también con lo mencionado por Schulze et al. (2000) quienes reportan una abundancia de estos individuos en áreas perturbadas.

Si bien en el presente estudio se realizaron muestreos en Pastizales, donde se evidenció la presencia de ganado vacuno, no se registró ninguna especie de murciélago hematófago, resultado que discrepa con estudios similares realizados en

pastizales o áreas cercanas a la presencia de ganado vacuno (Pozo y Eras, 2012; Tirira y Boada, 2012), quienes han registrado individuos hematófagos en zonas ganaderas de la provincia de Santo Domingo, Ecuador.

La no presencia de especies de este gremio alimenticio se puede deber a las campañas periódicas realizadas para la exclusión de murciélagos en la zona, en donde se realizó este estudio, por el Ministerio de Agricultura, Acuacultura y Pesca (MAGAP) en conjunto con el Ministerio de Salud Pública (MSP) y el Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE), campañas que pudieron estar incidiendo en la diversidad y abundancia de ciertos gremios alimenticios de murciélagos de la zona, como se demuestra en este estudio ya que la gran mayoría de individuos registrados pertenecen a las subfamilias Stenodermatinae (89,29%) y Carrollinae (7,14%), mismas que según Medellín et al. (2000) viajan largas distancias desde sus refugios hasta el lugar de forrajeo, lo que nos permitiría a pensar que la gran mayoría de individuos registrados en este estudio no son propios del sector.

3.6. Estado de conservación

Dentro del área de estudio se identificaron tres especies de murciélagos que se encuentran dentro de alguna categoría de amenaza o en peligro de extinción (Tabla 16), las cuales representan un 18% del total de especies identificadas; mientras que catorce especies (82%) no se encuentran en ninguna de estas categorías, es importante mencionar que seis de estas especies están consideradas como no evaluadas y una con datos insuficientes, mismas que podrían estar amenazadas, pero no se sabe por la falta de estudios.

En el Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2011), se menciona a *Platyrrhinus ismaeli* como especie Vulnerable, de igual forma en la Lista Roja de la UICN: *Sturnira aratathomasi* y *Sturnira oporaphilum* son tratadas como especies Casi Amenazadas.

Tabla 15. Categorías de conservación de las especies de murciélagos registradas en la zona de influencia de la Vía Borja-Sumaco

Especie	UICN Nacional*	UICN Global**
<i>Sturnira erythromos</i>	LC	LC
<i>Sturnira lilium</i>	LC	LC
<i>Sturnira oporaphilum</i>	LC	NT
<i>Sturnira tilidae</i>	LC	LC
<i>Sturnira aratathomasi</i>	DD	NT
<i>Platyrrhinus ismaeli</i>	VU	VU
<i>Artibeus glaucus</i>	NE	LC
<i>Vampyroides caraccioli</i>	LC	LC
<i>Vampyressa thylene</i>	LC	LC
<i>Enchisthenes hartii</i>	NE	LC
<i>Anoura caudifer</i>	NE	NE
<i>Anoura geoffroyi</i>	LC	LC
<i>Rhinophylla pumilio</i>	LC	LC
<i>Carollinae brevicauda</i>	NE	LC
<i>Myotis keaysi</i>	NE	LC
<i>Myotis nigricans</i>	NE	LC
<i>Tadarida brasiliensis</i>	LC	LC

Categorías de conservación encontradas:

- DD: Datos Insuficientes
- LC: Preocupación Menor
- NT: Casi Amenazado
- VU: Vulnerable
- NE: No Evaluado

* Tirira (2011)

** UICN (2008)

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- En la actualidad el área de influencia de la vía Borja – Sumaco, previo a que se realicen los trabajos de carpeta asfáltica, y a pesar de las campañas de exclusión emprendidas por las diferentes entidades gubernamentales del Ecuador, cuenta con una riqueza de especies de murciélagos importante, representando el 19% del total de murciélagos de la Amazonía ecuatoriana.
- A pesar que la mayor abundancia ($n=28$ individuos) y riqueza ($S=11$ especies) se encontró en el Bosque Secundario, no se encontraron diferencias importantes al comparar la diversidad y abundancia de la quiropterofauna entre los sistemas estudiados.
- La familia Phyllostomidae estuvo presente en todos los sistemas estudiados, con la mayor tasa de captura en el Bosque Secundario, con el 50% del total de individuos capturados de esta familia en el área de estudio.
- La mayor cantidad de especies comunes se registró en Pastizal con siete especies en el área de influencia de la Vía Borja – Sumaco.
- El 18% del total de especies registradas en este estudio están consideradas como Vulnerables o Casi Amenazadas, según el Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador de Tirira (2011) y la Lista Roja de la UICN.

- El gremio de los frugívoros es el más abundante en los tres tipos de sistemas que se estudiaron y está representado en todos los hábitats, en especial en el Bosque Secundario siendo las especies de las subfamilias Stenodermatinae y Carrollinae las más abundantes.
- *Sturnira erythromos* es la especie más abundante y fue registrada como generalista debido a que está bien representada en todos los sistemas estudiados.
- Las campañas de exclusión de murciélagos emprendidas por las entidades del gobierno ecuatoriano, incluido el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), están afectando seriamente la composición de murciélagos de la zona.

Recomendaciones

- Sería importante emprender campañas de concientización en las comunidades de Borja y de Sumaco sobre el rol substancial que cumplen los murciélagos en la regeneración y conservación de los bosques, principalmente como polinizadores, dispersores de semillas y controladores de plagas. Además es importante capacitarlos sobre métodos para realizar sistemas agroforestales con el fin de disminuir los perjuicios económicos y ecológicos de los monocultivos.
- Realizar una difusión y capacitación en las comunidades de Borja y Sumaco, para que aprendan a reconocer los murciélagos hematófagos, los cuales podrían causar alguna molestia al ser humano, ya que la gran mayoría de murciélagos locales son más bien inofensivos.

- Las entidades gubernamentales del Ecuador deberían emprender proyectos en estas comunidades, que ayuden a frenar la expansión rápida de la frontera agrícola, para también así evitar estas campañas de exclusión de murciélagos.
- Sería importante realizar un seguimiento más específico y focalizado a estas campañas de exclusión de murciélagos en la zona, para conocer a ciencia cierta el verdadero impacto que éstas están ocasionando a estos mamíferos y a los ecosistemas del sector.
- Realizar un estudio similar una vez terminados los trabajos de carpeta asfáltica en la vía y su puesta en funcionamiento, para poder evaluar el efecto en estos mamíferos como componentes fundamentales del ecosistema local.

Literatura citada

- Aguilar, A. y S. Lascano. 2009. Relaciones entre la cobertura arbórea y la diversidad de aves y mamíferos en fincas ganaderas de Santo Domingo de los Tsáchilas. Tesis de ingeniería agropecuaria. Escuela Politécnica del Ejército. Sangolquí, Ecuador.
- Albujá, L. 1999. Murciélagos del Ecuador. 2da. Edición. Cicetronic Cía. Ltda. Quito.
- Albujá, L., M. Ibarra, J. Urgilés y R. Barriga. 1980. Estudio preliminar de los vertebrados ecuatorianos. Departamento de Ciencias Biológicas. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.
- Anhalzer, J. y P. Lozano. 2006. Flores silvestres del Ecuador. Flores del Camino. 1ª. Ed. Guías del Ecuador. Editorial la Mariscal. Quito, Ecuador.
- Arguero, A., O. Jiménez-Robles, F. Sánchez-Karste, A. Baile, G. Cadena y K. Barboza. 2012. Observaciones sobre dispersión de semillas por murciélagos en la alta Amazonía del sur de Ecuador. Pp. 37–46. En: Tirira, D y S. Burneo (Eds.). Investigación y conservación sobre murciélagos en el Ecuador. Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los Mamíferos del Ecuador 9. Quito.
- Boada, C. 2008. Composición y diversidad de la mastofauna en cuatro localidades de la provincia del Carchi dentro del área de intervención del proyecto GISRENA. En: Boada, C. y J. Campaña (Eds.). 2008. Composición y diversidad de la flora y la fauna en cuatro localidades en la provincia del

- Carchi: Un reporte de las evaluaciones ecológicas rápidas. EcoCiencia y GPC. Quito.
- Cárdenas, G., C. A. Harvey, M. Ibrahim y B. Finegan. 2003. Diversidad y riqueza de aves en diferentes hábitats en un paisaje fragmentado en Cañas, Costa Rica. *Agroforestería de las Américas* 10(39-40): 78-85.
- Caro, T. 2005. The adaptive significance of coloration in mammals. *BioScience* 55 (2): 124- 136.
- Castro, I. y H. Román. 2000. Evaluación ecológica rápida de la mastofauna en el Parque Nacional Llanganates. Pp. 129 – 148. En: Vázquez, M., M. Larrea y L. Suárez (Eds.). *Biodiversidad en el Parque Nacional Llanganates: un reporte de las evaluaciones ecológicas y socioeconómicas rápidas*. EcoCiencia, Ministerio del Ambiente, Herbario Nacional del Ecuador, Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales e Instituto Internacional de Reconstrucción Rural. Quito, Ecuador.
- Clarke, F. M., D. V. Pio y P. A. Racey. 2005. A comparison of logging systems and bat diversity in the Neotropics. *Conservation Biology* 19(4): 1194-1204.
- ENTRIX. 2011. Estudio de impacto y plan de manejo ambiental para la construcción de la vía de acceso a la casa de máquinas. Proyecto hidroeléctrico Coca Codo Sinclair, Napo. Quito, Ecuador.
- Fenton, M., L. Acharya, D. Audet, M. Hickey, C. Merriman, M. Obrist, y D. Syme. 1992. Phyllostomid bats (Chiroptera:Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. *Biotropica* 24(3): 440-446.

- Fleming, T. H., E. T. Hooper y D. E. Wilson. 1972. Three Central American bat communities: structure, reproductive cycles and movement patterns. *Ecology* 53(4): 555-569.
- Gardner, A. L. 2007. *Mammals of South America, Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats*. vol. 1. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data. The University of Chicago Press, Ltd., London, 669 pp.
- Gardner, A. y M. Carleton. 2009. New species of *Reithrodontomys*, subgenus *Aporodon* (Cricetidae: neotominae), from the highlands of Costa Rica, with comments on Costa Rican and Panamanian *Reithrodontomys*. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 331 (1): 157-182.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Napo (GADPN). 2012. Estudios definitivos para el asfaltado de vías en el cantón Quijos. Pliegos de Lista Corta para Consultoría. Versión 2.3. Código del proceso: LCC-GADPN-01-2012. Tena, Ecuador.
- Google Earth. 2013. Fecha de captura de la imagen: 05/06/2013.
- Kalko, E., H. Handley y D. Handley. 1996. Organization, diversity and long term dynamics of a Neotropical bat community. Long-term studies of vertebrate communities. Edited by M.L. Cody and J.A. Smallwood. Academic Press, San Diego.
- Instituto De Investigación De Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (IDIRBAVH). 2004. Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad. Manual de

métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. 1ª. Ed: 187 – 225.
Bogotá, Colombia.

Lindner, A. y W. Morawetz. 2006. Seed dispersal by frugivorous bats on landslides in a montane rainforest in southern Ecuador. *Chiroptera Neotropical* 12(1): 232-237.

Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey.

Medellín, R., M. Equihua y M. Amin. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforests. *Conservation Biology* 14(6):1666-1675.

Meyer, C. y Kalko, E. 2008. Assemblage-level responses of phyllostomid bats to tropical forest fragmentation: land-bridge islands as a model system. *Journal of Biogeography* 35(9):1711-1726.

Montero, J. y Sáenz, J. 2008. Riqueza, abundancia y diversidad de murciélagos en diferentes hábitats y su relación con la forma y el tamaño de fragmentos en una zona de bosque seco tropical de Costa Rica. 393- 418 p. En: Harvey, C. y Sáenz, J. (Eds.). *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica*. Editorial Inbio.

Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza.

Musser, G., M. Carleton, E. Brothers and A. Gardner. 1998. *Systematics studies of Oryzomyine rodents (Muridae, Sigmodontinae): Diagnoses and distribution*

of species formerly assigned to *Oryzomys* “capito”. *American Museum of Natural History* 236 (1): 1-376.

Narváez, M. 2010. Análisis del efecto de borde en el patrón de diversidad y abundancia de micromamíferos voladores en la cuenca del río Villano. Tesis para la obtención del Título de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Quito, Ecuador.

Nebel, B. y R. Wright. 1999. *Ecología y desarrollo sustentable*. 6ta. Ed. México DF: Prentice Hall. 720 pp.

Pozo, R., W. E., C. Cárdenas, A. Eras, y L. Dávila. 2008. Uso etnobiológico de flora, aves y mamíferos de los bosques riparios de fincas ganaderas de Santo Domingo de los Tsáchilas. Reporte Técnico. Proyecto PICDCV-019. Escuela Politécnica del Ejército. Sangolquí, Ecuador.

Pozo, R. W. y A. M. Eras. 2012. Quirópteros presentes en bosques riparios de fincas ganaderas y agrícolas de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. Departamento de Ciencias de la Vida, Escuela Politécnica del Ejército. Pp. 61–68. En: Tirira, D y S. Burneo (Eds.). *Investigación y conservación sobre murciélagos en el Ecuador*. Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los Mamíferos del Ecuador 9. Quito.

Rodríguez-Tarrés, R. 1987. *Manual de técnicas de gestión de vida silvestre*. 4ta. Ed. Fondo Mundial para la Naturaleza y The Wildlife Society. Maryland.

- Sánchez, J. 2009. Introducción a la estadística no paramétrica y al análisis multivariado. Quito, Ecuador. 276 pp.
- Schulze, M., Seavy, N. y Whitacre, D. 2000. A comparison of the phyllostomid bat assemblages in undisturbed Neotropical forest in a forest of a slash and-burn farming mosaic in Petén, Guatemala. *Biotropica* 32(1):174-184.
- Sierra, R. 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN, GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito.
- Simmons, N. B. y R. S. Voss. 1998. The mammals of Paracon, French Guiana: a Neotropical lowland rainforest fauna. Part 1. Bats. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 237: 1-219.
- Suárez, L. y P. Mena. 1994. Manual de métodos para inventarios de vertebrados terrestres. EcoCiencia. Quito, Ecuador.
- Tirira, D. y C. Boada. 2009. Diversidad de mamíferos en bosques de Ceja Andina alta del nororiente de la provincia de Carchi, Ecuador. *Boletín Técnico* 8, Serie Zoológica 4 - 5: 1-24. Sangolquí, Ecuador.
- Tirira, D. 2007. Guía de campo de los mamíferos del Ecuador. Ediciones Murciélago Blanco. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 6. Quito, Ecuador.
- Tirira, D. (Ed). 2011. Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador. 2da edición. Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Publicación Especial sobre los Mamíferos del Ecuador 8. Quito.

- Tirira, D. 2012. Revisión histórica de los murciélagos en el Ecuador. Pp. 17-32. En: Tiria, D y S. Burneo (Eds.). Investigación y conservación sobre murciélagos en el Ecuador. Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los Mamíferos del Ecuador 9. Quito.
- Torres, J y L. Guevara. 2010. Perspectivas sobre el origen y la filogenia de los murciélagos. Departamento de Biología, División de CBS. Universidad Autónoma Metropolitana Izatapalapa. *Contactos* 77: 5-9.
- Toscano, G y S. Burneo. 2012. Efecto de borde sobre murciélagos filostómidos en la Amazonía ecuatoriana. Pp. 47-60. En: Tirira, D y S. Burneo (Eds.). Investigación y conservación sobre murciélagos en el Ecuador. Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los Mamíferos del Ecuador 9. Quito.
- Trombulak, S. y C. Frissell. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology* 14(1): 18-30.
- Voss, R. S. 1988. Systematics and ecology of Ichthyomyine rodents (muroidea): patterns of morphological evolution in a small adaptive radiation. *American Museum of Natural History* 188 (2): 269-492.
- Wilson, M. y A. Shmida. 1984. Measuring beta diversity with presence-absence data. *Journal of Ecology* 72: 1055-1064.

Wilson, D., Ascorra, C. y Solari, S. 1996. Bats as indicators of habitat disturbance. En:
Wilson, D y A. Sandoval (Eds.). *Manu. The biodiversity of southeastern Perú.*
Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. U.S.A. 613-625 p.

Anexos

Anexo 1.- Índice de Shannon-Wiener obtenido en pastizal dentro de la zona de influencia de la vía Borja – Sumaco.

Familia	Subfamilia	Género	Especie	ni	Pastizal Pi	Pi2	Pastizal LN _{Pi}	Pastizal PiLN _{Pi}
Phyllostomidae	Stenodermatinae	Sturnira	S. erythromos	1	0,0526	0,0028	-2,9444	-0,1550
			S. lilium	4	0,2105	0,0443	-1,5581	-0,3280
			S. oporaphilum	1	0,0526	0,0028	-2,9444	-0,1550
		Artibeus (Dermanura)	A. glaucus	3	0,1579	0,0249	-1,8458	-0,2914
		Vampyressa	V. thyone	1	0,0526	0,0028	-2,9444	-0,1550
	Glossophaginae	Anaura	A. caudifer	1	0,0526	0,0028	-2,9444	-0,1550
	Carollinae	Rhinophylla	R. pumilio	1	0,0526	0,0028	-2,9444	-0,1550
Vespertilionidae		Myotis (2)	M. eaysi	1	0,0526	0,0028	-2,9444	-0,1550
			M. nigricans	1	0,0526	0,0028	-2,9444	-0,1550
Molossidae		Tadarida	T. brasiliensis	5	0,2632	0,0693	-1,3350	-0,3513
Shannon Wiener (H')				19	1	0,1579	2,0556	

Anexo 2.- Índice de Shannon-Wiener para el Cultivo dentro de la zona de influencia de la vía Borja – Sumaco.

Familia	Subfamilia	Género	Especie	Cultivo	Cultivo Pi	pi²	Cultivo LN_{Pi}	Cultivo PiLN_{Pi}
Phylostomidae	Stenodermatinae	Sturnira	S. erythromos	4	0,2500	0,0625	-1,3863	-0,3466
			S. liliium	5	0,3125	0,0977	-1,1632	-0,3635
		Artibeus (Dermanura)	A. glaucus	2	0,1250	0,0156	-2,0794	-0,2599
			Enchisthenes	E.hartii	4	0,2500	0,0625	-1,3863
	Carollinae	Rhinophylla	R. pumilio	1	0,0625	0,0039	-2,7726	-0,1733
Shannon Wiener (H')				16	1	0,2422	1,4898	

Anexo 3.- Índice de Shannon-Wiener para el Bosque Secundario dentro de la zona de influencia de la vía Borja – Sumaco.

Familia	Subfamilia	Género	Especie	Bosque Secundario	Bosque S. Pi	pi2	Bosque S. LN Pi	Bosque S. PiLN Pi
Phyllostomidae	Stenodermatinae	Sturnira	S. erythromos	11	0,3929	0,1543	-0,9343	-0,3671
			S. lilium	4	0,1429	0,0204	-1,9459	-0,2780
			S. aratathomasi	2	0,0714	0,0051	-2,6391	-0,1885
			S. oporaphilum	1	0,0357	0,0013	-3,3322	-0,1190
			S. tilidae	1	0,0357	0,0013	-3,3322	-0,1190
		Platyrrhinus	P. ismaeli	3	0,1071	0,0115	-2,2336	-0,2393
		Artibeus (Dermanura)	A. glaucus	2	0,0714	0,0051	-2,6391	-0,1885
		Vampyrodes	V. caraccioli	1	0,0357	0,0013	-3,3322	-0,1190
	Glossophaginae	Anaura	A. geoffroyi	1	0,0357	0,0013	-3,3322	-0,1190
	Carollinae	Rhinophylla	R. pumilio	1	0,0357	0,0013	-3,3322	-0,1190
		Carollia	C. brevicauda	1	0,0357	0,0013	-3,3322	-0,1190
Shannon Wiener (H')				28	1	0,2041	1,9754	

Anexo 4.- Índice de Simpson para el Pastizal de la zona de influencia de la vía Borja – Sumaco.

Familia	Subfamilia	Género	Especie	ni	Pastizal Pi	Pi2	
Phyllostomidae	Stenodermatinae	Sturnira	S. erythromos	1	0,0526	0,0028	
			S. liliium	4	0,2105	0,0443	
			S. oporaphilum	1	0,0526	0,0028	
			Artibeus (Dermanura)	A. glaucus	3	0,1579	0,0249
			Vampyressa	V. thylene	1	0,0526	0,0028
		Glossophaginae	Anaura	A. caudifer	1	0,0526	0,0028
		Carollinae	Rhinophylla	R. pumilio	1	0,0526	0,0028
Vespertilionidae		Myotis	M. keaysi	1	0,0526	0,0028	
			M. nigricans	1	0,0526	0,0028	
Molossidae		Tadarida	T. brasiliensis	5	0,2632	0,0693	
Índice de Simpson						0,8421	

Anexo 5.- Índice de Simpson para el área de Cultivo dentro de la zona de influencia de la vía Borja – Sumaco.

Familia	Subfamilia	Género	Especie	ni	Cultivo Pi	pi2
Phyllostomidae	Stenodermatinae	Sturnira	S. erythromos	4	0,2500	0,0625
			S. lilium	5	0,3125	0,0977
		Artibeus (Dermanura)	A. glaucus	2	0,1250	0,0156
		Enchisthenes	E. hartii	4	0,2500	0,0625
	Carollinae	Rhinophylla	R. pumilio	1	0,0625	0,0039
Índice de Simpson						0,7578

Anexo 6.- Índice de Simpson obtenido para el área de Bosque Secundario dentro de la zona de influencia de la vía Borja – Sumaco.

Familia	Subfamilia	Género	Especie	ni	Bosque Pi	pi2
Phyllostomidae	Stenodermatinae	Sturnira	S. erythromos	11	0,3929	0,1543
			S. lilium	4	0,1429	0,0204
			S. aratathomasi	2	0,0714	0,0051
			S. oporaphilum	1	0,0357	0,0013
			S. tilidae	1	0,0357	0,0013
		Platyrrhinus	P. ismaeli	3	0,1071	0,0115
		Artibeus (Dermanura)	A. glaucus	2	0,0714	0,0051
		Vampyrodes	V. caraccioli	1	0,0357	0,0013
	Glossophaginae	Anaura	A. geoffroyi	1	0,0357	0,0013
	Carollinae	Rhinophylla	R. pumilio	1	0,0357	0,0013
		Carollia	C. brevicauda	1	0,0357	0,0013
Índice de Simpson						0,7959

Anexo 7.- Datos utilizados en el índice de similitud de Jaccard en pastizales, cultivos y bosque secundario del área en estudio.

Familia	Subfamilia	Genero	Especie	Pastizal	Cultivo	Bosque Secundario	Total
Phyllostomidae	Stenodermatinae	Sturnira	S. erythromos	1	4	11	16
			S. lilium	4	5	4	13
			S. aratathomasi	0	0	2	2
			S. tilidae	0	0	1	1
			S. oporaphilum	1	0	1	2
		Platyrrhinus	P. ismaeli	0	0	3	3
		Artibeus (Dermanura)	A. glaucus	3	2	2	7
		Vampyrodes	V. caraccioli	0	0	1	1
		Vampyressa	V. thyone	1	0	0	1
		Enchisthenes	E. hartii	0	4	0	4
	Glossophaginae	Anoura	A. geoffroyi	0	0	1	1
			A. caudifer	1	0	0	1
	Carollinae	Rhinophylla	R. pumilio	1	1	1	3
Carollia		C. brevicauda	0	0	1	1	
Vespertilionidae	Myotis	M. keaysi	1	0	0	1	
		M. nigricans	1	0	0	1	
Molossidae		Tadarida	T. brasiliensis	5	0	0	5
Número de individuos				19	16	28	63
Número de especies				10	5	11	17

Anexo 8.- Categoría de abundancia de las especies de murciélagos presentes en el área de estudio.

Categoría	Pastizal	Cultivo	B. Secundario
Común	7	4	6
No común	2	1	4
Raro	1	0	1
Total	10	5	11

Anexo 9.- Especies de murciélagos registradas en el área de influencia de la vía Borja – Sumaco.



Tadarida brasiliensis



Enchisthenes hartii



Sturnira erythromos



Sturnira lilium