

**COMPARACIÓN DE LA DIVERSIDAD DEL ENSAMBLE DE
MURCIÉLAGOS (MAMMALIA: CHIROPTERA), EN FRAGMENTOS DE
VEGETACIÓN CON DIFERENTES GRADOS DE ALTERACIÓN EN EL
MUNICIPIO DE SANTANDER DE QUILICHAO, CAUCA, COLOMBIA**

DIANA MARÍA BURBANO NARVAEZ

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2010**

**COMPARACIÓN DE LA DIVERSIDAD DEL ENSAMBLE DE
MURCIÉLAGOS (MAMMALIA: CHIROPTERA), EN FRAGMENTOS DE
VEGETACIÓN CON DIFERENTES GRADOS DE ALTERACIÓN EN EL
MUNICIPIO DE SANTANDER DE QUILICHAO, CAUCA, COLOMBIA**

DIANA MARÍA BURBANO NARVAEZ

Trabajo de grado como requisito parcial para optar al título de bióloga

DIRECTORA: M. Sc. MARÍA DEL PILAR RIVAS
Docente UNICAUCA

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2010**

M. Sc. María del Pilar Rivas Pava
Directora trabajo de grado

M. Sc. Giselle Zambrano González
Jurado

Hernando Vergara Varela
Jurado

Fecha de sustentación 14 de julio de 2010

Dedicado a la memoria del que alguna vez fue un bosque verde y exuberante que nuestras generaciones nunca conocerán y que solo será posible verlo en nuestros sueños, sirva este trabajo para la inspiración de futuros biólogos a Investigar, concientizar y cuidar los remanentes de bosque que aun tenemos.

A mis padres René Burbano y Carmen Narváez

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios y a la Madre Naturaleza por crear este pequeño paraíso y permitirme estudiarlo.

A mis padres Ciro René Burbano y Carmen Eugenia Narváez, por su apoyo comprensión y paciencia en estos años de formación, mis hermanos Iván René, Gilmar Narvaez y Jaqueline Burbano, mis abuelas Luz Ángela Muñoz y Sofía Burbano, su amor fue mi inspiración.

A los habitantes de la hacienda Japio, don Jorge Mario, doña Mariana, Juana, Johana, las profesoras de la escuela María y sus inquietos y preciosos estudiantes, y a todos los trabajadores de esta hacienda, por su cuidado y ayuda cuando lo necesitamos, a la muñeca administradora de la finca Berlín y a don Aurelio dueño de la finca mi granjita, por abrirnos las puertas y acogernos tan familiarmente, su hospitalidad hizo mas fácil este estudio.

A mis amigas de toda la vida Jimena Chicué, Marcela Burbano y Johana Betancourt y mi amigo Jonathan Collazos, por estar conmigo en las buenas y sobre todo en las malas, por que la distancia nunca fue un motivo para no estar presentes.

A mis amigos y colegas de la universidad Mabel Sterling, Catalina Fernández, Johana Botina, Lesly Peña, Laura Cardona y Mayerlin Burbano por su paciencia y alegría todos estos años, Alejandro Jiménez, Samir Alberto, Daniel Feriz por todos los cuidados y protección que nos brindaron, a todos ellos les debo la alegría de compartir tantos parciales, fiestas y años juntos.

A mis compañeros de campo Alex Males, Liliana Muñoz, Frenyi Jara, Fernando Restrepo y Mario Morales, su esfuerzo, compañía y entusiasmo fueron indispensables en este trabajo.

A mi directora, María del Pilar Rivas, por sus sugerencias y confianza, por permitirme realizar este trabajo a mi manera y corregirme donde debía hacerlo, mis jurados, los profesores Giselle Zambrano y Hernando Vergara, por su disposición para evaluar esta tesis y sus recomendaciones fueron importantes para mejorar la calidad del escrito, al biólogo Héctor Ramírez por sus colaboración y sugerencias durante el desarrollo de la investigación y el documento final.

Mis profesores Leonidas Zambrano y Silvio Carvajal por sus conocimientos brindados en todos estos años y toda su alegría.

Y a personas que durante estos años han llegado y dejado su huella, Jennifer Gutiérrez, Mirtha Angulo, Michael García, Andrés Rojas, Fabián Romero, Ricardo Valencia, Carlos Cortez, Sandrita, Lucaquitas, Wicho, Fallat.

Y por supuesto a los murciélagos por permitirme estudiarlos.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	11
INTRODUCCIÓN	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
2. JUSTIFICACIÓN	17
3. OBJETIVOS	20
General	20
Específicos	20
4. MARCO TEÓRICO	21
4.1. Generalidades de los murciélagos	21
4.2. Generalidades de la fragmentación	25
5. ANTECEDENTES	27
5.1. Fragmentación y los murciélagos	27
5.2. Estudios en Colombia	34
5.2.1. Fragmentación y pérdida de la vegetación en Santander de Quilichao	35
6. METODOLOGÍA	35
6.1. Área de estudio	35
6.2. Localización	35
6.3. Clima	36
6.4. Uso de la tierra	37
6.5. Relevancia económica	37
6.6. Áreas de muestreo	38
6.6.1 Tipos de cobertura seleccionadas para el estudio	39
6.7 Muestreos de la estructura de la vegetación y el ensamble de los murciélagos..	43
6.7.1 Muestreo de la estructura del bosque del área de estudio.....	44
6.7.2. Muestreo de la comunidad de murciélagos en el área de estudio	45
6.8. Tratamiento de datos	48
8. RESULTADOS	51

8.1. Características de las zonas de estudio.....	51
8.2. Éxito de captura	56
8.3. Riqueza de especies de murciélagos	56
9.3.1. Diversidad y composición de murciélagos en las zonas de estudio.....	58
8.3.2. Similitud.....	60
8.3.3. Índices ecológicos	60
8.4. Relación entre las variables de vegetación y la diversidad de murciélagos	62
9. DISCUSIÓN	63
9.1. Comparación de las zonas de estudio	65
9.2. Diversidad de la altura del follaje	67
9.3. Relación entre las variables de vegetación y la diversidad de murciélagos	67
10. CONCLUSIONES	69
11. RECOMENDACIONES	71
12. BIBLIOGRAFIA	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Lista de especies de murciélagos reportadas para Colombia.....	24
Tabla 2.	Estratificación de la zona de estudio.....	53
Tabla 3.	Lista de plantas presentes en las 3 zonas de estudio.....	53
Tabla 4.	Media y desviación estándar de tres variables del hábitat utilizados palos análisis estadísticos	55
Tabla 5.	Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.....	55
Tabla 6.	Comparación de la diversidad de la altura del follaje	56
Tabla 7.	Murciélagos capturados en bosque secundarios, guaduales mixtos y puros y zonas agrícolas	57
Tabla 8.	Similaridad entre hábitats (índice de similitud de Morisita-Horn)	60
Tabla 9.	Índices descriptivos del ensamble de murciélagos en cada hábitat muestreados y generales	61
Tabla 10.	Comparación de la diversidad entre los 4 sitios de estudio	61
Tabla 11.	Correlación de Pearson.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Morfología de las extremidades superiores de los murciélagos	21
Figura 2	Ubicación geográfica del municipio de Santander de Quilichao	36
Figura 3	Municipio de Santander de Quilichao.....	39
Figura 4	Bosque secundario	40
Figura 5	Guadual puro	41
Figura 6	Guadual mixto	41
Figura 7	Finca dominguillo	42
Figura 8	Fotografía aérea del municipio de Santander de Quilichao, indicando las zonas de estudio	43
Figura 9	División de la estructura del bosque	45
Figura 10 y 11	levantamiento de las parcelas dentro del bosque para realizar La toma de las medidas de las variables de la vegetación	45

Figura 12, 13 y 14 Captura de los murciélagos y procesamiento de la información obtenida	57
Figura 15 Índice de similitud de Morisita-Horn	58

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Abundancia de las especies de plantas en el estrato arbustivo.....	80
Anexo 2: Abundancia de las especies de plantas en el estrato subarbóreo	81
Anexo 3: Abundancia de las especies de plantas en el estrato arbóreo inferior.....	82
Anexo 4: Abundancia de las especies de plantas en el estrato arbóreo superior.....	83
Anexo 5: Abundancia total de las especies de plantas	84

RESUMEN

Se determinó la diversidad y composición de la comunidad de quirópteros presentes en tres zonas de municipio de Santander de Quilichao, Cauca-Colombia, cada muestreo tenía una duración de 15 días, durante los meses de junio, octubre de 2009 y febrero de 2010. Las capturas fueron realizadas con redes de niebla, instaladas en un bosque con vegetación secundaria, guaduales en monocultivos de caña y zonas agrícolas, entre las 18:00-22:00 horas. Para la determinación del grado de perturbación de las zonas de muestreo se levantaron parcelas de 25 x 5 m, en el bosque secundario, guaduales mixto y puro y áreas de cultivos, donde se tomaron tres variables, diámetro a la altura del pecho, altura del fuste, y altura total. Para la estratificación del bosque se utilizó el índice de diversidad del follaje. Los quirópteros capturados pertenecen a 2 familias: Phyllostomidae y Vespertilionidae; 5 subfamilias, 9 géneros y 10 especies, a nivel de especies las más abundantes fueron *Artibeus lituratus* (45.91%), *Glossophaga soricina* (16.35%), *Carollia perspicillata* (15.72%), y *Sturnira sp* (15.09%); a diferencia de *Desmodus rotundus*, *Myotis sp*, *Uroderma sp.*, *Platyrrhinus sp.* estuvieron representadas con una solo individuo (0.62%). El bosque secundario presentó el mayor número de especies (7), seguido por el guadual mixto (6), guaduales puros (5), y finalmente áreas de cultivos (4).

Este estudio mostró que el bosque secundario presenta cuatro estratos de vegetación arbustivo, subárboreo y arbóreo inferior y superior, encontrándose una alta vegetación en el estrato subárboreo (40.72 %), al igual que el guadual mixto donde presentó un mayor e igual porcentaje de vegetación en dos estratos subárboreo y arbóreo superior (27.63%) el guadual puro sólo tenía dos estratos, subárboreo (7.31%) y arbóreo superior (92.68%), las áreas de cultivo presentaron también dos estratos, arbustivo (47.57%) y subárboreo (3.88%).

Se estableció que no existe una relación entre las variables de la vegetación y la diversidad de murciélagos, indicando que la diversidad puede estar asociada a otras variables físicas y biológicas según la correlación de Pearson .

Estos resultados permiten concluir que el estudio de las interacciones existentes entre la estructura del bosque y la diversidad de murciélagos puede ser visto como un mecanismo de conocimiento de la dinámica del bosque y las áreas agrícolas, en el municipio de Santander de Quilichao. Además de aportar al conocimiento sobre la diversidad de flora y fauna de este municipio.

INTRODUCCION

Los bosques tropicales son conocidos por ser ecosistemas altamente dinámicos, debido a la influencia de una serie de factores y procesos ambientales (Scatena, 2002), en donde las perturbaciones naturales forman una parte integral de esta dinámica, sin embargo, a pesar de los constantes cambios como consecuencia de su inherente condición dinámica la presencia humana deja huellas significativas sobre los ecosistemas boscosos (García-Montiel, 2002), especialmente en aquellos asociados a las actividades productivas que traen como consecuencia la remoción de la cobertura vegetal en extensas áreas. Las actividades antropogénicas como la transformación, remoción y fragmentación de los bosques, son una de las principales causas por las que la diversidad biológica se está perdiendo (Kattan, 2002).

Los murciélagos juegan un rol especial en la polinización y la dispersión de semillas en los trópicos, no sólo mantienen la diversidad en hábitats no perturbados, sino que son extremadamente importantes en la regeneración a través de la dispersión de semillas de plantas pioneras como *Piper*, *Solanum*, y *Cecropia* sp. en áreas deforestadas (Fleeming, 1988).

Sin embargo, los murciélagos son uno de los grupos de animales más susceptibles a la extinción. Muchas poblaciones han disminuido en casi 90 por ciento durante los últimos veinte años (Valle y Calvo, 2000). Las principales causas de amenazas a los murciélagos son el efecto de la aplicación de químicos en el ambiente y la pérdida de hábitat. La pérdida de bosques tropicales destruye los hogares y las fuentes de comida de los murciélagos que tienen importancia ecológica y económica, más de 95 por ciento de todas las plantas tropicales son polinizadas por animales, y en su mayoría también dependen de la dispersión de sus semillas (Staskko y Kuntz, 1987). Por esta razón, los murciélagos son importantes también en la

propagación de plantas comerciales de las que depende la economía de muchos países.

Con el propósito de entender la situación actual de la biodiversidad de murciélagos en Colombia y en particular en el departamento del Cauca, por los escasos estudios enfocados en los estudios de la diversidad de los bosques, y las consecuencias de la pérdida de áreas por la agricultura, sobre este grupo, se hace necesario trabajar en la diversidad, composición, abundancia, su relación con el hábitat y estructura en los bosques en nuestro departamento y en Colombia.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A medida que aumenta la población humana circundante a los bosques, aumenta la presión por uso de la tierra, lo cual conduce a la pérdida de la cobertura boscosa y a un decrecimiento de la biodiversidad.

Colombia es un país que ha basado en buena medida su desarrollo económico en la explotación inadecuada de sus recursos, suponiendo una existencia ilimitada y un libre acceso a los mismos, lo que ha conducido a una creciente reducción de la biodiversidad, deforestación, degradación del suelo, desecamiento de las fuentes de agua contaminación y pérdida de la calidad del aire (IDEAM, 2004); además de la destrucción de los recursos, la fragmentación de los hábitats ha afectado teóricamente a la totalidad de las especies, como consecuencia de la expansión de diversas actividades humanas como la explotación de madera, el sobre pastoreo, la excesiva presión de caza y en menor grado, la contaminación ambiental, y la ampliación de las redes de carreteras (Ojasti, 2000).

El municipio de Santander de Quilichao, ha perdido una gran cantidad del territorio natural, desplazada principalmente por los cultivos de caña de azúcar, dejando entre ellos pequeños remanentes de vegetación, algunos de los cuales podrían mostrarse “hostiles” a los murciélagos del bosque. Sin embargo, la escasa información sobre la cuantificación de la diversidad de los murciélagos en Santander de Quilichao, no provee una base para establecer los ensambles taxonómicos que aún se mantienen en estos paisajes alterados por acciones antropogénicas; no existe ningún estudio de murciélagos, ni el efecto de la fragmentación del bosque sobre la diversidad de las comunidades de murciélagos, así mismo se desconoce el número de parches de bosque que aun existen, así como su diversidad, composición y riqueza biológica (POT Santander de Quilichao).

Aunque los estudios acerca de las consecuencias de la fragmentación en la biodiversidad han sido bastante documentados, se centran principalmente en áreas silvestres prístinas o poco alteradas por el hombre con el fin de aislar el efecto humano en el desarrollo de las investigaciones, sin embargo muchos de los usos de la tierra se centran principalmente en fincas, los fragmentos que quedan en ellas suelen ser el único refugio para los elementos propios de fauna y flora del lugar, convirtiéndose en parches que pueden ser importantes a nivel de gran escala (paisaje) para la conservación de la vegetación y fauna de este territorio, se puede apreciar en la actualidad que los sistemas de agricultura y pecuarios reemplazan los sistemas naturales y muchos piensan que esto perjudica a la biodiversidad.

La realización de éste trabajo busca aportar al conocimiento de la diversidad biológica en el norte del departamento del Cauca, y su relación con la estructura de la vegetación.

2. JUSTIFICACIÓN

Los bosques fragmentados juegan un rol crítico en la conservación de la biota de los paisajes de agricultura tropical (Turner y Corlett, 1996; Laurance y Bierregaard, 1997), sin embargo, los parches de bosque son generalmente el único refugio para muchos animales, a su vez los cambios en la vegetación conlleva a la atracción de nuevas especies alterando el ecosistema original, con el fin de entender como los diferentes paisajes afectan la biodiversidad, se hace necesario estudiar los cambios en la composición, riqueza, abundancia de especies en estos parches y la influencia que tienen las perturbaciones en los cambios que se encuentran (Laurance y Bierregaard, 1997).

Dada la velocidad con la que ocurren estos cambios, es urgente desarrollar métodos confiables, rápidos y de bajo costo para seleccionar especies y/o ensambles de especies para el monitoreo de los cambios ambientales y ecológicos (Kremen, 1992; McGeoch, 1998).

Como una solución a esta problemática, se ha propuesto que los esfuerzos de conservación y manejo se enfoquen en una o un número reducido de especies que funcionen como indicadores ambientales bajo el supuesto de que la respuesta al cambio de estas especies es representativa de la respuesta de otras especies en un hábitat o comunidad. El conjunto de indicadores debe definirse de tal forma que permita la evaluación a varios niveles de detalle: para el conjunto de la red, para cada uno de sus elementos, e incluso para los ecosistemas y especies (Noss, 1990; Canterbury *et al.* 2000).

Las especies indicadoras, según la definición de Landres *et al.* (1988), son organismos cuyas características: presencia, abundancia, densidad, etc.

pueden ser usadas como un criterio para evaluar atributos que son muy difíciles, caros o inconvenientes de medir para otras especies o condiciones ambientales de interés.

En general los mamíferos responden a las transformaciones del paisaje presentando cambios en la dieta, especialización hacia algunos recursos en particular, cambios en la estructura social y comportamiento (Crooks, 2002).

Los mamíferos juegan un papel importante para el mantenimiento de las condiciones del hábitat y los ecosistemas, ya que conservan la dinámica y flujo de energía de los mismos mediante servicios vitales y ecológicos, como el control de poblaciones de pequeños vertebrados, la dispersión de semillas y polen (Emmons, 1990). Entre los mamíferos, los murciélagos (Chiroptera) son un buen modelo para estudiar los cambios que la fragmentación ejerce sobre las comunidades de animales, dado que como grupo abarcan un amplio espectro trófico desde consumidores primarios hasta terciarios, su dieta se basa en frutas, semillas, néctar, polen, sangre, vertebrados, peces, y en muchos casos son selectivos a hábitat específicos (Hill y Smith, 1984; Fenton *et al.* 1992); siendo además importantes en los procesos de la interacción de los ecosistemas, como dispersores de semillas, polinizadores, y reguladores de la población de insectos (Fleming, 1988; Whittaker, 1993; Medellín y Gaona, 1999). La especialización de dieta y hábitat pueden identificar una correlación de rareza y son indicadores significativos de la probabilidad de extinción local (Laurance y Bierregaard, 1997), estudios comparativos revelan que las comunidades de murciélagos responden a las modificaciones ecológicas tanto en composición taxonómica como en la repartición de especies en gremios alimenticios (Jiménez-Ortega y Mantilla, 2008), todos estos rasgos tienen a los murciélagos como buenos indicadores de las características del hábitat particularmente de la estructura (Blair, 1999).

La literatura acerca de la sistemática, biología y ecología de los murciélagos es extensa, pero son muy pocos los estudios acerca de los murciélagos como bioindicadores de disturbios de hábitat (Johns *et al.*, 1985; Fenton *et al.*, 1992; Wilson *et al.*, 1996).

Colombia tiene más del 50% de las familias de murciélagos del mundo con 64 géneros y 176 especies (Alberico *et al.*, 2000), siendo un grupo de inmensa importancia en la dinámica de los bosques naturales, y uno de los grupos con mayor diversificación en nuestro país y en el Neotrópico (Alberico *et al.*, 2000), aunque los estudios realizados se refieren principalmente a inventarios locales, mas no en la función que cumplen esta comunidad en los bosques, y los cambios que pueden llegar a tener con respecto a su población, diversidad, composición, comportamiento entre otros, cuando estos bosques son perturbados o fragmentados.

Por todo lo anterior se hace urgente considerar estudios sobre: la diversidad, composición, riqueza y abundancia de especies en estos sistemas, el efecto de la fragmentación sobre las poblaciones existentes, dinámica de los bosques y estudios encaminados a alimentar procesos de restauración y siendo los murciélagos, un grupo de fácil identificación, estudiar este grupo con mayor intensidad ya que responden en menor tiempo a los cambios ambientales directa o indirectamente, proporcionando datos del grado de alteración de los bosques y selvas y en las densidades poblacionales de otros animales (insectos, peces, vertebrados), con el fin de obtener la capacidad de predecir, prevenir y mitigar la degradación ambiental y permitir el diseño de planes de manejo adecuados para las áreas protegidas (Kattan y Murcia, 1999) o que se deseen proteger.

3. Objetivo

general

Determinar y comparar la composición y diversidad del ensamble de murciélagos en fragmentos de vegetación con diferentes grados de alteración, en el municipio de Santander de Quilichao, Cauca.

Objetivos específicos

- Aportar al conocimiento de la diversidad de murciélagos en el departamento del Cauca.
- Comparar diversidad de murciélagos, en los sitios con diferentes grados de alteración.
- Caracterizar la estructura de la vegetación de los parches de estudio.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Generalidades de los Murciélagos

Los **quirópteros** (**Chiroptera**, del griego *kheirós*, "mano" y *ptéron*, "ala") tienen extremidades superiores que se desarrollaron como alas. La estructura del ala abierta es muy similar a la de una mano humana abierta y cubierta por una membrana (figura 1).



Figura 1. Estructura de las extremidades superiores de los murciélagos

Los murciélagos (orden Chiroptera) son los únicos mamíferos voladores, y de los grupos de mamíferos más numerosos y de amplia distribución en el mundo, desde el nivel del mar hasta los 3000 m, con excepción de las zonas polares, ciertas islas remotas y nieves perpetuas de altas montañas (Wilson,1997), ocupan diversos ecosistemas, tanto bosques como desiertos,

sabanas, y llanuras y zonas con alta o baja precipitación (Tirira,1999) la mayor densidad de murciélagos se registra en las regiones del trópico, aunque también son abundantes en las zonas templadas durante el verano (Wilson, 1997).

Los sitios de descanso son diversos desde cuevas, grietas, huecos en los arboles (Timm, 1987, Fenton *et al.* 1992). Muchos murciélagos se especializan en una dieta, sitios de descanso y selección de hábitat (Fenton *et al.* 1992).

Los murciélagos son ampliamente distribuidos en la vegetación terrestre y son particularmente diversos y abundantes en los trópicos (Fenton *et al.* 1992), son relativamente fáciles de encontrar por su amplia dieta, representando además el segundo orden más grande de mamíferos en términos de números de especies (Wilson y Reeder, 1993).

Clasificación taxonómica de los murciélagos

Reino: Animalia

Subreino: Eumetazoa

Rama: Bilateria

Filo: Chordata

Subfilo: Vertebrata

Superclase: Gnathostomata

Clase: Mammalia

Orden: Chiroptera

Se divide en 2 subórdenes:

- **Megaquirópteros:** está formado por los murciélagos frugívoros del Viejo Mundo y Oceanía (no están presentes en el continente americano, ni tampoco en la Antártida) suelen ser de mayor tamaño

que los murciélagos del suborden Microchiroptera, llegando algunas especies a alcanzar los dos metros de envergadura.

El resto de los murciélagos, que es la gran mayoría, tienen el sentido auditivo muy desarrollado. A tal extremo que usan un sistema de ecolocalización muy similar al radar. Todos estos murciélagos se agrupan en el **Suborden Microchiróptera**.

- **Microquirópteros:** está compuesto por los murciélagos que usan biosonar (conviene reseñar aquí que aunque algunas especies de megaquirópteros utilizan la ecolocalización, producen el sonido chasqueando la lengua, y no vocalizando, como los microquirópteros). Las especies de este suborden presentan todos los hábitos alimenticios posibles, pero son mayoría las especies insectívoras, y suelen ser de menor tamaño que los megaquirópteros. Los microquirópteros se encuentran en todos los continentes, salvo la Antártida, y suelen ser de menor tamaño que los megaquirópteros, teniendo el suborden *Microchiroptera* alguna de las especies más pequeñas de mamíferos.

Colombia posee el 50% de las familias de murciélagos (9 familias de 18) en el mundo con 64 géneros y alrededor de 176 especies, dentro de las que se destacan por ser abundantes la familia Phyllostomidae. (Alberico *et al.*2000) (tabla 1).

Tabla 1. Lista de especies de murciélagos reportadas para Colombia.

FAMILIA	GENERO	TOTAL N° DE ESPECIES
Emballonuridae	<i>Balintiopteryx, Centronycteris, Cormura, Cyttarops, Diclidurus, Peropteryx, Rhynchonycteris, Saccopteryx</i>	17
Noctilionidae	<i>Noctilio</i>	2
Mormoopidae	<i>Mormoops, Pteronotus</i>	5
Natalidae	<i>Natalus</i>	3
Furipteridae	<i>Furipterus, Eumop.</i>	1
Molossidae	<i>Molossops, Nictinomops, Promops, Tadarida.</i>	23
Vespertilionidae	<i>Eptesicus, Histiotus, Lasiurus, Myotis, Rhogessa.</i>	22
Thyropteridae	<i>Thyroptera.</i>	3
Phyllostomidae subfamilia		
Phyllostominae	<i>Trinycteris, Vampyrum, Tonatia Neonycteris, Mimon, Macrophyllum Lonchorhina, Macrophyllum, Micronycteris Chrotopterus, Glyphonycteris, , Trachops, Lampronnycteris, Phylloderma, Phyllostomus</i>	27
Glossophaginae	<i>Glossophaga, Lichonycteris, Anoura, Choeroniscus, Lionycteris, Scleoronycteris, Leptonycteris</i>	20
Carollinae	<i>Carollia, Rhinophylla.</i>	6
Sturnirinae	<i>Sturnira</i>	10
Stenodermatinae	<i>Vampyressa. Vampyrodes, Ametrida, Artibeus, Platyrrhinus, Mesophylla, Uroderma, Sphaeronycteris, Centurio, Chiroderma, Sphaeronycteris, Centurio, Chiroderma,</i>	34
Desmodontinae	<i>Desmodus, Diaemus, Diphylia</i>	3
TOTAL		176

4.2 Generalidades de la fragmentación y pérdida de la vegetación

Se entiende como fragmentación de hábitat a la creación de una matriz diferente a la original, en la mayoría de los casos dominada por actividades antropogénicas, que rodea fragmentos de hábitat y que tiene impactos directos sobre las comunidades animales que habitan estos fragmentos (Watson *et al.* 2005). El término fragmentación se suele utilizar para describir cambios que se producen, tales como la remoción por completo de grandes segmentos de vegetación, a partir de los cuales se generan otros segmentos más pequeños (Kattan, 2002), provocando esto interferencia en los flujos naturales que se suceden en los ecosistemas, y en los arreglos espaciales de los mismos, de los que dependen muchas especies animales para mantener poblaciones viables. Además de los obvios efectos provocados por la reducción de la cobertura arbórea y subsiguiente creación de parches de bosques aislados, la fragmentación de los hábitats es una manera de inducir los procesos de extinción local y regional de muchas especies (Kattan, 2002), especialmente de aquellas sensibles a las alteraciones de sus hábitats como son las especies animales dependientes de bosque.

La extinción de especies animales como consecuencia de procesos de fragmentación, es básicamente el resultado de dos procesos que se suceden a dos escalas espaciales diferentes:

- La reducción de la cobertura boscosa, que ocasiona no sólo la reducción del hábitat disponible sino también del área total de este tipo de hábitat.
- El aislamiento que deriva de la fragmentación de un hábitat, que ocasiona la reducción del número de individuos de una población teniendo como consecuencia poblaciones vulnerables a otros factores de carácter demográficos y/o estocásticos (Kattan, 2002).

La fragmentación tiene tres clases principales de impactos sobre los diferentes hábitats remanentes, que constituyen el hogar de muchas especies nativas (Bennett, 2004):

- Pérdida de especies en los fragmentos de bosque
- Cambios en la composición de las poblaciones animales
- Cambios en los procesos ecológicos que involucran a especies de animales.

Kattan (2002), explicó el fenómeno de la fragmentación desde el punto de vista de la teoría de islas, y enuncia que “en vista de que el proceso de fragmentación va creando, paulatinamente, remanentes de hábitat cada vez más pequeños y a su vez aislados de las fuentes potenciales de recolonización, habría que esperar una disminución de la riqueza de especies en función del grado de aislamiento y del área del fragmento”.

5. ANTECEDENTES

5.1. Fragmentación y los murciélagos.

Los primeros estudios realizados en cuanto al papel ecológico que juegan los murciélagos fue realizados por Johns *et al.* (1985), catalogándolos como un grupo en peligro por los múltiples alteraciones sufridas por los ecosistemas que ellos habitan, sobre todo lo bosques estratificados. Fenton *et al.* (1992), estudiaron los murciélagos de la familia de los Phyllostomidae como indicadores de intervención de hábitat en el neotrópico, encontrando que la diversidad de los murciélagos es sensible a la deforestación, afectándose sobretodo los murciélagos carnívoros reconocidos por Baker *et al.* (2003) como representantes de la subfamilia Micronycterinae, Lonchorhininae, Phyllostominae y Glyphonycterinae. Estos murciélagos desarrollan la mayor parte de su actividad al interior de los bosques estratificados y son sensibles a los cambios en la estructura de estos, mientras que otras especies muestran una mayor flexibilidad en sus requerimientos de hábitat; por ejemplo, murciélagos frugívoros de las subfamilias Carollinae y Stenodermatinae los cuales a menudo incrementan en proporción en bosques perturbados. Este parece ser un patrón aplicable a diversas áreas en el Neotrópico, como lo concluye Wilson *et al.* (1996) y Medellín *et al.* (2000) en muestreos de murciélagos en gradientes de perturbación de selvas de Perú y México respectivamente.

Shulze *et al.* (2000), en Guatemala estudió a los murciélagos en diferentes bosques encontrando que las tasas de captura (y la abundancia relativa) eran significativamente diferentes en bosques continuos y en bosques remanentes, tanto en número de especies que en gremios tróficos. Otro indicador útil del disturbio del bosque parece ser la abundancia relativa de los frugívoros mayores que se alimentan de los frutos grandes de especies de árboles

característicos de bosque maduro, y de los frugívoros menores que se alimentan de las plantas con frutas pequeñas que ocurren en las etapas iniciales de la sucesión, esta observación también estudiada por Patriquin y Barclay (2003), en donde relacionan el tamaño de los murciélagos con su hábitat y viabilidad de recursos, los pequeños y grandes murciélagos hacen diferentes usos de los bosques cosechados, los pequeños murciélagos fueron poco influenciados por los disturbios que los grandes murciélagos, y además de las especies de la familia Phyllostomidae, quienes se les señala como bioindicadores, Muñoz (2001), encontró que la familia Vespertillonidae habita en bosques primarios, secundarios, cultivos, jardines y campos abiertos, indicándolos como un grupo generalista e indicador de sistemas intervenidos.

Pons y Cosson *et al.* (2002) y Dos Reis *et al.* (2003), ya no solo relacionan la diversidad y el paisaje, sus estudios se enfocaron en el comportamiento de los murciélagos en estas áreas perturbadas encontrando un bajo potencial adaptativo de los murciélagos a los nuevos recursos encontrados, y un comportamiento negativo a cruzar y/o colonizar nuevos hábitats, concluyendo además que los parches pequeños no contienen las cualidades ecológicas adecuadas para algunas especies. Este comportamiento de no cruzar a nuevas áreas se debe principalmente a si estos son o no migratorios, ya que los murciélagos migratorios tienen mayor resistencia al vuelo de aquellos que no lo son, además de tener un rango de acción mas amplio (Quesada *et al.*, 2003). Aguirre (2003), determinó a su vez que las especies de murciélagos afectadas son aquellas que dependen del hábitat y sus recursos específicos, además de ser importante el estudio de la matriz en los fragmentos para entender la respuesta de los murciélagos en este tipo de sistemas, sin embargo no solo las especies y la diversidad es afectada por la fragmentación sino la dispersión de los frutos y polen de la vegetación, ya que las plantas en sistemas fragmentados son menos visitadas por los murciélagos frugívoros y

nectarívoros dependientes al hábitat o al recurso de aquellas que se encuentran en áreas mejor conservadas y conectadas.(Quesada *et al.* 2003).

Con todos los estudios realizados hasta ese momento Galindo-González (2004) clasificó a los murciélagos en tres tipos. **Tipo I “Dependientes del hábitat,”** son especies que habitan en la selva continua o en grandes fragmentos de selva (>200 ha.), aunque también forrajean en vegetación secundaria (de mas de 10 años) y agroecosistemas más o menos complejos (plantaciones de cacao, pimienta), con un dosel mayor de 15-20 m. muy especializadas en su alimentación y requerimientos de hábitat, y las más sensibles a las modificaciones; no toleran espacios abiertos, ni volar fuera de la cobertura vegetal. En un paisaje fragmentado no visitan los pastizales con árboles y arbustos aislados o cultivos, ni la vegetación riparia que atraviesa los pastizales, quedando aisladas en los fragmentos y macizos de vegetación original son más abundantes en la selva sin perturbación, mientras que los pequeños frugívoros son abundantes en los fragmentos o selva perturbada. **Tipo II “Vulnerables,”** son 241 especies que, al igual que el grupo anterior, habitan en los fragmentos de selva, sin embargo, utilizan la vegetación riparia y corredores que atraviesan los pastizales, pero sin salir de su protección hacia campo abierto como: *Phyllostomus discolor*, *Choeroniscus godmani*, *Platyrrhinus helleri*, *Dermanura phaeotis*, y *Myotis keaysi*. **Tipo III “Adaptables,”** son especies generalistas como: *Sturnira liliium*, *Carollia perspicillata*, *Artibeus jamaicensis*, *Dermanura tolteca* y *Vampyroides caraccioli* entre otras; son las más resistentes, toleran la transformación del ambiente, y posiblemente se benefician con la fragmentación, ya que utilizan tanto selvas, como ambientes transformados y remanentes, vegetación riparia, vegetación secundaria e incluso árboles y arbustos aislados en los pastizales; consumen especies de los géneros *Piper sp*, *Cecropia sp*, *Solanum sp*.

Storner (2005) y Peters *et al.* (2006) encontraron que la abundancia de taxa nectarívoros y frugívoros fue mayor en los sitios talados, donde la apertura del dosel y la densidad del follaje del sotobosque eran mayores, en contraste, las especies insectívoras y omnívoras fueron más abundantes en sitios no talados, donde la densidad del dosel y la variabilidad del sotobosque fueron mayores. Las diferentes respuestas entre gremios alimentarios y grupos taxonómicos pareció estar relacionada con las estrategias de forrajeo, la ecolocalización, con cambios en la cobertura del dosel y en las densidades del follaje del sotobosque. Los resultados sugirieron que aun la tala de baja intensidad, modifica la estructura del hábitat, conduciendo a cambios en la composición de especies de murciélagos y observando que los pequeños murciélagos de la familia Phyllostomidae responden de diferente manera en los bosques secos tropicales dependiendo de las características de este bosque como son la humedad, precipitación, características de la vegetación y composición de esta.

La mayoría de los estudios se enfocaban en áreas conservadas que han sufrido algún tipo de perturbación, sin embargo Harvey *et al.* (2006) estudió no solo el sistema protegido o conservado, sino que comparó los bosques con diferentes alteraciones que ha sufrido la zona de estudio, encontrando cambios en la riqueza de especies de murciélagos y su diversidad en cuatro zonas (bosque, sistemas agroforestales de cacao y bananas, y monocultivo de plátano) planteó que existe una mayor riqueza de especies de murciélagos en los sistemas agroforestales de cacao que en los bosques y monocultivos de plátanos, siendo a su vez mayor en los bosques que en el monocultivo, además de ser más abundantes en las plantaciones de cacao y teniendo especies que son vulnerables a la extinción.

Las plantaciones de bananos presentaron un elevado número de especies de nectarívoros que en los bosques, sugiriendo que los murciélagos tiene una

ventaja en aprovechar los recursos y hábitat entre los sistemas agrónomos, y estos hábitat proveen una amplia oportunidad para la conservación de estas especies, sin embargo las aves presentaron más dependencia a los bosques que a las plantaciones de cacao y banano.

Mas adelante Castro-Luna *et al.* (2007) encontraron que la matriz de los bosques maduros con la vegetación de parches secundarios, provee mas nichos para los murciélagos que los bosques intactos, aunque los resultados se deben principalmente a la dieta de *Artibeus* y *Carollia* siendo especies que se alimentan de frutos de especie pioneras. La abundancia de los murciélagos en el estudio depende de las variables de la vegetación que de las variables del paisaje.

Recientemente Jiménez-Ortega y Mantilla (2008) encontraron cambios significativos en cuanto a la composición de murciélagos en bosques preservados e intervenidos, evidenciando que los murciélagos responden a la recuperación del bosque siendo indicadores ecológicos de su riqueza y composición por ejemplo murciélagos frugívoros de la subfamilia Carollinae y Stenodermatinae a menudo incrementan en proporción en bosques perturbados, La especialización en la dieta de los murciélagos filostomidos, es una respuesta a la complejidad taxonómica y estructural de los bosques del Neotrópico, las variaciones en los patrones dietarios paren ser bioindicadores de alta sensibilidad frente a la intervención en el bosque.

5.2. Estudios en Colombia

Aunque son muy escasos los estudios que relacionan a los murciélagos con la fragmentación, o perdida del hábitat, en nuestro país, en los últimos años se han realizado algunos estudios: Pérez-Torres y Ahumada (2001) indica una reducción significativa en la riqueza de especies de murciélagos en los

dos fragmentos de bosque alto–andinos estudiadas en el sector occidental de la sabana de Bogotá.

En los fragmentos, la abundancia relativa de los murciélagos fue significativamente menor que en las dos áreas continuas, de esta manera la estructura y composición de los murciélagos cambio en los fragmentos en dos vías: disminución de la riqueza total de las especies y cambio en la dominancia al interior del grupo.

Desde el punto de vista del número de especies, los frugívoros son los más importantes y cualquier cambio en el número de especie o en la abundancia, incidirá en la estructura y composición de la comunidad completa, únicamente los frugívoros presentaron reducción del número de especies y un menor numero de capturas en los fragmentos. *Myotis oxyotus* fue significativamente mayor en las áreas continuas, los murciélagos nectarívoros, fueron más abundantes en los fragmentos esto podría deberse a que los fragmentos estudiados se presenta una mayor cantidad de flores que en los fragmentos continuos, sin embargo Otálora y Arévalo (2005), encontraron que la riqueza específica, la diversidad de especies y de gremios, alcanzaron los mayores valores en los bordes y la matriz, sugiriendo un efecto de borde indirecto en donde la riqueza, diversidad y vegetación en esta porción de los parches y se menciona una posible interacción de las especies donde la presencia de los generalistas se favorecen gracias a los subsidios obtenidos al cruzar los bordes.

Aunque generalmente son los bosques y selvas del interior del país las que se estudian con mayor intensidad, los resultados difieren en otros tipos de bosque; Ballesteros *et al.* (2007) estudiaron los murciélagos en zonas costeras, *Artibeus* y *Sturnira* fueron encontrados en los bosques costeros indicando el grado de conservación de este, ya que estos murciélagos son

consideradas especies muy poco selectivas en cuanto a las características del hábitat, y se encuentran en sistemas antrópicos. En estas zonas se encuentran plantas con frutos que sirve de alimento como piperáceas, solanaceas y cecropiaceas, que son comunes en zonas intervenidas y fragmentos de bosque.

Los resultados encontrados en la composición de especies de murciélagos indicaron que hay una mayor riqueza de especies en los fragmentos boscosos más conservados, ya que podría estar ofreciendo mejores recursos esenciales de alimento y refugios para las especies de murciélagos que habitan en estos fragmentos boscosos y no en los perturbados.

Las modificaciones en el paisaje pueden ser importantes y pueden afectar sobre los dinamismos de la comunidad de los murciélagos, en la diversidad de la vegetación y de los murciélagos como de otros grupos, además puede influenciar en cierta diferenciación física de la misma especie que se encuentran en áreas con diferentes grados de alteración, como lo concluye Ortiz Andrade (2007), relacionando la asimetría corporal de *Artibeus lituratus* con respecto a la perturbación del hábitat, encontrando que la población de esta especie presenta asimetría corporal de acuerdo al grado de perturbación ambiental expuesto, se estudió en las poblaciones de tres hábitats: universidad del Valle, Bajo calima y de las poblaciones del Zoológico de Cali; la poblaciones del bajo calima y zoológico de Cali presentaron 8 características con asimetría direccional o fluctuante mientras que la población de Universidad del Valle presento 15 casos de asimetría, esto se debe probablemente por la fuerte intervención antrópica que afecta la estabilidad de esta población durante el desarrollo de los individuos por la desaparición de árboles típicos de la región por plantas ornamentales e introducidas, esta especie se considera generalista por la alteración de la disponibilidad de alimento que por la estructura del paisaje. Pueden tolerar

diferentes grados de alteración ambiental y se favorece en ciertos casos de esta intervención antrópica y puede exhibir una respuesta al grado de perturbación ambiental, reflejada en la presencia de caracteres con diferentes tipos de asimetría corporal siendo un indicador del grado de perturbación en que se encuentran las poblaciones de esta especie.

5.1.1 Fragmentación y pérdida de la vegetación en Santander de Quilichao.

No se tiene ningún estudio acerca de la vegetación presente, ni el número de fragmentos o parches de vegetación que existen, los estudios en esta área son muy escasos, solo se ha realizado un pequeño inventario por el Centro regional Valle (CVC) en 1996 encontrando 53 spp arbóreas, 9 frutales, 13 ornamentales, 20 spp de aves, 6 spp de mamíferos, 2 especies de serpientes y 5 spp de peces.

En el listado de los mamíferos no se reportan ninguna especie de murciélagos.

6. METODOLOGIA

El levantamiento de la información se desarrolló en un periodo comprendido entre 1-17 de julio, 15-30 de octubre de 2009 y 2-15 de febrero de 2010, tiempo en el cual se efectuaron 3 visitas cada una duración de 15 días, realizando muestreos diurnos y nocturnos.

6.1 Área de estudio

6.2 Localización

El Municipio de Santander de Quilichao, está ubicado en la República de Colombia, en el sector norte del departamento del Cauca, a 97 Km al norte de Popayán y a 45 Km al Sur de Santiago de Cali, Valle del Cauca, su posición geográfica respecto al meridiano de Bogotá es de $03^{\circ} 00' 38''$ N y $02^{\circ} 23' 30''$ W su altura sobre el nivel del mar es de 1.071 m, su extensión es de 597 Km² (Figura 2).

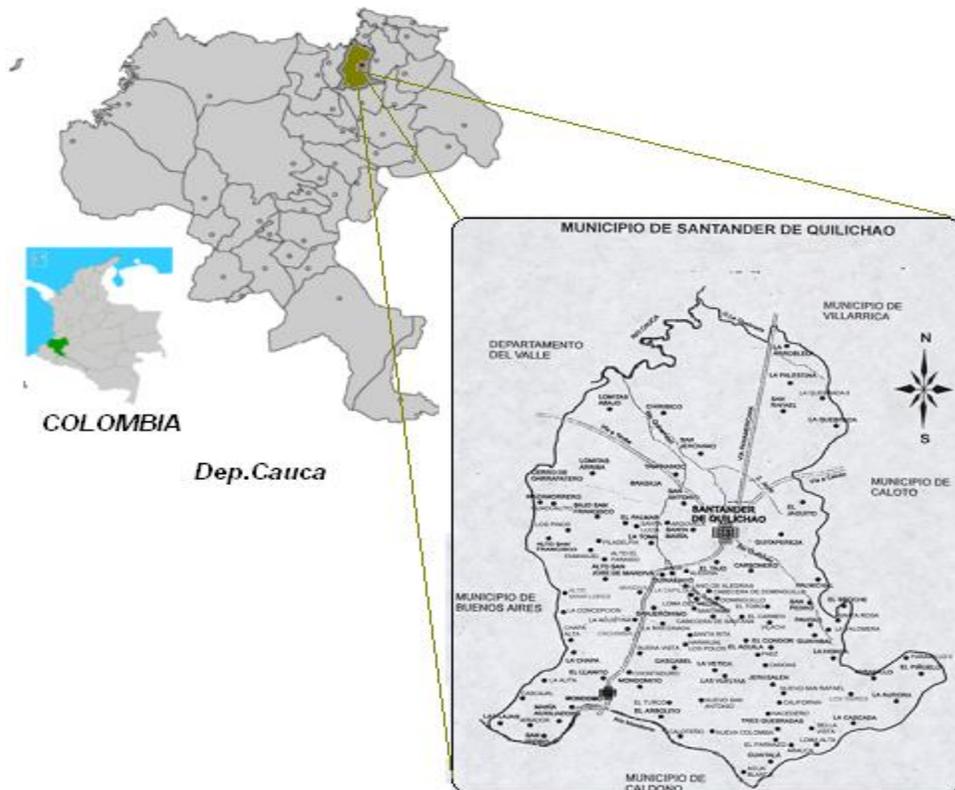


Figura 2 Ubicación geográfica del municipio de Santander de Quilichao en Colombia

Limitado al Norte con los Municipios de Villarrica y Jamundí, al Occidente con el Municipio de Buenos Aires, al Oriente con los Municipios de Caloto y Jambaló y al Sur con el Municipio de Caldoni (Figura 2).

El municipio de Santander de Quilichao, se clasifica según el modelo de zona de vida de Holdridge (1996), como bosque premontano transición a bosque seco.

6.3 Clima

La temperatura promedio mensual es 23,5 °c, el promedio mensual máxima asciende a 25° c, y el promedio mensual mínima es 21,8°c, su precipitación

media anual es de 1.362 mm siendo la máxima de 3.435 mm y la mínima 279 mm con una humedad entre el 60% y 70%.

6.4 Uso de la tierra

El municipio de Santander de Quilichao tiene una gran diversidad en su cobertura vegetal y usos del suelo favorecidos por contar con tres pisos térmicos, por lo cual se puede decir que su vocación es agropecuaria, el 44.26% de su territorio están dedicadas a cultivos agrícolas y praderas utilizadas en ganadería doble propósito, ceba y producción de leche. el 21,89% de su territorio son terrenos ubicados en las zonas de laderas, que han sufrido procesos erosivos especialmente por el mal uso dado con algunos cultivos como yuca y maíz, estos suelos en la actualidad son muy poco utilizados en el sector agropecuario, el 8.51% se encuentran en rastrojo y matorrales, el 7.47% están en bosques primarios, secundarios y plantados, 2000 hectáreas en afloramiento rocosos y área improductiva, el área en parques y zonas industriales es 1.447 Hectáreas, área en vías 780 Hectáreas, superficies en cuerpos de agua 79, topográficamente hay dos zonas bien definidas: la zona plana, donde se inicia el Valle geográfico del río Cauca y con explotaciones agropecuarias y tecnologías apropiadas. La zona de ladera: topografía ondulada suave, con diferencia de pisos térmicos que hacen que el establecimiento de actividades agropecuarias sean muy variadas. La infraestructura vial y de comunicaciones es adecuada y están cerca los centros de gran actividad económica (P.O.T. Santander de Quilichao 2007).

6.5 Aspectos Económicos.

En el sector primario los cultivos más importantes son: la caña de azúcar que ocupa el 47.12 % del área sembrada en cultivos transitorios y permanentes según distribución del uso actual del suelo, en segundo lugar el café con el

23.55%, la piña con el 9.73%, la yuca con el 6.79%, la caña panelera con el 2.78% y el plátano con el 1.87 %. Entre otros cultivos podemos mencionar: maíz, cítricos, fique, mora, lulo, mango, frijol, tomate, arroz y habichuela que participan en menor escala. En el área pecuaria hay cría de ganado bovino doble propósito y de ganado porcino. La zona plana (valle geográfico del río Cauca), se caracteriza por la explotación a gran escala de la caña de azúcar, de pastos mejorados para el ganado, en la zona de ladera ocupa un lugar relevante el cultivo del café, la yuca, el plátano y pancoger (P.O.T. Santander de Quilichao 2007).

7.8 Selección de áreas de muestreo

Se seleccionaron 4 zonas, localizadas en diferentes partes de este municipio, con características naturales y físicas particulares, correspondientes a las exigencias de este trabajo (figura 3).



Figura 3. Municipio de Santander de Quilichao donde se muestra la ubicación de las áreas de estudio.

6.6.1 Tipos de cobertura seleccionadas para el estudio

Bosque secundario: ubicado dentro de la hacienda Japio, geográficamente esta ubicado a los $03^{\circ}01'76.8$ N, y a los $76^{\circ}26'51.6$ W, a 1018 msnm, esta zona presenta un relieve plano y semiplano en el cual se presentan las terrazas bajas (sector inundable), y relieve colinado en los cuales se diferencian las terrazas medias y altas, es una región principalmente agrícola, donde predomina el monocultivo de caña, y algunas zonas de pastoreo, dentro de este paisaje se encuentra, una pequeña colina con una vegetación secundaria, aproximadamente lleva 30 años sin uso agrícola, utilizado por los habitantes de esta hacienda para el cuidado y liberación de animales

silvestres decomisados por la CRC, como águilas y tigrillos entre otras especies (figura 3, 4 y 8).

Sin embargo a pesar de su importancia local no se han realizado estudios de biodiversidad ni de monitoreo de los animales liberados.



Figura 4: bosque secundario

Relictos de vegetación en monocultivos: el monocultivo que se presenta en este municipio es la caña de azúcar, sin embargo la explotación de este territorio ha dejado muy pocos rastros de una vegetación diferente y natural, aunque existen algunos remanentes conformados principalmente por guaduales y otras especies arbustivas y herbáceas, presentado el único refugio para los animales de esta zona, se seleccionaron 4 guaduales, todos ubicados en diferentes lugares al norte de este municipio y en medio de las plantaciones de caña de azúcar.

Se dividieron según la vegetación presente en:

Guadales puros (GP), es decir no tenían ningún otro tipo de vegetación presente; finca la real (03°02'48"N y 76°19'10.5 W), hacienda Japio (03°02'48.4"N y 76°27'10.5" W) (figura 3, 5 y 8).



Figura 5 guadal puro

Guadales mixtos (GM), los cuales aparte de tener guadua, albergaban otras especies de plantas; los lagos, limites de la hacienda Japio (03°02'18.8' N y 76°26'11.9 W) y finca Berlín (03°02'111"N y 76°28'689") (figura 3 ,6 y 8).



Figura 6: guadales mixtos

Áreas de cultivos: vereda Domingullo. Ubicado al sur este de la cabecera municipal de Santander, a 02°58'298"N y 076°29'709' W, esta zona se caracteriza por tener fincas con variados cultivos agrícolas pequeños y

medianos para uso domestico y comercial, sus principales productos son el café, la piña, el plátano y el banano (figura 3, 7 y 8).

Las dos fincas seleccionadas, finca Mi Granjita y Mayordomo se encontraba una frente a la otra.



Figura 7: finca mi Granjita



Figura 8: Fotografía aérea del municipio de Santander de Quilichao, (www.googleearth.com) indicando las zonas de estudio.

- 1: Bosque secundario, hacienda Japio, (03°01'76.8 N, 76°26'51.6" W)
- 2: Guadual mixto, hacienda Japio, guadual los lagos, (03°02'18.8" N, 76°26'11.9" W)
- 3: Guadual puro, finca la Real. (03°02'48"N, 76°19'10.5" W)
- 4: Guadual mixto finca Berlin, (03°02'111"N y 76°28'689")
- 5: Guadual puro, hacienda Japio, (03°02'48.4"N, 76°27'10.5" W)
- 6: Áreas agrícolas, vereda Domingullo, fincas mayordomo y mi granjita. (02°58'298"N, 76°29.70.9 W)

6.7 Muestreos de estructura de la vegetación y el ensamble de los murciélagos

la metodología se dividió en dos fases:

La primera fase, se basó en muestreos de identificación de la estructura de los bosques, para delimitar el grado de perturbación, en la segunda parte se realizó los muestreos de la comunidad de los murciélagos.

6.7.1 Muestreo de la estructura de la vegetación en el área de estudio

El muestreo estructural de la vegetación se enfocó en el estudio de los 3 tipos de hábitats: bosque con vegetación secundaria avanzada, parche de bosque en monocultivos de caña, y sistema agrícola.

Se seleccionaron los sitios para la caracterización estructural de la vegetación, centrados sobre a) los sitios donde se colocaron las redes, donde se obtuvieron capturas y b) los sitios seleccionados al azar, para obtener un total de 15 parcelas en el bosque, 5 para el guadual mixto (GM), 5 para el guadual puro (GP) y 6 para las 2 fincas en la vereda Dominguillo.

Para determinar las diferencias estructurales en los tipos de vegetación, se utilizará la metodología de Medellín *et al.* (2000) y Ramírez Padilla (1995).

Las parcelas tuvieron una medida de 5 x 25 m, midiendo dentro de estas las variables, diámetro a la altura del pecho (DAP) > 5 cm tomadas a 1.3 m por encima del suelo, la altura total, altura del follaje (figura 9 y 10).

Los estratos se dividieron así:

Estrato arbustivo (1.5-4.9 m) y el estrato arbóreo se dividió en estratos subárboleo (5-11.9 m), arbóreo inferior (12-24.9 m) y arbóreo superior (>25 m) (Villareal *et al.*, 2004) (figura 11).



Figuras 9 y 10. Realizando el levantamiento de las parcelas dentro del bosque secundario, para realizar las medidas de las variables vegetales.

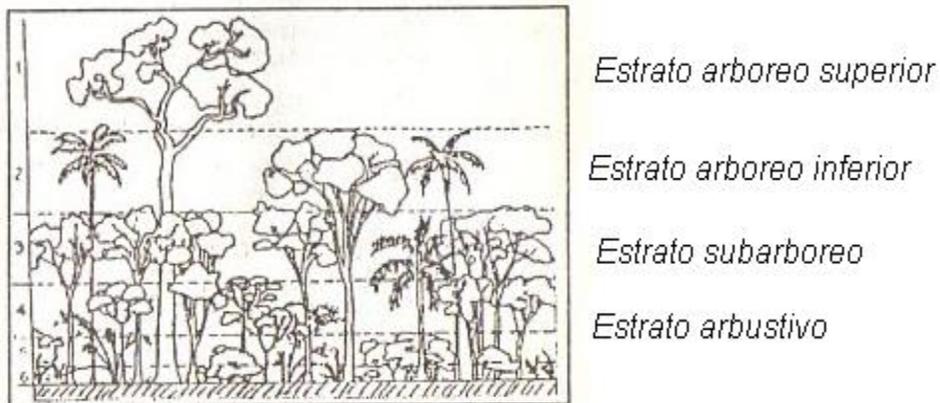


Figura 11 División de la estructura del bosque

6.7.2 Caracterización del ensamble de murciélagos en el área de estudio

Para el muestreo de murciélagos se seleccionaron hábitats de cada zona del muestreo (bosque secundario, parches de bosque en monocultivos de caña y sistemas agrícolas)

Se emplearon redes de niebla de color negro (6 m de largo x 3 m de alto), durante 4 noches por hábitat, para un total de 12 noches en los tres hábitats, por salida de campo. Se ubicaron de manera aleatoria en los fragmentos de bosques, el número de redes empleadas dependió de las peculiaridades del terreno y las características fisionómicas de la vegetación (mínimo 4 y máximo de 6) separadas una de la otra por una distancia de entre 15 a 30 m, así mismo se tomó la posición geográfica de cada par de redes con un sistema de geoposicionamiento global. Las redes se abrieron a partir de las 18:00 hasta las 22:00 h periodo en el que según Brown (1968) es de mayor actividad de los murciélagos, siendo revisadas cada 30 minutos.

Procesamiento de murciélagos

Cada ejemplar se guardó en una bolsa de tela previamente enumerada, siendo registrada en una libreta de campo.

Se registró en la hoja de campo: fecha, hora de captura, número de red, para cada individuo capturado se tomaron datos morfométricos: longitud total (LT), longitud cola (LC), longitud pata (LP), longitud oreja (LO), y longitud de antebrazos (LAnt), sexo, estado reproductivo, estas mediciones se realizaron con un calibrador SPI 2000

De los individuos capturados se preservaron de cada zona de muestreo máximo 8 individuos por morfoespecie como ejemplares testigos; los otros individuos, al igual que las hembras lactantes y en estado de preñez, se registraron en la libreta de campo con los correspondientes datos de captura, sexo, estado reproductivo en que se encontraban y luego se procedió a liberarlos. Los individuos capturados fueron identificados de acuerdo con Albuja (1999), Muñoz (2001), genero *Carollia* por Cloutier y Thomas (1992)

Los especímenes colectados se preservaron en seco (piel y cráneo), y otros en líquido (alcohol 70%), y fueron depositados en la colección de referencia de mamíferos del Museo de Historia Natural de la universidad del Cauca (figura 12,13 y 14)



Figura 12,13 y 14 Captura de los murciélagos y procesamiento de la información obtenida.

6.8 Tratamiento de datos

La medida de la diversidad de la altura del follaje, fue derivada utilizando los cuatro estratos de vegetación, arbusto, subárboreo, arbóreo inferior y arbóreo superior, utilizando el índice de diversidad de Shannon (August, 1983):

- Diversidad de la altura del follaje

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

Las variables de vegetación (DAP, altura del follaje, altura total) fueron analizadas con la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk; para realizar los análisis multivariantes; se realizó el índice de diversidad de Shannon (H') para las especies de plantas encontradas en las zonas de estudio.

- Diversidad medida por Shannon –Wiener índice: compara la riqueza de especies entre sitios (Moreno, 2001).

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

La evaluación de la diversidad de murciélagos en cada zona de estudio estuvo dada por los parámetros de composición, equidad y riqueza de especies. Los índices ecológicos utilizados en esta investigación fueron escogidos por facilidad de uso, simplicidad conceptual y por ser ampliamente utilizados en estudios ecológicos.

Se calculó el éxito de captura E (individuos –noche/horas- malla) como un indicador de abundancia relativa para cada una de las tres áreas.

- Índice de captura: indica el esfuerzo y éxito de captura

$$E = \frac{Nn}{Mh}$$

N número de individuos capturados.
n número de noches de muestreo.
M número de mallas totales.
h número de horas de muestreo.

ara comparar si existían diferencias en cuanto a la diversidad de especies a diferentes hábitats, se utilizó el índice de diversidad específica calculado por el inverso del índice de Simpson ($1/\lambda$) y el índice de Shannon (H'). La equidad se la estimó utilizando los índices de Pielou (J) (Moreno, 2001).

- Índice de dominancia Simpson: Toma en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies.

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

Donde:

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.

- Similitud de Pielou:

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

donde $H'_{\max} = \ln(S)$

Para determinar los cambios en la composición de especies y en el ensamblaje de las comunidades con respecto al hábitat, se examinó la similitud entre el ensamblaje presentes en cada zona de estudio utilizando los índices cualitativos de Morisita - Horn (Moreno, 2001).

- índice de similitud Morisita -Horn compara la similitud entre las zonas de estudio.

$$I_{M-H} = \frac{2 \sum (a n_i \times b n_j)}{(d a + d b) a N \times b N}$$

Donde

$a n_i$ = número de individuos de la i -ésima especie en el sitio A

$b n_j$ = número de individuos de la j -ésima especie en el sitio B

$d a = \sum a n_i^2 / a N^2$

$d b = \sum b n_j^2 / b N^2$

Adicionalmente, se realizó una correlación a partir de los valores obtenidos de los índices de diversidad específica de Simpson ($1/\lambda$) de Shannon (H') y de Pielou (J) de la comunidad de murciélagos con las variables de la vegetación, calculándose el coeficiente de correlación de Pearson (r_p). Para determinar el grado de asociación entre la diversidad y la estructura.

Los análisis estadísticos fueron realizados utilizando SPSS versión 10.0 para Windows, (SPSS, 2000), Excel (MapInfo Corporation, 1995–98), Biodiversity Professional Beta (The Natural History Museum & The Scottish Association for Marine Science, 1997) y PAST.

8. RESULTADOS

8.1 Características de las zonas de estudio

Se tomaron tres variables a 473 plantas, distribuidos entre el bosque, guadual mixto, guadual puro y las fincas, para un total de 31 parcelas (2175 m²).

Las especies de plantas identificadas se distribuyeron en 20 familias, 15 familias para el bosque secundario, 11 familias para el guadual mixto, 3 familias para las áreas de agrícolas.

Bosque secundario

El bosque secundario presentó una distribución de estratos con una dominancia por el estrato subarbóreo con una altura promedio de 15.48 m y una abundancia vegetal relativa de 40.72%, seguido por el estrato arbustivo con una altura promedio de 3.569 y una abundancia de 31.45%, arbóreo inferior con una altura promedio 13.901 m y una abundancia vegetal de relativa 25.16 %, se tomo la altura a 288 plantas (tabla 2).

Las familias que se identificaron fueron Rubiaceae (*Cicotria micralitan*), lacistemataceae (*Lacistema agregatum*), Clusiaceae (*Clusia minor*), Sapindaceae (*Cuponia sp*), Urticaceae (*Urera bacifera*), Mirtaceae (*Mircine guianencis*), lauraceae, Fabaceae, Arecaceae, Agabaceae, Piperaceae, Melastomataceae, Euphorbiaceae, Meliaceae, Araliaceae, Myrcinaceae; 7 ejemplares no fueron identificados (sp1-sp7) (tabla 3)

Guadual mixto

el guadual mixto presento una codominancia de estratos, el estrato superior representado por guadua con una altura promedio de 30.5 m y el estrato subarbóreo representado por guadua, y las familias Esterculiaceae y

Fabaceae con una altura promedio de 19.2 m, ambas con una abundancia vegetal relativa de 27.63%, seguido por el estrato arbustivo con una altura promedio de 3.76 con una abundancia relativa de 25% y el estrato arbóreo inferior con una altura promedio de 19.2 m y una abundancia vegetal relativa de 19.73% representado por guadua y *Myrcine sp.* este tipo de vegetación presento los 4 estratos, un total de 79 plantas a las cuales se les tomo la altura (tabla 2).

Las familias presentes fueron Poaceae (*Guadua angustifolia*), Euphorbiaceae (*Croton sp*) Sapindaceae (*Cuponia americana*), Esterculiaceae (*Guasuma ulmifolia*) Mirtaceae (*Psidium guajava*), Piperaceae, Asteraceae, Fabaceae, y un ejemplar sin identificar (sp8) (tabla 3).

Las zonas de estudio que presentaron menos complejidad estructural, fueron el guadual puro y las fincas con dos estratos cada uno.

Guadual puro

Representado exclusivamente por guadua (*Guadua angustifolia*), en el estrato arbóreo inferior con un promedio de altura de 13.33 m y una abundancia vegetal relativa del 7.31%, y el estrato superior con un promedio de altura de 25.97 m y una abundancia vegetal relativa del 92.68%, las medidas fueron tomadas a 41 plantas (tabla 2).

Áreas de agricultura

Con un estrato arbustivo de altura promedio de 2.67 m y una abundancia vegetal relativa de 47.57% representado por plantas de café y plátano y un estrato subarbóreo de una altura promedio de 6.375 y una abundancia vegetal relativa de 3.88% (tabla 2), las familias presentes fueron Musaceae, Anacardiaceae, y Rubiaceae (tabla 3).

La distribución del total de las plantas procesadas en los 4 estratos en las áreas de estudio y su abundancia están en los anexos 1, 2, 3 y 4 y en la tabla N° 3.

Tabla 2. Estratificación de las zonas de estudio

Promedio de las alturas (metros) de las zona de estudio en los 4 estratos

Estratificación	Bosque s	Gm	Gp	Áreas agrícolas
Arbustivo	3,569	3,76	0	2,6765
Subarbóreo	15,4895	7,002	0	6,375
Arbóreo inferior	13,901	19,2	13,33	0
Arbóreo superior	27,72	30,5	25,97	0

Bosque s: bosque secundario; Gm: gradual mixto y Gp: Gradual puro.

Tabla 3. Lista de plantas presentes en las 4 zonas de estudio; donde Bs: bosque secundario, Gm: guadales mixtos, GP: guadales puros, A: áreas agrícolas. Distribuidas en los 4 estratos.

1: Plantas presentes en el área de estudio

** Especies no identificadas, no están incluidas dentro de las familias que aparecen arriba. B: bosque secundario, Gm: guadales mixtos, GP: guadales puros, A: áreas agrícolas.

familia/especie	Arbustivo				Subarbóreo				Arbóreo inferior				Arbóreo superior			
	Bs	Gm	Gp	A	Bs	Gm	Gp	A	Bs	Gm	Gp	A	Bs	Gm	Gp	A
Poaceae																
<i>Guadua angustifolia</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
Araliaceae																
Sp9	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
sp1**	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Rubiaceae																
sp2**	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coffea sp</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fabaceae																
Sp10	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0
Mimosoideae	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Euforbiaceae																
<i>Croton sp</i>	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
sp3**	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Lauraceae																
	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Sp11																
Musaceae																
<i>Musa paradisiaca</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mircinaceae																
<i>Mircine guianensis</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Asteraceae																
Sp12	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sapindaceae																
<i>Cuponia americana</i>	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Areaceae																
Sp13	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Melastomataceae																
Sp14	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mirtaceae																
<i>Psidium guajava</i>	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lacistemataceae																
<i>Lacistema agregatum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anacardiaceae																
Sp15	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Urticaceae																
Sp16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Piperaceae																
Sp17	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Esterculiaceae																
Sp18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
sp4**	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
sp5**	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
sp6**	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Meliaceae																
<i>Trichilia pallida</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
sp7**	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
sp8**	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Las especies más abundantes fueron *Guadua angustifolia* con un promedio de 0.1881, aunque esta sólo estuvo presente en los guaduales, seguida por un representante no determinado de la familia Araliaceae con 0.086, y presente en los 4 estratos dentro del bosque. Las familias Rubiaceae y Fabaceae, estuvieron presentes en los 4 estratos dentro del bosque y en dos estratos en los guaduales mixtos. Las especies menos abundantes fueron las pertenecientes a la familia Meliaceae, sp7 y sp8 con 0.002 (anexo1, 2, 3 y 4).

Ninguna de las especies estuvo distribuidas en todas las zonas de estudio, sin embargo Mirtaceae (*Mircine guianensis*), Euforbiaceae (*Croton sp*) y las familias Fabaceae Rubiaceae, Piperaceae, Mircinaceae, fueron compartidas entre el bosque secundario y gradual mixto. Solo *Guadua angustifolia* y la familia Asterácea fueron exclusivas para el gradual mixto (Tabla 3).

Tabla 4. Media y desviación estándar de 3 variables del hábitat utilizadas para los análisis estadísticos en el municipio de Santander de Quilichao

Variables	Bosque s	Gradual mixto	Gradual puro	Áreas de Agricultura
	X ±DS	X ±DS	X ±DS	X ±DS
DAP	8.25 ± 9.95	6.07 ± 2.087	7.92 ± 2.13	
Altura del fuste	16.52 ± 7.46	15.05 ± 11.388		2.36 ± 20.64
Altura total	6.78 ± 10.42	7.07 ± 21.744	25.34 ± 3.84	1.86 ± 1.788

El número de observaciones para la variable diversidad de altura del follaje: bosque n= 288; gradual mixto n=76; gradual puro n= 41; fincas n=98

Al realizar la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, para determinar si los datos si se distribuían dentro de la normalidad, todas las variables fueron significativamente diferentes de la distribución normal, por esto, no se pudo realizar los análisis de multivariantes (tabla 5).

Tabla 5. Prueba de normalidad

Prueba de normalidad de Shapiro –Wilk		
	N	p
DAP	0,8121	2,66E-21
Altura del fuste	0,4782	9,87E-36
Altura total	1,172	1,69E-40

Al comparar los cuatro tipos de hábitat, con respecto a la diversidad de la altura del follaje (H') se encontró una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los sitios (tabla 6).

Tabla 6. Comparación de la diversidad de la altura del follaje, H' .

	Bosque s	Gm	Gp	Áreas agrícolas
Bosque	0	t=0,81 P=0,41	t=7,06 P=2,54e-10*	t=4,11 P=0,001*
Gm		0	t=5,102 P=1,77e-6*	t=3,47 P=0,004*
Gp			0	t=-0,77 P=0,459
Áreas agrícolas				0

El bosque y el guadual mixto presentaron diferencias significativas con respecto al guadual puro y las fincas, ($p < 0.05$).

Esto se debe al número de estratos encontrados, (bosque y guadual mixto con 4 y guadual puro y fincas con 2), la abundancia de plantas que hay entre ellos y la altura de cada estrato, ya que el estrato subarbóreo (bosque) y arbóreo superior (guadual) tienen grandes diferencias de alturas con respecto a los demás sitios de estudio.

8.2 Éxito de captura

El éxito de captura de murciélagos, representado en el número de animales capturados por una hora-red, fue matemáticamente más alto en el bosque secundario intervenido (32 N° de murciélagos/red/noche) y el guadual mixto (1.72 N° de murciélagos/red/noche), seguido por dominguillo (0.92 N° de murciélagos/red/noche), y el mas bajo en el guadual puro (0.44 N° de murciélagos/red/noche).

8.3 Riqueza de especies de murciélagos en las áreas de estudio

Se capturaron 160 individuos de murciélagos, distribuidos en dos familias (Phyllostomidae y Vespertilionidae), 5 subfamilias (Carollinae, Stenoderma-

tinae, Desmodontinae, Glossophaginae, Sturnirinae), 9 géneros y 10 especies, 4 fueron compartidas por las 4 áreas de estudio y 6 fueron exclusivas para un hábitat. De la familia Phyllostomidae, la subfamilia Stenodermatinae fue la que más especies presentó (3) seguida por Carollinae (2), y por último Glossophaginae, Desmodontinae y Sturnirinae con una, la familia Vespertilionidae representado por 2 especies (*Eptesicus brasiliensis* y *Myotis* sp.) fueron preservados 79 ejemplares testigo siendo liberados 80 murciélagos: 62 *Artibeus lituratus*, 10 *Glossophaga soricina*, 5 *Sturnira* sp. y 3 *Carollia perspicillata*.

Tabla 7. Murciélagos capturados en bosque secundario, guaduales mixtos y puros, y dos fincas de Santander de Quilichao, la lista esta ordenada por abundancia en forma descendente. El gremio trófico se refiere a la alimentación predominante (F: frugívoro, FN: frugívoro nómada, H: hematófago, I: insectívoro, Ne: nectarívoro), los sitios están ordenados de izquierda a derecha iniciando con el bosque con vegetación secundaria, guaduales puro: GP, y mixto: GM y áreas de cultivos en la vereda Domingullo: A.

Familia Phyllostomidae							
Especie	Bq	GP	GM	A	total	Gremio trófico	subfamilia
<i>Artibeus lituratus</i>	37	3	25	8	73	F	Stenodermatinae
<i>Glossophaga soricina</i>	10	2	2	12	26	Ne	Stenodermatinae
<i>Carollia perspicillata</i>	16	1	5	2	25	F	Carollinae
<i>Sturnira</i> sp	13	1	9	1	24	F	Sturnirinae
<i>Platyrrhinus</i> sp	1	0	0	0	3	F	Stenodermatinae
<i>Carollia brevicauda</i>	2	0	0	0	3	F	Carollinae
<i>Uroderma</i> sp.	1	0	0	0	1	FN	Stenodermatinae
<i>Desmodus rotundus</i>	0	0	1	0	1	H	Desmontinae
Familia Vespertilionidae							
<i>Eptesicus brasiliensis</i>	0	3	0	0	3	I	
<i>Myotis</i> sp	0	0	1	0	1	I	
Total de especies	7	5	6	4			
Total de individuos	80	11	43	23	160		

La curva de acumulación de especies en los diferentes tipos de estudio, muestra que el patrón del número de especies esperado es diferente entre todos los sitios, existe una baja similaridad entre los guaduales mixtos y el bosque secundario. Sin embargo, debido a la tendencia de las curvas, se esperaría aún encontrar mayor número de especies en las fincas y guaduales puros (Figura 15).

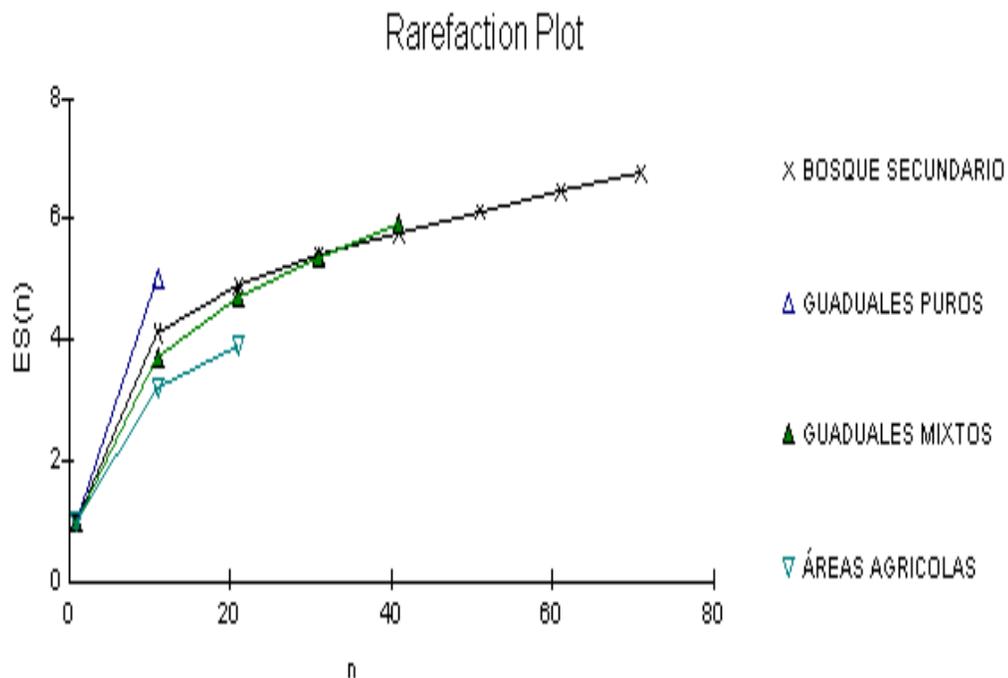


Figura 15. Curva de acumulación de especies de murciélagos observadas en las cuatro áreas de estudio en Santander de Quilichao, Bosque secundario, Gp gradual puro, Gm: gradual mixto y finca: zonas agrícolas.

8.3.1 Diversidad de murciélagos en las zonas de estudio

Los murciélagos de la familia Phyllostomidae fueron los más numerosos y abundantes dentro de este estudio, con 8 especies registradas (80%). Las frecuencias de las subfamilias fueron: Stenodermatinae (47.7%), Carrollinae

(17.19 %), Glossophaginae (16.5%), Sturnirinae (15.2 %), y Desmodontinae (0.636 %). El resto corresponde a la familia Vespertilionidae (20%).

La riqueza en cada sitio muestra que el número de especies en el bosque secundario maduro fue mayor, se registró 7 especies, y donde se obtuvo además el mayor número de individuos capturados (80), seguido por los guaduales mixtos con 6 especies (43) y guaduales puro con 5 especies (13), y finalmente en las fincas de Dominguillo con 4 especies (23) (tabla 7).

Para todas las zonas de estudio excepto en las áreas de cultivo, la especie dominante fue *Artibeus lituratus* y la primera en abundancia con 73 individuos (45.91 %), seguida por *Carollia perspecillata* con 16 registros (10.06 %), para el bosque y la tercera para guaduales mixto (3.14%) y áreas agrícolas (1.25%), *Sturnira sp.* fue la tercera en abundancia en el bosque (8.179%) y en las fincas (0.62%) y la segunda en gradual mixto (8.176%), *Glossophaga soricina* fue la cuarta en abundancia en el bosque y gradual mixto, pero ocupó el primer lugar en las áreas agrícolas (7.54%), el segundo en abundancia en guaduales puros (1.259%).

Las especies exclusivas para cada área de muestreo fueron las que presentaron menor abundancia: *Eptesicus brasiliensis* (1.88%), *Carollia brevicauda* (1.25%) *Desmodus rotundos*, *Uroderma sp*, *Platyrrhinus sp*, *Myotis sp*, (0.62%).

Del total de capturas, el 55.62 % fueron hembras y el 44.37 % machos. Del total de hembras procesadas, el 20.23% estaban preñadas o lactando. En el mes de junio se presentaron estas condiciones, en el mes de octubre no se encontró ninguna hembra activa, y en el mes de febrero se volvió a encontrar hembras en lactancia o preñadas.

8.3.2 Similitud

Según el índice de similaridad de Morisita-Horn, las zonas de estudio más similares de acuerdo a la composición de especies de murciélagos fueron el guaduales mixtos y los bosques (0.95 %), seguidos por el guadual puro con el bosque (0.89%) y guaduales puros (0.76%), los hábitat menos similares fueron las áreas agrícolas con respecto a las otras tres zonas de estudio. (Tabla 7); agrupados en 3 grupos: 1) bosque y guadual mixto 2) guadual puro y 3) áreas agrícolas (tabla 8).

Tabla 8. Similaridad entre hábitats (Índice de similitud de Morisita- Horn)

Matrix de similitud				
	Bosque s	Gpuros	Gmixtos	A. agrícolas
Bosque s	0	0,897	0,9532	0,716
Gp	*	0	0,7617	0,758
Gm	*	*	0	0,6138
A. agrícolas	*	*	*	0

(Gm) Guadual mixto y (Gp) guadual puro

De esta forma es posible deducir que las cuatro unidades aportan a la diversidad del paisaje. No obstante, el bosque secundario solo recoge una importante fracción de la diversidad. Es posible que esta unidad sea donde hay más tipos de hábitats y nichos concentrados.

8.3.3 Índices ecológicos

Los valores obtenidos entre las diferentes zonas de muestreo demuestran que la mayor riqueza se obtuvo en el bosque (7) seguida por el guadual mixto (6), y los sitios más homogéneos como los guaduales puros (5) y áreas agrícolas (4) mostraron menor riqueza, sin embargo la mayor diversidad la obtuvo el guadual puro ($H' = 1.547$) seguida por el bosque ($H' = 1.436$) y el más bajo se presentó en las fincas ($H' = 1.055$) (tabla 9).

Tabla 9. Índices descriptivos del ensamble de murciélagos en cada hábitat muestreados y generales. Municipio de Santander de Quilichao

	Bosque	Gpuros	Gmixtos	A. agrícolas
Riqueza				
Especies(S)	7	5	6	4
Individuos	80	11	43	23
Diversidad				
Shannon (H)	1,436	1,547	1,21	1,055
Simpson (I)	0,7031	0,7769	0,6014	0,5974
Uniformidad				
Pielou (J)	0,7377	0,961	0,6756	0,7614

En cuanto a los valores obtenidos de los índices de Pielou (J) con respecto a la uniformidad (tabla 9) son relativamente altos con respecto a las zonas de estudio, a excepción del gradual mixto (0.6014) evidenciando que los miembros dentro de cada zona están bien distribuidos a pesar de que el tamaño de las muestras obtenidas fueron diferentes.

Al realizar las comparaciones de diversidad entre los sitios, solo el bosque y las áreas de agricultura indicaron una diferencia significativa ($t=2.34$, $p=0.02$) (tabla 10).

Tabla 10. Comparación de la diversidad (H') entre los cuatro sitios de estudio. Gp gradual puro, Gm gradual mixto.

Hábitat	Bosque	Gmixtos	Gpuros	Áreas agrícolas
Bosque	0	$t=1,43$ $P=0,156$	$t=10,17$ $P=0,86$	$t= 2,34$ $P=0,02^*$
Gm		0	$t=0,974$ $P=0,33$	$t= 0,78$ $P=0,43$
Gp			0	$t=-1,70$ $P=0,09$
Fincas				0

Esto puede deberse principalmente por la diferencia en la mayor riqueza de especies y abundancia dentro del bosque con respecto a las fincas.

8.4 Relación entre las variables de la vegetación y la diversidad de murciélagos.

Al realizar la correlación de Pearson entre las variables del paisaje (DAP, altura del fuste, altura total y diversidad de especies de plantas: H` plantas) y los índices ecológicos de la composición de murciélagos (diversidad de murciélagos H` murciélagos ,Simpson y Pielou) (tabla 11) no se encontró diferencias significativas entre ellos, es decir que ninguna de estas variables afecta la diversidad de murciélagos dentro de las zonas de estudio, solo la uniformidad presentó una correlación negativa con la altura del fuste ($r = -0.9565$, $p = 0.035$).

Tabla 11. Correlación de Pearson: relación entre las variables vegetales, diámetro a la altura del pecho, altura del fuste y total, diversidad de la altura del follaje y diversidad de especies de plantas entre la diversidad, dominancia similitud del ensamble de murciélagos.

Correlación	DAP		Altura del fuste		Altura total		H` follaje		H` plantas	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
H` murciélagos	0,599	0,401	0,575	0,425	0,728	0,272	0,797	0,203	0,898	0,102
Simpson	0,373	0,627	-0,717	0,283	0,791	0,209	0,192	0,898	-0,294	0,706
Pielou	-0,135	0,865	-0,965	0,035*	0,330	0,670	0,632	0,368	-0,746	0,254

9. DISCUSIÓN

La mayor diversidad de especies se encontró en los guaduales puros, seguidos por el bosque secundario, y los menores valores se encontró en las fincas y guaduales mixtos, debiéndose principalmente en la composición de especies ya que los guaduales puros se capturaron especies diferentes a las obtenidas en las demás zonas de estudio aunque en menor abundancia, sin embargo la mayor riqueza de especies y abundancia estuvo representada en el bosque seguido por los guaduales mixtos, estos resultados pueden deberse principalmente a la disponibilidad de refugios, de alimento, la conectividad y la cobertura del terreno.

Se considera que la diversidad de murciélagos obtenida en el paisaje de Santander de Quilichao es baja de acuerdo a los resultados de este trabajo, (pocas especies con altas abundancias y muchas con pocos individuos). Se determina que algunas especies típicas de áreas fragmentadas (principalmente de la Subfamilia Stenodermatinae), presentan altas abundancias relativas en la zona. Estas altas abundancias se deben a que estas especies se adaptan con facilidad a áreas alteradas y poseen dietas amplias, siendo especies con requerimientos generalizados de hábitat como, por ejemplo, *Artibeus lituratus*, *Carollia perspicillata*, etc. según Laval y Rodríguez (2002).

La alta representatividad de la familia Phyllostomidae refleja el estado de conservación de los fragmentos encontrados, ya que las taxas del género *Artibeus* y *Sturnira* son consideradas como especies que no necesitan de requerimientos estrictos de hábitat y las especies de estos géneros pueden ser encontrados en ecosistemas con alto grado de intervención antrópica (Soriano, 2000)

Desde el punto de vista del número de especies los frugívoros son los mas importantes y cualquier cambio en el número de especies o la abundancia en cada una de ellas incidirá de manera directa en la estructura y composición de la comunidad completa (Pérez-Torres y Ahumada, 2001), en este estudio estos murciélagos presentaron una reducción en el número de especies y un menor número de capturas en los guaduales y las áreas agrícolas comparadas con el alto numero de especies del bosque, 3 de las 7 especies de frugívoros no están presentes y las especies que comparten quedaron presentaron reducciones importantes en sus números poblacionales. De acuerdo con Fleming (1982) aproximadamente el 30 % de las especies de murciélagos conocidos son parcialmente o totalmente dependientes de las plantas como fuente de alimento, en este sentido muy probable que los cambios en cuanto a la riqueza y diversidad de las especies de murciélagos y su abundancia poblacional estén determinados fuertemente por los cambios en la oferta alimenticia (Pérez-Torres y Ahumada, 2001) siendo alta y en abundancia en el bosque, las planta del género *Piper* y *Cecropia* permiten un crecimiento de la población de estos individuos. En el caso de los murciélagos nectarívoros aunque no representaron cambios en la riqueza de especies (*Glossophaga soricina*) fueron mas abundantes en la áreas agrícolas (12) y en el bosque (10) esto podría deberse que en las zonas agrícolas se encontraban mayor cantidad de flores de la familia Musaceae (banano y plátano), entre otras flores ornamentales de los jardines de las fincas cercanas y propias del estudio, lo que se traduce con una mayor oferta alimenticia para los murciélagos nectarívoros, además de tener un refugio cercano, una casa abandonada, encontrándose habitada por *Glossophaga soricina* y *Carollia perspicillata*. En el caso de los murciélagos insectívoros la situación es diferente, a pesar de que la mayoría de los murciélagos neotropicales pertenecen al gremio de los insectívoros (Morton, 1989), la cantidad de individuos fue baja para las dos especies colectadas, y exclusivas para los guaduales, mostrando una preferencia por la disponibilidad de

alimento que pueden tener estos guaduales, según Morton (1989), los insectívoros poseen un sistema de sonar bien desarrollado para atrapar sus presas en el aire, con lo cual podrían detectar fácilmente las redes de niebla; además, prefieren los niveles medios del bosque y el dosel para movilizarse y alimentarse (Reid, 1997) en este sentido se debe intensificar el esfuerzo de muestreo para tratar de aumentar el éxito de captura, y complementarlo con estudios de grupos de insectos.

9.1 Comparación entre las zonas de estudio

Los bosques secundarios y los guaduales mixtos fueron los hábitats con mayor número de especies y una mayor abundancia de individuos; en el caso del bosque secundario, presentan una importante disponibilidad de alimento, refugio y un oportuno recurso agua en las estaciones secas. En lo que concierne a esta zona de estudio, se considera que la mayoría de las capturas representan a poblaciones residentes, ya que la disponibilidad de refugio es considerable en éste hábitat.

Contrario a lo anterior, las áreas de cultivos de baja cobertura vegetal presentó el menor número de especies y abundancias, debido al arreglo espacial que presentan (pocos árboles con alta disociación entre ellos), lo cual presenta pocas alternativas para refugiar a los murciélagos y una disminución en la disponibilidad de alimento, principalmente para las especies frugívoras e insectívoras. La ausencia de una cobertura arbórea también presenta otro inconveniente para el registro de los murciélagos: las redes de niebla quedan más expuestas al viento y a la ecolocalización por parte de los individuos, sin embargo estudios anteriores han demostrado que las tierras de agricultura son favorables para el forrajeo de murciélagos, brindando durante todo el año fuentes de alimento (Lumsden *et al.*, 2002; Medellín, 2000; Harvey y Villalobos, 2007) e indicado además una mayor riqueza de especies que en los bosques conservados, sin embargo las áreas de cultivo de Domingullo

presentan zonas muy pequeñas de cultivo, y cultivos como el café y el plátano, los cuales son principalmente seleccionadas por los murciélagos (Harvey y Villalobos, 2007; Parra, 2004) son muy pequeños, ya que la piña en esta zona ocupa el mayor territorio y ha desplazado siembras como el mango, el café y el plátano, sumado a esto los pocos refugios que se encuentran en esta zona (la mayoría de las fincas se encuentran muy cercanas una de la otra) sus cultivos son pequeños y contiguos a las casas, siendo iluminados durante la noche, todas estas causas pueden estar influenciado la presencia y la abundancia de murciélagos.

En general, los guaduales puros y áreas de cultivo fueron agrupados con los más bajos valores de riqueza de especie y abundancias totales, debido a la poca disponibilidad de alimento y de lugares de descanso que presentan.

Sin embargo para la fauna de murciélagos los guaduales podrían funcionar claramente como reservorios en el contexto del paisaje, proporcionando sitios de resguardo y alimento, no obstante la gran diferencia en las especies con los otros sitios de estudio se puede deber principalmente a la disponibilidad de alimento ya que, las especies *E. brasiliensis* y *Myotis sp* son insectívoras, indicando talvés una fauna insectívora abundante que en el bosque y áreas de agricultura, pero la baja representatividad de estas mismas y de otra como *Artibeus*, en estos sitios muestra una poca selectividad como un refugio estable, talvés es seleccionado temporalmente, en especial aquellos como el guadual la finca real y hacienda Japio donde su cobertura vegetal fue muy homogénea, presentando solo guadua y teniendo muchos espacios o claros en su follaje, siendo difícil para perchar para los murciélagos durante el día, además de la poca conectividad que presentan estos guaduales entre ellos y/o con el bosque, siendo rodeadas por una matriz homogénea de caña de azúcar y/o de ganadería en el caso de la real, haciendo estos guaduales poco estables como refugio, sin embargo estudios a con mayor tiempo de muestreo que incluyan otras variables de hábitat y oferta de insectos permitirán

conclusiones mas certeras, relacionadas con la dieta, además permitirá confirmar que estos guaduales aun conservan una diversidad faunística alta, proporcionando datos que permiten generar planes de manejo y conservación de este tipo de vegetación.

Sin embargo la diversidad entre sitios no mostró diferencias significativas entre unas y otras zonas de estudio, solo el bosque secundario y las áreas de cultivos presentaron diferencias significativas, si comparamos entre ellas la abundancia y la riqueza de especies encontramos una gran diferencia, ya que la áreas de cultivos presenta las mismas especies del bosque y no presente especies únicas. Por lo tanto la diversidad de murciélagos esta distribuida equitativamente por todas las zonas de estudio, permitiendo concluir que todas estas zonas aportan a la riqueza de murciélagos dentro del paisaje.

9.2 Diversidad de la altura del follaje

La diversidad presentó varias diferencias entre las zonas de estudio el bosque secundario y el gradual mixto presentaron diferencias significativas con las fincas y el gradual puro, ya que los primeros presentaban los 4 estratos, es decir una mayor complejidad vertical, con unas abundancias de individuos y especies altas, y los guaduales y las fincas presentaron solo 2 estratos con una muy baja abundancia de especies e individuos.

9.3 Relación entre las variables de la vegetación y la diversidad de murciélagos

Se encontró que no se relacionan directamente las variables, no hubo una relación directa entre la estratificación del bosque y la diversidad de murciélagos, ni con ninguna otra variable de la vegetación, es decir que la presencia y ausencia de especies de murciélagos dentro de las zonas de estudio no esta relacionado directamente con estas variables.

La uniformidad presentó una correlación negativa con la altura del fuste, es decir que a menor cobertura vegetal existe una mayor uniformidad de especies de murciélagos.

En este caso y por tratarse en su mayoría de murciélagos generalistas (Medellín, 2000, Galindo-González, 2004) no fue posible plantear una explicación con respecto a su distribución diferencial en los hábitat, en este caso se necesita un análisis detallado de su dieta para encontrar posibles relaciones con la oferta alimenticia en cada hábitat (Jiménez–Ortega y Mantilla, 2008).

Aunque es importante mencionar que estudios anteriores si han concluido que existe una correlación entre las variables de la vegetación y la diversidad de murciélagos (Castro-Luna *et al.*, 2007), la densidad del dosel con respecto a la abundancia (Storner, 2005).

10. CONCLUSIONES

Este estudio provee los primeros registros de murciélagos existentes en los remanentes de bosque intervenidos, guaduales y fincas en este municipio, las especies registradas presentan una gran tolerancia a las áreas discontinuas y a la constante alteración de los hábitats naturales.

De acuerdo a los resultados de este trabajo se puede concluir que el paisaje fragmentado del municipio de Santander de Quilichao se caracteriza por presentar una baja diversidad de murciélagos (dominancia de pocas especies y una poca cantidad de especies raras). No obstante, se considera el bosque secundario y los guaduales mixtos como los hábitats que presentan las mejores condiciones para la conservación de los murciélagos en el paisaje (refugio, alimento y conectividad). En general, parece haber una relación entre el ensamble de murciélagos y el arreglo espacial y la diversidad de especies de plantas y la estructura de la vegetación.

Se aporta que en los diferentes hábitats, los ensambles de murciélagos difieren poco en composición, excepto por algunas especies raras capturadas en los hábitats con mayor cobertura vegetal, sin embargo la acelerada deforestación en el paisaje podría disminuir aun más estas poblaciones.

Las familias y géneros de plantas que conforman la vegetación identificados en este estudio (tabla 1) son típicos de bosque secundarios tropicales (Finegan, 1992, 1996; Finegan y Delgado 2000; Sevegnani y Batista 1996;) y se relaciona a simple vista con la alimentación de los murciélagos encontrados en esta zona, ya que la mayoría de los frugívoros como *Artibeus* y *Carollia* se alimentan de especies de plantas pioneras de bosques jóvenes y bastantes perturbados (Medellín, 2000) ya que se encontró la mayor diversidad de plantas pioneras como *Guazuma ulmifolia*, *Cecropia sp.* y *Piper*

sp. en el bosque y guadual mixto. Esto fue corroborado por la alta abundancia de estos murciélagos en estos sitios, sin embargo un estudio de la dieta de las especies encontradas podría verificar que el factor determinante es las zonas de estudio esta relacionada con la disponibilidad de alimento.

Los murciélagos son animales muy sensibles en cuanto a la selección de sitios de refugio (Ortiz-Ramírez, 2006), es decir que no solo están influenciados por una sola variable, sino por una serie de factores, como la temperatura y humedad, la estructura y composición de la vegetación y las variables del paisaje, así como la cercanía de fuentes de agua.

Los resultados de este trabajo amplían el conocimiento acerca de la riqueza faunística en la parte norte del departamento. Se presenta una visión preliminar del estado de los únicos remanentes de vegetación en uno de las regiones posiblemente con el mayor grado de intervención antrópica en el departamento por su gran pérdida de cobertura vegetal original y la homogenización de la matriz del paisaje por los efectos del monocultivo de caña de azúcar, la ganadería y la agricultura.

11. RECOMENDACIONES

Para la realización de futuros trabajos en cuanto al ensamblaje de murciélagos en ecosistemas naturales y perturbados se recomienda muestrear en diferentes épocas climáticas, para determinar el grado de influencia que tiene el agua en la vegetación y los recursos alimenticios.

Se sugiere tener en cuenta la dieta de los murciélagos en futuros estudios, ya que la oferta alimenticia es una de las causas de diversidad de especies en este tipo de ecosistemas.

Los factores físicos como la temperatura y humedad juegan un rol importante en la selección de refugios para los murciélagos, al igual que las fuentes de agua, que deben ser introducidas dentro de las variables de estudio.

Se recomienda realizar estudios relacionados con el nivel de tolerancia de estos organismos a los factores de cambio en los ecosistemas.

12. BIBLIOGRAFIA

- ALBERICO, C., A. CADENA, J. HERNANDEZ – CAMACHO, y Y. MUÑOZ – SABA. 2000. Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. Revista Biota Colombiana. 1(1): 43 – 75.
- ALBUJA, L. 1999. Murciélagos del ecuador. 2da edición. Cicetronic Cia. Ltda offset. Quito Ecuador . 288 pp.
- AGUIRRE, L. F., L. LENST, D.R. DAMMEN, y MATTHYSEN, E. 2003. Consistency and variation in the bat assemblages inhabiting two forest islands within a neotropical savanna. Bolivia Journal of Tropical Ecology 19: 367–374.
- BALLESTEROS, C. J., C. RACERO, y M. D. NUÑEZ. 2007. Diversidad de murciélagos en cuatro localidades de la zona costera del departamento de Cordoba-Colombia. Revista MVZ Córdoba 12 (2): 1013-1020.
- BAKER, V. y V. VUREN. 2003. Gap-crossing decisions by the red squirrel, a forest-dependent small mammal. Conservation Biology 18 (13): 689-697.
- BENNETT, A. 2004. Enlazando el paisaje: el papel de corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre. Trad. JM Blanch. San José, CR. UICN. 1278 pp.
- BROWH, J. H. 1968. Activity patterns of some Neotropical Bats. Journal Mammalogy 49(4): 754-757.
- CANTERBURY, G. *et al.* 2000. Bird communities and habitat as ecological indicators of forest condition in regional monitoring. Conservation Biology 14 (2): 544-558.
- CASTRO-LUNA, A. A., SOSA, V. J. y CASTILLO – CAMPOS, G. 2007. Bat diversity and abundance associated with the degree of secondary succession in a tropical forest mosaic in south-eastern Mexico. Animal Conservation 10 : 219–228.
- CLOUTHIER, D. y D.W. THOMAS. 1992. *Carollia perspicillata*. Mammalian Species 416:1-9
- CROOKS, K. 2002 Relative sensitivities of Mammalian carnivores to habitat fragmentation. Conservation Biology 16: 488-502.
- CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA (C.V.C), ALCALDIA MUNICIPIO DE CALI. 1996. La conservación del Bosque seco

Tropical, un reto para la humanidad. Centro de Datos para la conservación. Documento interno.

DOS REIS, N., M.B. DA SILVA, I. PASSOS DE LIMA y A.L. PERACCHI. 2003. O que é melhor para manter a riqueza de especies de murcegos (Mammalia: Chiroptera) um fragmento florestal grande ou vários fragmentos pequeno tamanho?. Revista brasileira de zoología 20 (2): 225-230.

EMMONS, L. 1990. Neotropical rainforest mammals. Afield Guide the University of Chicago,U.S.A. 281.

FINEGAN, B. 1992. El potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas. Turrialba, C.R., CATIE/COSUDE. (Serie Técnica.Informe Técnico).N°188: 28.

_____.1996. Pattern and process in neotropical secondary forests: the first 100 years of succession. Trends in Ecology and Evolution 11(3): 119-124.

_____; Delgado, LD. 2000.Structural and floristic heterogeneity in a 30-year-old Costa Rican rain forest restored on pasture through natural secondary succession. Restoration Ecology 8 (4): 380-393

FENTON, M. B. 1997. Science and the conservation of bats. Journal of Mammalogy 78: 1–14.

FENTON, M. B. *Et al.* 1992. Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. Biotropica 24: 440–446.

FLEEMING, T.H. 1982. Foraging strategies of plant-visiting bats. Ecology of bats. 287-325

FLEEMING, T.H.1988. The Short-tailed Fruit Bat. University of Chicago Press, Chicago. 32pp .

GALINDO-GONZÁLEZ, J. 2004. Clasificación de los murciélagos de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, respecto a su respuesta a la fragmentación del hábitat. Acta Zoológica Mexicana: 20: 239-243.

GARCÍA-MONTIEL, D. 2002. El legado de la actividad humana en los bosques neotropicales contemporáneos; 97-116 pp. Guariguata, MR; Kattan, GH (eds). Ecología y conservación de Bosques Neotropicales. EULAC/GTZ. Primera edición: Ediciones LUR. Cartago, CR 259pp.

HARVEY, CELIA A. y J. A. GONZALEZ VILLALOBOS. 2007. Agroforestry systems conserve species-rich but modified assemblages of tropical birds and bats. *Biodiversity Conservation* 16: 2257–2292

HILL, J.E. y J.D. SMIT. 1984. *Bats: a natural history*. British Museum (Natural History), London, United Kingdom 52.

HOLDRIDGE, L. 1996. *Ecología basada en Zonas de Vida*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA. San José de Costa Rica 225pp.

JIMÉNEZ-ORTEGA A. M. y MANTILLA MELUK, H. 2008. El papel de la tala selectiva en la conservación de los bosques Neotropicales y de la utilidad de los murciélagos como bioindicadores de disturbios. *Revista institucional Universidad Tecnológica del Choco* 27(1):100-108

JOHNS, A. D., D. E. WILSON, y R.H. PINE.1985. Rain Forest bats: an uncertain future. *bat News* 5: 4-5

JONES, K. E. *et al.* 2007. Short-term impacts of extreme environmental disturbance on the bats of Puerto Rico. *Animal Conservation* 4: 59–66.

KATTAN, G. H. 2002. Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. In Guariguata, MR; Kattan, GH (eds). *Ecología y conservación de Bosques Neotropicales*. EULAC/GTZ. Primera edición: Ediciones LUR. Cartago, CR. 561 –590.

KATTAN, G. y G. MURCIA. 1999. Informe especial: investigación en biología de la conservación en Colombia. Instituto de Investigación de recursos de biológicos Alexander Von Humboldt informe especial 8: 3-12.

KREMEN, C.1992. Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring. *Ecological Applications* 2: 203-217.

LANDRES P. B., J. VERNER y J. W. THOMAS.1988. Ecological uses of vertebrate indicator species: a critique. *Conservation Biology* 2: 316-328.

LAURANCE, W. F. y R.O. BIERREGAARD. 1997. *Tropical forest remnants: ecology management, and conservation of fragmented communities*. En: University of Chicago Press, Chicago. 616 pp.

LAVAL, R. y H. BRODRÍGUEZ. 2002. *Murciélagos de Costa Rica*. 1ª ed.-- Santo Domingo de Heredia, Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad, INBIO 320 pp.

LUMSDEN, L., A.F. BENETT, y J. E. SILINO. 2002. Location of roosts of lesser long-eared bat *Nyctophylus geoffroyi* and Gould's wattled bat *Chalinolobus gouldii* in a fragmented landscape in south-eastern of Australia. *Biological conservation* 106: 236-249

McGEOCH, M.A. 1998. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biological Review* 73: 181-201.

MEDELLIN, R. A., M. EQUIHUA y M. A. AMIN. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforests. *Conservation Biology* 14: 1666–1675.

_____ y O. Gaona. 1999. Seed dispersal by bats and birds in forest and disturbed habitats of Chiapas, Mexico. *Biotropica*. 31(3): 478–485.

MORENO, C.E. y G. HALFFTER. 2001. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using accumulation curves. *Ecological application* 37: 149–158.

MORTON, P. 1989. Murciélagos Tropicales Americanos. Publicado por: El Fondo Mundial Para La Naturaleza, E.U.A & World Wildlife Fund, U.S.A.

MUÑOZ, J. 2001. Los murciélagos de Colombia: sistemática, distribución descripción, historia natural y ecología. Colección ciencia y tecnología. Medellín, Colombia. Editorial Universidad de Medellín. 391

NOSS, R. F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity a hierarchical approach. *Conservation biology* 4: 355-364.

OJASTI, J. 2000. Manejo de fauna silvestre neotropical. Ed Dallweler, Francisco, smithsonian institution, UNESCO, Maryland. U.S.A. 290.

ORTIZ ANDRADE, C. A. 2007. Asimetría fluctuante del murciélago frugívoro *Artibeus lituratus* en tres localidades con diferente grado de intervención antrópica. Santiago de Cali, 132 p. Trabajo de grado (biología). Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Naturales y Educación. Área de zoología.

ORTIZ RAMIREZ, P. 2007. Selección de refugios por murciélagos frugívoros en Chiapas. *Revista mexicana de biodiversidad* 77(1): 261-270.

OTÁLORA ARDILA, A. y H. LÓPEZ ARÉVALO. 2005. Relación del gradiente interior–borde de fragmentos de bosque Andino sobre la comunidad de

murciélagos en Encino (Santander, Colombia). Acta biológica colombiana. 10 (1): 79-84

PARRA, L. 2004. Estructura de la comunidad de aves del sotobosque de un cultivo de cacao, en el valle del municipio de Costa de Oro, estado Arajua, norte de Venezuela. Trabajo de grado para optar por el título de magister Scientiarum en zoología agrícola.65

PATRIQUIN, K. J. y R. BARCLAY. 2003. Foraging by bats in cleared, thinned and unharvested boreal forest. Journal of Applied Ecology 40: 646–657.

PÉREZ-TORRES, J. y J. A. AHUMADA. 2001. Murciélagos en bosque alto – andinos, fragmentados y continuos, en el sector occidental de la Sabana de Bogota. Revista de la Facultad de Ciencias Pontificia Universidad Javeriana 9: 33-46.

PETERS, S. L., J. R. MALCOLM y B. ZIMMERMAN. 2006. Effect of selective logging on bat communities in the Southwestern Amazon. Conservation Biology 5: 1410-1421.

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL MUNICIPIO DE SANTANDER DE QUILICHAO (POT), Cauca 2004-2007.

PONS, J. M. y J. F. COSSON. 2002. Use of forest fragments by animalivorous bats in French Guiana. Revista ecológica 57: 25 -29.

QUESADA, M. *Et al.* 2003. Effects of habitat disruption on the activity of nectarivorous bats (Chiroptera: Phyllostomidae) in a dry tropical forest: implications for the reproductive success of the neotropical tree *Ceiba grandiflora*. Oecologia 135: 400–406

RAMÍREZ, B. 1995. Principios y Métodos en Ecología Vegetal. Universidad del Cauca. Popayán.

REID, F. A. 1997. Field Guide To The Mammals Of Central America & Southeast Mexico. New York, Oxford. Oxford University Press.

SCATENA, F. 2002. El bosque neotropical desde una perspectiva jerárquica. Guariguata, MR; Kattan, GH (eds). Ecología y conservación de Bosques Neotropicales. EULAC/GTZ. Primera edición: Ediciones LUR. Cartago, CR. 23 – 42pp.

SCHULZE, M., E. SEAVY y D. WHITACRE. 2000. A comparison of the Phyllostomid bat assemblages in undisturbed neotropical forest and in forest

fragments of a slash-and-burn farming mosaic in Petén, Guatemala. *Biotropica* 32: 174–184.

STASKKO, E.R. y T. KUNZ. 1987. The economic importance of bat-visited plants in Latin America. World Wildlife Fund, Washington DC.

STORNER KATHRYN, E. 2005. Phyllostomid bat community structure and abundance in two contrasting tropical dry forests. *Biotropica* 37(4): 591–599.

TIMM, R. M. 1987. Tent construction by bats of the genero *Artibeus* and *Uroderma*. *fieldiana Zoology (new serie)* 39: 187-212.

TIRIRA D. 1999. Mamíferos del Ecuador. Publicación Especial 2. Museo de Zoología, Centro de Biodiversidad y Ambiente, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, editorial SIMBIOE. 392 p.

TURNER, M. G. y R. T. CORLETT. 1996. The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rain forest. *Trends. Ecology Evoluty* 11: 330–333.

VALLE, L. y L. CALVO. 2000. Diversidad y abundancia de quirópteros en plantaciones de café bajo sombra en Palajunoj, Quetzaltenango, Guatemala *Biotropica* 20(2):400-404.

VILLAREAL, H. *Et al.* 2004. Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 71-90 pp.

WATSON, J., R. WHITTAKER, y D. FREUDENBERGER. 2005. Bird community responses to habitat fragmentation: how consistent are they across landscapes? *.Journal of Biogeography* 32:1353-1370.

WHITAKER, J. O. 1993. Bats, beetles and bugs: more big brown bats mean less agricultural pests. *Bats* 11:23-27.

WILSON, D. E. 1997. Bats in Question. The Smithsonian Answer Book. Simthsonian Institution Press, Washington, D.C., U.S.A.1987, 180 pp.

_____, C. F. ASCORRA y E. SOLARRI .1996. Bats indicators of the habitat disturbance. Lima-Perú. Editorial Horizonte, 613-624 pp, Institute Natural History Natural, 679pp.

_____ y D. M. REEDER. 1933. Mammal species of the world a taxonomic and geographic reference, 2da edition ,Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 185pp.

Recursos electronicos

- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios ambientales. IDEAM: Condiciones e indicadores ambientales en Colombia. Proyecciones en el corto mediano y largo plazo. Informe No118 [en línea].<http://www.ideam.gov.co>.
- WWW. [Googleearth.com /municipiodeSantanderdeQuilichao-colombia](http://Googleearth.com/municipiodeSantanderdeQuilichao-colombia). Pagina actividad, fecha ultima de revisión y copia, 30 de abril de 2010

Anexo 1: Estrato arbustivo.

Abundancia de familias y especies encontradas en las parcelas en el municipio de Santander de Quilichao, de mayor a menor abundancia de arriba hacia abajo y su distribución en los 4 estratos. Gm: gradual mixto, Gp: gradual puro.

La abundancia total $P=ni/N$; ni: total de individuos de la sp i/Numero total de individuos.

N. bosque 288, Gm 76,Gp41, fincas 56, * Especies no identificadas

Familia	Especie	Bosque	Gmixto	Gpuro	Áreas agrícolas
Poaceae	<i>Guadua angustifolia</i>	0	0,07	0	0
Araliaceae		0,03	0	0	0
	Sp1*	0,06	0	0	0
Rubiaceae	sp2*	0,05	0,01	0	0
	<i>Coffea sp</i>	0	0	0	0,049
Fabaceae		0,006	0	0	0
Mimosoideae		0	0	0	0
Euforbiaceae	<i>Croton sp</i>	0,036	0,039	0	0
	Sp3*	0,016	0	0	0
Lauraceae		0,019	0	0	0
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	0	0	0	0,302
Mircinaceae	<i>Mircine guianensis</i>	0,016	0	0	0
Asteraceae		0	0,013	0	0
Sapindaceae	<i>Cuponia americana</i>	0,003	0,01	0	0
Arecaceae		0,006	0	0	0
Melastomataceae		0,009	0	0	0
Mirtaceae	<i>Psidium guajava</i>	0,006	0,01	0	0
Lacistemataceae	<i>Lacistema agregatum</i>	0,013	0	0	0
Anacardiaceae		0	0	0	0
Urticaceae		0,013	0	0	0
Piperaceae		0,003	0,01	0	0
Esterculiaceae		0	0	0	0
	Sp4*	0,003	0	0	0
	Sp5*	0	0	0	0
	Sp6*	0,006	0	0	0
Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i>	0	0	0	0
	Sp7*	0,003	0	0	0
	Sp8*	0	0	0	0

Anexo 2: Estrato subarbóreo

Abundancia de familias y especies encontradas en las parcelas en el municipio de Santander de Quilichao, de mayor a menor abundancia de arriba hacia abajo. Gm: gradual mixto, Gp: gradual puro.

La abundancia total $P=ni/N$; ni: total de individuos de la sp i/Numero total de individuos.

N. bosque 288, Gm 76, Gp41, fincas 56, * Especies no identificadas

Familia	Especie	Bosque	Gmixto	Gpuro	Áreas agrícolas
Poaceae	<i>Guadua angustifolia</i>	0	0,223	0,07	0
Araliaceae		0,029	0	0	0
	Sp1*	0,013	0	0	0
Rubiaceae	sp2*	0,019	0	0	0
	<i>Coffea sp</i>	0	0	0	0
Fabaceae		0,042	0	0	0
Mimosoideae		0,019	0	0	0
Euforbiaceae	<i>Croton sp</i>	0	0	0	0
	Sp3*	0,039	0	0	0
Lauraceae		0,052	0	0	0
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	0	0	0	0
Mircinaceae	<i>Mircine guianencis</i>	0,016	0,01	0	0
Asteraceae		0	0	0	0
Sapindaceae	<i>Cuponia americana</i>	0,003	0	0	0
Arecaceae		0,003	0	0	0
Melastomataceae		0	0	0	0
Mirtaceae	<i>Psidium guajava</i>	0	0	0	0
Lacistemataceae	<i>Lacistema agregatum</i>	0	0	0	0
Anacardiaceae		0	0	0	0
Urticaceae		0	0	0	0
Piperaceae		0,003	0	0	0
Esterculiaceae		0	0	0	0
	Sp4*	0,003	0	0	0
	Sp5*	0	0	0	0
	Sp6*	0	0	0	0
Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i>	0	0	0	0
	Sp7*	0	0	0	0
	Sp8*	0	0	0	0

Anexo 3: Estrato arbóreo inferior

Abundancia de familias y especies encontradas en las parcelas en el municipio de Santander de Quilichao, de mayor a menor abundancia de arriba hacia abajo. Gm: gradual mixto, Gp: gradual puro.

La abundancia total $P=ni/N$; ni: total de individuos de la sp i/Numero total de individuos.

N. bosque 288, Gm 76, Gp41, fincas 56, * Especies no identificadas

Familia	Especie	Bosque	Gmixto	Gpuro	Áreas agrícolas
Poaceae	<i>Guadua angustifolia</i>	0	0,131	0	0
Araliaceae		0,069	0	0	0
	Sp1*	0,052	0	0	0
Rubiaceae	sp2*	0,056	0	0	0
	<i>Coffea</i> sp	0	0	0	0
Fabaceae		0,039	0	0	0
Mimosoideae		0,01	0	0	0
Euforbiaceae	<i>Croton</i> sp	0,046	0,039	0	0
	Sp3*	0,029	0	0	0
Lauraceae		0,009	0	0	0
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	0	0	0	0
Mircinaceae	<i>Mircine guianensis</i>	0,029	0	0	0
Asteraceae		0	6	0	0
Sapindaceae	<i>Cuponia americana</i>	0,019	0	0	0
Arecaceae		0,016	0	0	0
Melastomataceae		0,0099	0	0	0
Mirtaceae	<i>Psidium guajava</i>	0,0033	0,01	0	0
	<i>Lacistema</i>				
Lacistemataceae	<i>agregatum</i>	0	0	0	0
Anacardiaceae		0	0	0	0,07
Urticaceae		0	0	0	0
Piperaceae		0	0	0	0
Esterculiaceae		0	0	0	0
	Sp4*	0	0	0	0
	Sp5*	0,006	0	0	0
	Sp6*	0	0	0	0
Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i>	0,003	0	0	0
	Sp7*	0	0	0	0
	Sp8*	0	0,01	0	0

Anexo 4: Estrato arbóreo superior

Abundancia de familias y especies encontradas en las parcelas en el municipio de Santander de Quilichao, de mayor a menor abundancia de arriba hacia abajo. Gm: gradual mixto, Gp: gradual puro.

La abundancia total $P=ni/N$; ni: total de individuos de la sp i/Numero total de individuos.

N. bosque 288, Gm 76, Gp41, fincas 56, * Especies no identificadas

Familia	Especie	Bosque	Gmixto	Gpuros	Áreas agrícolas
Poaceae	<i>Guadua angustifolia</i>	0	0,236	38	0
Araliaceae		0,003	0	0	0
	Sp1*	0	0	0	0
Rubiaceae	sp2*	0	0	0	0
	<i>Coffea sp</i>	0	0	0	0
Fabaceae		0,023	0,01	0	0
Mimosoideae		0	0	0	0
Euforbiaceae	<i>Croton sp</i>	0	0	0	0
	Sp3*	0	0	0	0
Lauraceae		0	0	0	0
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	0	0	0	0
Mircinaceae	<i>Mircine guianencis</i>	0	0	0	0
Asteraceae		0	0	0	0
Sapindaceae	<i>Cuponia americana</i>	0	0	0	0
Arecaceae		0	0	0	0
Melastomataceae		0	0	0	0
Mirtaceae	<i>Psidium guajava</i>	0	0	0	0
Lacistemataceae	<i>Lacistema agregatum</i>	0	0	0	0
Anacardiaceae		0	0	0	0
Urticaceae		0	0	0	0
Piperaceae		0	0	0	0
Esterculiaceae		0	0,02	0	0
	Sp4*	0	0	0	0
	Sp5*	0	0	0	0
	Sp6*	0	0	0	0
Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i>	0	0	0	0
	Sp7*	0	0	0	0
	Sp8*	0	0	0	0

Anexo 5: Abundancia total

Familia	Especie	Total
Poaceae	<i>Guadua angustifolia</i>	0,1881
Araliaceae		0,086
	Sp1*	0,084
Rubiaceae	sp2*	0,082
	<i>Coffea sp</i>	0,05
Fabaceae		0,07
Mimosoideae		0,021
Euforbiaceae	<i>Croton sp</i>	0,06
	Sp3*	0,054
Lauraceae		0,052
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	0,078
Mircinaceae	<i>Mircine guianencis</i>	0,044
Asteraceae		0,025
Sapindaceae	<i>Cuponia americana</i>	0,019
Arecaceae		0,016
Melastomataceae		0,012
Mirtaceae	<i>Psidium guajava</i>	0,01
Lacistemataceae	<i>Lacistema agregatum</i>	0,008
Anacardiaceae		0,008
Urticaceae		0,008
Piperaceae		0,006
Esterculiaceae		0,004
	Sp4*	0,004
	Sp5*	0,004
	Sp6*	0,004
Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i>	0,002
	Sp7*	0,002
	Sp8*	0,002