

Efecto de la fragmentación sobre los ensamblajes de murciélagos en dos sitios de la zona de amortiguación, en un bosque sub-andino del PNN (Parque Nacional Natural) Tamá. Norte de Santander – Colombia

Brayhan Alfonso Torres Correa

Departamento de Biología
Facultad de Ciencias Básicas
Universidad de Pamplona
Pamplona, Norte de Santander, Colombia

2020

Efecto de la fragmentación sobre el ensamblaje de murciélagos en dos sitios de la zona de amortiguación, en un bosque sub-andino del PNN (Parque Nacional Natural) Tamá. Norte de Santander – Colombia

Estudiante

Brayhan Alfonso Torres Correa

1.090.487.061

Trabajo de Grado realizado con el fin de optar por el título de Biólogo

Director Interno

BSc. Erika A. Guerrero Cárdenas

Codirector

BSc Friedman A. Pabón Peñaloza

Departamento de Biología

Facultad de Ciencias Básicas

Universidad de Pamplona

Pamplona, Norte de Santander, Colombia

2020

Dedicatoria

Este trabajo esta dedicados a mis padres y mi hermana, Carmen Sofía Correa Padilla, Luis

Alfonso Torres Acevedo y Gisselle Natalia Torres Correa.

Brayhan Alfonso Torres Correa.

Agradecimientos

A mi apreciada directora de trabajo de grado Erika A. Guerrero, por su apoyo, tiempo y esfuerzo prestado durante toda la realización de este proyecto.

A mi codirector Friedman A. Pabón, por su ayuda y tiempo para la realización de este proyecto.

Al programa de Biología.

Al Museo de Ciencias Naturales y al Grupo de Investigación en Ecología y Biogeografía de la Universidad de Pamplona.

A Duvan Garzón por ser un amigo incondicional, apoyarme en cada decisión, guiarme por el camino correcto y por siempre estar ahí cuando lo necesité.

A mis compañeros y amigos Luis Cotes, Oswaldo Cruz, Alberto Peña y Armando León por su acompañamiento a las salidas de campo y apoyo.

A mi mejor amiga Daniela Picón por ser parte fundamental de este proyecto, ser mi cómplice en mi crecimiento como persona y apoyarme cuando las cosas se ponían difíciles.

A mis amigos Julián Molina, Juan Diego Rodríguez, Valery Contreras, Dylan Parra, Jhon Montañez, Karla Boada, Felipe Cáceres, Stefanía Rey, y Luisa Duarte por acompañarme durante este proceso final y darme los ánimos necesarios para culminar esta etapa de mi vida.

A mi madrina Adriana, por ser apoyo y siempre estar pendiente durante toda la realización de este proyecto.

A mi primo Sebastián, por su presencia y para servirle de ejemplo de que todas las cosas se pueden lograr.

A mis abuelos, tíos y primos por su apoyo infinito y la confianza depositada en mi durante todo este proceso.

Brayhan Alfonso Torres Correa.

Tabla de contenido

Lista de tablas.....	7
Lista de figuras.....	8
Resumen.....	10
1. Introducción.....	12
2. Marco de referencia.....	16
2.1 Los bosques.....	16
2.2 La fragmentación del paisaje.....	17
2.3 La fragmentación en Colombia.....	18
2.4 Respuesta de los mamíferos a la fragmentación del paisaje.....	19
2.5 La importancia de los murciélagos en los procesos ecológicos.....	19
2.6 Orden Chiroptera.....	20
2.6.1 Dieta.....	21
2.6.1.1 Frugívoros nómadas.....	21
2.6.1.2 Frugívoros sedentarios.....	21
2.6.1.3 Insectívoros aéreos.....	22
2.6.1.4 Insectívoros de follaje.....	22
2.6.1.5 Carnívoros forrajeadores en el sotobosque.....	22
2.6.1.6 Nectarívoros forrajeadores en el sotobosque.....	22
2.6.1.7 Omnívoros forrajeadores en el sotobosque.....	22
2.6.1.8 Ictiófagos.....	22
2.6.1.9 Hematófagos.....	23
2.6.2 Morfología.....	23
2.6.3 Ecología.....	25
2.6.4 Amenazas.....	26
2.7 Quirópteros en Colombia.....	27
3. Objetivos.....	28
3.1 Objetivo General.....	28
3.2 Objetivos Específicos.....	28
4. Metodología.....	29
4.1 Área de estudio.....	29
4.1.1 Área Perturbada.....	29

4.1.2	Área Conservada	30
4.2	Estructura y composición del ensamblaje	31
4.3	Análisis de datos	32
4.3.1	Éxito de captura	32
4.3.2	Diversidad alfa	33
4.3.3	Diversidad beta	34
4.3.4	Estructura y composición del ensamblaje	34
5.	Resultados	36
5.1	Éxito de captura	36
5.2	Resultados generales	36
5.3	Diversidad alfa (α)	39
5.4	Diversidad beta (β)	42
5.5	Estructura y composición del ensamblaje	44
6.	Discusión	50
6.1	Diversidad alfa (α)	51
6.2	Diversidad beta (β)	52
6.3	Estructura y composición del ensamblaje	53
6.3.1	Área perturbada	54
6.3.2	Área conservada	57
6.4	Estructura y composición del ensamblaje	60
6.4.1	Área perturbada	60
6.4.2	Área conservada	62
7.	Conclusiones	64
8.	Recomendaciones	65
9.	Referencias Bibliográficas	66

Lista de tablas

Tabla 1. Esfuerzo de muestreo y éxito de captura.....	36
Tabla 2. Número de individuos y porcentajes de cada especie capturada en el área perturbada y conservada de la zona de amortiguación del PNN Tamá entre mayo de 2019 y marzo de 2020.....	38
Tabla 3. Valores observados y estimados respecto a los perfiles de diversidad presentes en el ensamblaje de murciélagos de las áreas perturbada y conservada dentro de la zona de amortiguación del PNN Tamá.....	43
Tabla 4. Abundancia absoluta y relativa de murciélagos en dos sitios de muestreo dentro del área de amortiguación del PNN Tamá, Toledo, Norte de Santander, Colombia. Ab: abundancia general, Ab-rel: abundancia relativa, Fru-D: frugívoro de dosel, Fru-S: frugívoro de sotobosque, Nec: nectarívoro, Ins: insectívoro, Hem: hematófago.....	45

Lista de figuras

<p>Figura 1. Características morfológicas de un murciélago. (1) Trago, (2) Protagio, (3) Antebrazo, (4) Pulgar, (5) Segundo dedo, (6) Tercer dedo, (7) Cuarto dedo, (8) Quinto dedo, (9) Dactilopatagio, (10) Plagiopatagio, (11) Uropatagio y (12) Cola. Fuente Rodríguez, S.P (2014)</p>	25
<p>Figura 2: Zonas de muestreo dentro de la zona de amortiguación del PNN Tamá. (Tomada y modificada de Cáceres – Martínez <i>et al.</i>, 2015)</p>	31
<p>Figura 3: Especies de murciélagos registrados en las áreas de muestreo perturbada y conservada. <i>Chiroderma salvini</i> (A), <i>Histiotus sp.</i> (B), <i>Molossus sp.</i> (C), <i>G. soricina</i> (D), <i>Artibeus lituratus</i> (E), <i>Chiroderma villosum</i> (F), <i>Desmodus rotundus</i> (G) <i>U. bilobatum</i> (H), <i>S. bidens</i> (I), <i>C. perspicillata</i> (J), <i>C. brevicauda</i> (K), <i>Sturnira lilium</i> (L). Imágenes (A, C, D, F, L) Tomadas de Naturalista, (2020); Imágenes (B, E, G, H, I, J, K, L) Torres, (2020) ...</p>	37
<p>Figura 4: Curva de completitud de los registros obtenidos en las dos zonas de estudio (zona perturbada – zona conservada) resaltando la cobertura de la muestra por encima del 95%.....</p>	39
<p>Figura 5: Perfiles de diversidad alfa de los murciélagos presentes en el área perturbada y conservada de la zona de amortiguación del PNN Tamá. Diversidad en orden ⁰D; diversidad en orden ¹D; diversidad en orden ²D.....</p>	40
<p>Figura 6: Curva de acumulación de especies para el ensamblaje de murciélagos en el área perturbada presente en la zona de amortiguación del PNN Tamá.....</p>	41
<p>Figura 7: Curva de acumulación de especies para el ensamblaje de murciélagos en el área conservada presente en la zona de amortiguación del PNN Tamá.....</p>	42

Figura 8: Índice de Sorensen expresando la diversidad beta de las áreas perturbada y conservada dentro de la zona de amortiguación del PNN Tamá, Toledo.....	43
Figura 9: Curva de rango-abundancia para el área perturbada.....	46
Figura 10: Curva de rango-abundancia para el área conservada.....	47
Figura 11: Estructura trófica del ensamblaje de murciélagos presentes en el área perturbada de la zona de amortiguación del PNN Tamá. Fru-D: frugívoros de dosel, Fru-S: frugívoros de sotobosque, Nec: nectarívoros, Ins: insectívoros y Hem: hematófagos.....	49
Figura 12: Estructura trófica del ensamblaje de murciélagos presentes en el área conservada de la zona de amortiguación del PNN Tamá. Fru-D: frugívoros de dosel, Fru-S: frugívoros de sotobosque, Nec: nectarívoros, Ins: insectívoros y Hem: hematófagos.....	49

Resumen

Los Bosques Subandinos se encuentran ubicados entre los 1.000 y 2.400 m.s.n.m. Son biomas importantes por ser el hábitat y alimento para la mayoría de la fauna herbívora. Contribuye a la formación del suelo a través del aporte de la materia, organiza y regula el ciclo hidrológico mediante el proceso de evo transpiración y amortiguamiento de la velocidad de caída de la lluvia, y contribuyen en la regulación del clima gracias a la amortiguación de la entrada de luz. No obstante, entre los años 1990 y 2010, se registró una pérdida neta de la Región Neotropical de 88 millones de hectáreas de bosques, siendo la fragmentación uno de los factores principales de esta problemática. Actos como la deforestación para el establecimiento de cultivos, la ganadería, y creaciones de vías de acceso, representan el mayor porcentaje de la perturbación de los bosques.

El estudio de grupos indicadores como los murciélagos es una manera óptima de conocer el estado de conservación de los bosques subandinos. Este trabajo describió la diversidad alfa y beta de las comunidades de murciélagos, la estructura y composición del ensamblaje de murciélagos en dos áreas dentro de la zona de amortiguación del PNN Tamá entre mayo del 2019 y marzo del 2020, usando cuatro redes de niebla, abiertas desde las 18:00 hasta las 00:00 horas; revisadas cada diez minutos. Se tomaron medidas morfométricas a los individuos capturados, se marcaron en sus membranas alares, y se liberaron en el lugar de captura. Se capturaron 216 individuos distribuidos en tres familias, nueve géneros y trece especies. Se registraron diez especies en el área perturbada, siendo *Artibeus lituratus* la especie más abundante, mientras que en el área conservada se registraron ocho especies, de las cuales *Carollia perspicillata* fue la más abundante. Se presentó un mayor registro de las especies frugívoras de sotobosque (Fru-S) en ambas áreas de muestreo; se resalta el dato de la especie

Desmodus rotundus únicamente en el área conservada, y del gremio insectívoro y nectarívoro, exclusivos del área perturbada. Se encontró una diferencia significativa entre ambas áreas de muestreo con base a la riqueza de las especies obtenidas, y se permitió conocer el estado de perturbación de cada una de las áreas a través de la abundancia de murciélagos.

Palabras clave: Murciélagos, diversidad alfa, diversidad beta, bosque subandino, perturbado, conservado.

1. Introducción

La fragmentación del hábitat se define como un proceso durante el cual “una gran extensión de hábitat se transforma en una serie de parches más pequeños que el área total, aislados entre sí por una matriz de hábitats diferentes al original, rompiendo específicamente la continuidad de un ecosistema, subdividiéndolo en pequeñas parcelas (Franklin *et al.*, 2002; Fahrig, 2003,).

Cuando la alteración del hábitat natural alcanza niveles extremos, la pérdida de biodiversidad es uno de los elementos que cobra mayor importancia. Esta pérdida se manifiesta con la disminución de las especies y la alteración de su distribución geográfica, obligando a las especies a migrar a lugares donde podría no realizarse una correcta adaptación, debido a que pueden ser ecosistemas diferentes a los nativos, y se podría ver afectada la descendencia de las especies. De igual manera la alteración del hábitat natural puede afectar el decrecimiento de la abundancia y del tamaño poblacional de estas especies (Fahrig, 2003).

Los mamíferos, en general, responden a la fragmentación y transformación del paisaje, alterando sus dietas, sufriendo especializaciones hacia algunos recursos en particular, y produciendo cambios en la estructura social de la especie y su etología (Crooks, 2002). Aunque la fragmentación sea una de las principales amenazas de la diversidad, la riqueza y la abundancia de las diferentes comunidades de murciélagos (Sánchez, 2009), debido a la capacidad para movilizarse en largas distancias y utilizar recursos fuera del bosque que tienen los murciélagos, éstos presentan una ventaja frente a efectos de fragmentación en comparación con otros grupos animales (Estrada-Coates, 2002). El paisaje natural no es

hostil para las especies de murciélagos, pero puede alterar la presencia de especies generalistas, y disminuir las especies con requerimientos especiales. Las áreas fragmentadas pueden favorecer las interacciones típicas de hábitats modificados, como la capacidad que tienen los murciélagos tropicales para proporcionar a un ecosistema clave el servicio de dispersión de semillas (Saldaña-Vázquez *et al.*, 2010; Castaño *et al.*, 2019). Otras adaptaciones van desde la utilización de los fragmentos con menor tamaño al necesario para mantener una población reproductiva, o como puentes de paso, reduciendo así el aislamiento y minimizando los efectos de la fragmentación (Estrada *et al.*, 1993).

Una gran parte de los bosques tropicales actuales corresponden a bosques secundarios o degradados; de los 11 millones de km² que representan los bosques tropicales, 5 millones de km² corresponden a bosques degradados (Wright & Müller, 2006), esto debido a las diferentes actividades del ser humano, como por ejemplo la extracción de madera y la facilidad de acceso a estos bosques, debido a la proximidad que tienen con poblados humanos y la existencia de vías (Sanchez-Azofeifa *et al.*, 1999).

En los paisajes tropicales se espera que, debido al proceso de pérdida de fauna, la composición y abundancia de las especies de mamíferos difieran al comparar las comunidades en bosques perturbados y en bosques no perturbados (Guariguata *et al.*, 2002).

Los bosques sub-andinos ubicados entre los 1.000 y 2.400 m.s.n.m, se encuentran en transformación, debido a las actividades originarias del ser humano sobre el ecosistema (Rodríguez *et al.*, 2017). Éstos constituyen aproximadamente un 40.5% de área natural a nivel nacional, de las cuales un 58.9% se encuentran intervenidas. Dentro de las características más importantes de estos biomas se encuentra ser el hábitat y alimento para la fauna herbívora, contribuir en la formación del suelo a través del aporte de la materia

orgánica, regular el ciclo hidrológico mediante el proceso de evo-transpiración y amortiguamiento de la velocidad de caída de la lluvia. Así como también contribuir a la regulación del clima debido a la amortiguación de la entrada de luz al suelo (Barrera *et al.*, 2010; Beltrán, 2012). Las transformaciones ocasionadas por el hombre, van desde la adaptación de áreas para actividades ganaderas y plantaciones de especies exóticas, hasta la ampliación de la frontera agrícola y la deforestación, lo cual causa pérdida de vegetación y fauna (Rangel, 2002; FAO, 2009).

En el Parque Nacional Natural (PNN) Tamá, se han presentado cambios en el uso del suelo, específicamente en áreas de bosque subandino y selva húmeda, generando fragmentación en los ecosistemas y generando potreros dedicados a actividades agrícolas y ganaderas. En el año 2002 había un 2.53% del área protegida con pastizales, para el año 2010 aumentó a 4.48%; aunque el área intervenida corresponde a un porcentaje pequeño respecto a la magnitud del parque, de no controlarse y detener su aumento posiblemente pueda llegar a tener consecuencias significativas relacionadas con la biodiversidad, e incluso alteraciones climáticas regionales (PNN, 2017).

Colombia, aunque constituye apenas el 0.77% de las tierras emergidas, contiene aproximadamente el 10% de la fauna y flora del planeta (Mittermeier, 1986), y pertenece a la prestigiosa lista de los 11 países que conservan extensas superficies de sus ecosistemas originales con amenazas relativamente bajas (Bryant, 1997). Es considerada el segundo país más diverso en América después de Brasil, y el cuarto a nivel mundial en números de mamíferos con cerca de 518 especies (Solari *et al.*, 2013; Ramírez-Chaves *et al.*, 2016). El mayor número de mamíferos en el país es representado por los murciélagos con 209 especies registradas, distribuidas en 9 familias y 72 géneros (Ramírez-Chavez *et al.*, 2020),

teniendo 7 especies endémicas, dando una representación de cerca del 41% de la riqueza de mamíferos en el país (Solari *et al.*, 2013; Ramírez-Chaves *et al.*, 2016). Según la base del Sistema de Información Biogeográfica (SIB) para el 2017, Colombia cuenta con 8170 registros, y en Norte de Santander, principalmente, se encuentran géneros como *Carollia*, *Artibeus*, *Micronycteris Platyrhinus*, *Myotis* y *Phyllostomus*. (Suarez & Lizcano, 2011 & Pabón, 2019).

Los murciélagos han sido considerados como especies clave para muchos procesos ecosistémicos, así como también especies que permiten conocer el estado o la vulnerabilidad de un hábitat, los cuales se relacionan directamente con su alimentación (Vela-Vargas & Pérez-Torres, 2012). En la zona de amortiguación del PNN Tamá no existen datos sobre los efectos que trae la deforestación de las tierras, sobre los ensamblajes de los murciélagos.

Teniendo como base lo anterior, evaluar la influencia de la fragmentación del hábitat sobre el ensamblaje de murciélagos en un bosque subandino de la zona de amortiguación del PNN Tamá, va a permitir generar conocimiento, acerca las actividades antrópicas que afectan el comportamiento y función de las comunidades que lo componen. Los resultados de este estudio son clave fundamental para la creación de estrategias de conservación de especies y de hábitats que permitan mitigar, de manera oportuna, la pérdida de diversidad del bioma subandino presente en el parque.

2. Marco de referencia

2.1 Los Bosques

Los bosques a nivel mundial ocupan actualmente unos 4.000 millones de hectáreas que representan cerca del 31% de la superficie del planeta (FAO, 2018). Con el pasar de los años la destrucción total del terreno forestal por la fragmentación en todo el mundo ha ascendido a 1.800 millones de hectáreas, lo cual da como resultado una desaparición promedio neto de 360.000 hectáreas por año (Williams, 2002).

Los bosques tropicales cubren solo un 10% de la superficie terrestre, pero representan una gran importancia a escala global, ya que capturan y procesan grandes cantidades de carbono (Wright, 2010) y albergan entre el 50% y 75% del total de especies del planeta (Malhi & Grace, 2000; Groombridge & Jenkins, 2002). Sobre el 10% que representan los bosques tropicales en la superficie de la tierra, se destaca que en un 55% se encuentra en el continente americano, que en su mayoría constituye la región neotropical, un área de gran interés para el estudio de la biodiversidad y para la conservación de las especies (Cayuela & Cerda, 2012).

Entre los años 1990 y 2010, se registró una pérdida neta de la región neotropical de 88 millones de hectáreas de bosques (FAO, 2012), (FAO, 2018), siendo la primera vez en la historia donde la superficie forestal de esta región se redujera a menos de un 50% de su superficie terrestre total (Cayuela & Cerda, 2012). Realizando un modelo con este ritmo de deforestación por la fragmentación de los bosques y por la contaminación, en América Latina no quedarían bosques tropicales en unos 220 años (FAO, 2012), (FAO, 2018).

Los bosques andinos han sido reconocidos como uno de los principales centros de diversidad del mundo (Myers *et al.*, 2000; Brown & Kappelle, 2001). La región de los andes es la más rica y diversa del mundo desde un punto de vista biológico (Myers *et al.*, 2000); según la mayoría de estudios, la riqueza y diversidad de especies decrece sistemáticamente a medida que se incrementa la altitud. A diferencia de lo que ocurre con la diversidad, los estudios de dinámica natural de los bosques de montaña han recibido muy poca atención a pesar de la importancia que tienen para la conservación de las especies (Velásquez *et al.*, 2012). En Colombia los bosques andinos han perdido aproximadamente un 70% de la cobertura original (Rodríguez *et al.*, 2004). El cambio climático, además de las altas tasas de deforestación y cambio de uso del suelo, aparecen como amenazas para la sostenibilidad de los bosques tropicales de montaña (Colwell *et al.*, 2008), a estos factores se suman la cacería, el comercio de especies silvestres y sus productos derivados. Los modelos actuales sugieren que los bosques tropicales están experimentando cambios en su capacidad de almacenar y fijar carbono, como producto del incremento en CO₂ en la atmósfera (Eggleston *et al.*, 2006).

2.2 La fragmentación del paisaje

El incremento en la población humana y la necesidad de tenencia de la tierra, a partir de su uso agropecuario, ha desencadenado una pérdida sistemática de los bosques naturales, hasta llevarlos a punto de la extinción (Márquez, 2002). El paisaje resultante es una matriz de parches o fragmentos de bosques que dificultan la conectividad biológica y el hábitat de diversas especies, lo que puede derivar en pérdida de biodiversidad y cambios en abundancia y composición de especies (Cayuela, 2006). Un bosque fragmentado puede ser

descrito por atributos como número de fragmentos, tamaño, forma y grado de aislamiento de los fragmentos (Díaz, 2003), y éstos pueden ser rodeados por vegetación secundaria, cultivos, asentamientos humanos y vías de acceso; generando un efecto de borde que puede ser relevante si los fragmentos son alargados o irregulares (Acosta, 2001).

Los fragmentos boscosos creados pueden llegar a tener bordes suaves o abruptos, dependiendo del grado de contraste entre hábitats, lo cual desempeña un papel crítico en la capacidad de las especies de adaptarse y moverse dentro de hábitats perturbados, y la penetración de los efectos de borde que originan un deterioro en la calidad del sitio en regresión (Otavo & Echavarría, 2017) que, junto al aislamiento y la disminución de la conectividad funcional, tienen efectos negativos sobre la persistencia de las poblaciones (Lindenmayer & Fischer, 2006; Crooks *et al.*, 2011).

2.3 La fragmentación en Colombia

Cada día es mayor el área cubierta por potreros en Colombia, esta situación debe ser vista como preocupante. Los suelos de estos potreros se compactan, pierden nutrientes y son poco aptos para fines agrícolas; así como también estos sitios contienen solo una fracción de la biodiversidad que se encuentra en el bosque original (Casallas-Pabón, 2016). Por esto es crítico conservar la mayor cantidad de bosques nativos en el Neotrópico, así como preservar la biodiversidad en los trópicos mediante la restauración de estas zonas fragmentadas (Aide y Cavalier, 1994).

Procesos como la deforestación, la minería y la inadecuada gestión de los recursos naturales en el país, propician y agravan el papel de la fragmentación en los ecosistemas nacionales, afectando su funcionalidad ecosistémica (IIAP, 2012). En el ámbito de la

industrialización, la implementación de sistemas viales y eléctricos afectan la calidad de los hábitats y las rutas de movimiento de la fauna, creando así un incremento en la vulnerabilidad de las especies en comparación con otras amenazas de origen diferente al antrópico (Portocarrero *et al.*, 2015).

2.4 Respuesta de los mamíferos a la fragmentación del paisaje

Como consecuencia de la deforestación y transformación de la vegetación, la dinámica de los procesos ecológicos y las interacciones que llevan a cabo los mamíferos, como la depredación, competencia, herbivoría y dispersión de semillas se pueden ver afectadas (Murcia, 1995; Kattan & Murcia, 1999). Cuando el área total del hábitat disponible para los mamíferos se reduce, genera un declive en la disponibilidad de recursos, se limitan los procesos de migración de especies, y aquellas especies que tienen baja densidad y requieren de la vegetación nativa para sobrevivir pueden llegar a extinguirse (Saunders *et al.*, 2001, Schneider *et al.*, 2014).

2.5 La importancia de los murciélagos en los procesos ecológicos

Los murciélagos son de especial interés en el análisis de los cambios ambientales de los bosques. Se ha sugerido que los cambios presentes en la diversidad y composición de sus poblaciones están relacionados con la disponibilidad de fuentes de alimento y/o la conservación de sus ambientes (Chávez & Ceballos, 2001; Mantilla Meluk, 2008).

Los murciélagos representan un elemento de gran importancia en la diversidad de mamíferos de la Región Neotropical, siendo la familia Phyllostomidae la que constituye el grupo más diverso en número de especie y en abundancia (Estrada & Coates-Estrada, 2002;

Meyer & Kalko 2008, Mantilla-Meluk *et al.*, 2009), Los murciélagos filostómidos poseen una alta diversidad trófica, lo que les confiere un importante papel en los ecosistemas, como polinizadores y dispersores de semillas, lo que ayuda a mantener la diversidad de plantas, promover la sucesión secundaria y ayudar a la regeneración natural de los bosques (Bonaccorso *et al.*, 1987, Patterson *et al.*, 2003).

Las especies insectívoras desempeñan un papel importante en la regulación de las poblaciones de insectos, siendo excelentes controladores biológicos, como es el caso de las especies de las familias Emballonuridae, Vespertilionidae y Molossidae (Voigt *et al.*, 2005; Williams-Guillén *et al.*, 2008).

2.6 Orden Chiroptera

Los murciélagos son un grupo de mamíferos placentarios especializados y diversos, distribuidos en 18 familias, 202 géneros y más de 1.100 especies localizadas por casi toda la superficie del planeta, a excepción de algunas islas oceánicas aisladas y en los polos, zonas frías en los que sus registros no han sido encontrados (ACG, 2014). Los murciélagos presentan mayormente su diversidad en los trópicos, con relación a las zonas templadas (Simmons, 2005).

Los murciélagos se dividen en dos subórdenes, Yngochiroptera, o murciélagos frugívoros pertenecientes al viejo mundo, denominados zorros voladores, y Yangochiroptera, al cual pertenecen todos los murciélagos del nuevo mundo (Nowak, 1999).

Los murciélagos son uno de los grupos más numerosos de mamíferos en el mundo, después de los roedores, y están representados por un amplio número de especies descritas sobre la línea ecuatorial (Tirira, 2007, Ramírez *et al.*, 2016). Las adaptaciones y cambios

evolutivos que presentan son únicos, no se encuentran en otro orden de mamíferos, las caracterizaciones más significativas son la capacidad de volar, el desarrollo de un sistema de ecolocalización y la especialización de hábitos alimenticios (Tirira, 2007).

A nivel mundial, aproximadamente el 70% de las especies que se conocen son insectívoras, esto quiere decir que se alimentan exclusivamente de insectos. El 27% lo integran especies frugívoras que se alimentan de frutas y polen; y especies nectarívoras que se alimentan de néctar, un 2% lo comprenden las especies que se alimentan de peces o carne, y el 1% restante lo integran tres únicas especies de murciélagos que se alimentan de sangre *Desmodus rotundus*, *Diphylla ecaudata* y *Diaemus youngi* (Kunz & Pierson, 1994).

La especialización de los murciélagos para consumir diversos recursos en su dieta los ha llevado a emplear diversas estrategias de forrajeo como las descritas por Kalko *et al.*, 1996 & Soriano, 2000)

2.6.1 Dieta

2.6.1.1 Frugívoros nómadas

En esta categoría se encuentran los murciélagos pertenecientes a la subfamilia Stenodermatinae, excepto el género *Sturnira*. Se caracterizan por líneas presentes en cara y/o cuerpo que las distinguen de las demás especies y forman bandadas para consumir los frutos en el dosel del bosque en corto tiempo.

2.6.1.2 Frugívoros sedentarios

En esta categoría resaltan murciélagos de tamaño pequeño que pertenecen a las subfamilias Carollinae, Phyllostominae y al género *Sturnira*. Estos murciélagos consumen frutas disponibles durante toda la época del año.

2.6.1.3 Insectívoros aéreos

En esta categoría están los murciélagos que capturan a sus presas (insectos), mientras vuelan y forrajean en la parte media o alta del bosque, son comunes en las familias Emballonuridae y Vespertilionidae.

2.6.1.4 Insectívoros de follaje

En esta categoría se encuentran los murciélagos que detectan y capturan sus presas (insectos), mientras permanecen sobre las hojas o en la tierra, y se desplazan por la parte baja del bosque. Los más comunes pertenecen a la familia Molossidae.

2.6.1.5 Carnívoros forrajeadores en el sotobosque

Son murciélagos que se alimentan de otros vertebrados de menor tamaño; representado en ranas y pequeños roedores. En esta estrategia las especies más comunes son *Trachops cirrhosus* y *Vampyrum spectrum*, pertenecientes a la subfamilia Phyllostominae.

2.6.1.6 Nectarívoros forrajeadores en el sotobosque

Estos murciélagos se alimentan exclusivamente de polen y néctar de las flores, y presentan un vuelo bajo. Se representan en las subfamilias Glossophaginae y Lonchophyllinae.

2.6.1.7 Omnívoros forrajeadores en el sotobosque

En este gremio se encuentran todas las especies que se alimentan de diferentes recursos, dentro de los cuales se encuentran frutas, insectos o pequeños vertebrados. Se destaca el género *Phyllostomus* de la subfamilia Phyllostominae.

2.6.1.8 Ictiófagos

A este grupo pertenecen los murciélagos de la familia Noctilionidae, siendo las dos únicas especies *Noctilio albiventris* y *Noctilio leporinus*.

2.6.1.9 Hematófagos

En esta categoría se encuentran los murciélagos que consumen sangre de bovinos y aves, especialmente pertenecientes a la subfamilia Desmodontinae.

Tomado de (Kalko et al., 1996 & Soriano, 2000).

2.6.2 Morfología

El cuerpo de los Quirópteros, a diferencia de los otros mamíferos está condicionado para volar, por lo que sus extremidades anteriores están transformadas en alas (Figura 1). Las alas de los murciélagos son parecidas a las manos de los humanos y, a diferencia de las aves, están formadas por una membrana delgada de piel llamada patagio, que se adhiere al cuerpo revistiendo todas las falanges de los dedos de la mano exceptuando el pulgar (Altringham, 1996).

Se denomina uropatagio a la membrana que se extiende centralmente entre los miembros posteriores, desde el tobillo, y puede incluir la cola en las especies que la tienen, esta membrana varía entre las especies y en algunas familias como Vespertilionidae, que se encuentra muy desarrollado puede ser usada como bolsa para la captura de sus presas y maniobrabilidad durante el vuelo (Kalko, 2001; Gardiner & Dimitriadis, 2011; Schmieder *et al.*, 2014). El propatagio es la membrana ubicada entre el brazo y el antebrazo que se extiende desde el hombro hasta el dedo pulgar. El dactilopatagio es la membrana que se encuentra entre los dedos de las manos, excepto el pulgar, que permanece libre. Por último, el plagiopatagio se extiende a los costados del cuerpo por debajo del antebrazo, sobre la pierna hasta el tobillo y hacia el quinto dedo (Rodríguez *et al.*, 2014).

El primer dedo de la extremidad anterior siempre presenta uña; el segundo sólo la presenta la familia Pteropodidae, mientras que en los dedos restantes la uña está ausente. En las patas posteriores siempre los cinco dedos presentan uñas usadas para la captura de sus presas y percha en los refugios (Altringham 1996).

La cara y orejas de los murciélagos tienen diferentes formas, esto está relacionado con las adaptaciones al tipo de alimentación que los caracteriza (Kwiecinski *et al.*, 2013; Pedersen & Müller, 2013). Por ejemplo, aquellos que se alimentan de néctar tienen hocico y lengua alargados que les permite la introducción en las flores, mientras que los insectívoros tienen hocico más corto. Otras especies tienen orejas muy desarrolladas y con estructuras complejas dotadas con surcos, arrugas y un pequeño apéndice denominado trago (Figura 1), que le permite ubicar sus presas de manera precisa (Müller, 2004; Fenton, 2013). Los miembros de la familia Phyllostomidae presentan una hoja nasal, relacionada con la emisión y recepción del sonido durante la ecolocalización (Pedersen & Müller, 2013). En los murciélagos vampiros (subfamilia Desmodontinae), la hoja nasal se reduce, presentando una muesca dorsal. Presentan ojos pequeños bien desarrollados (Teeling, 2006).

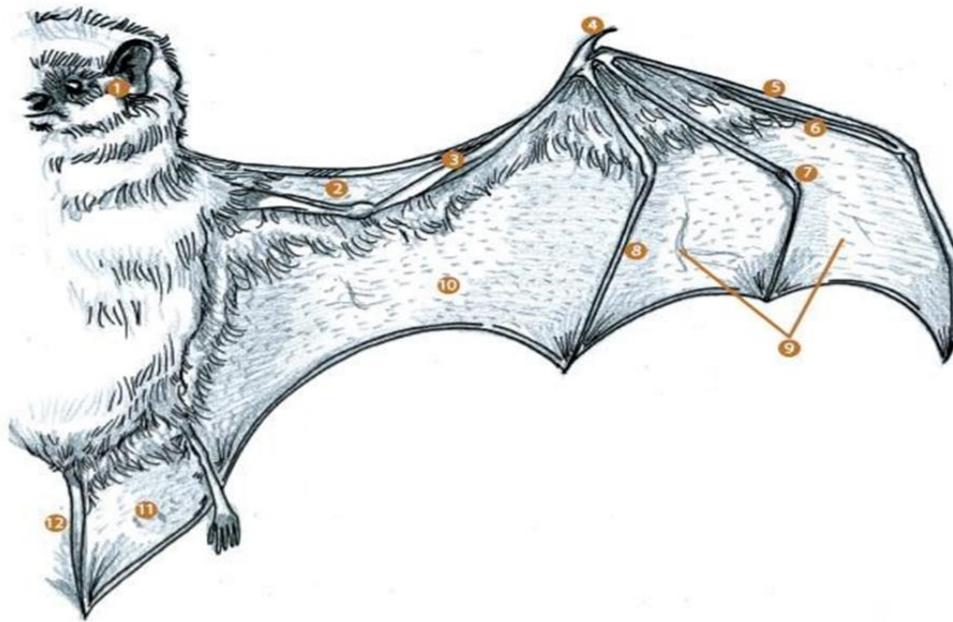


Figura 1. Características morfológicas de un murciélago. (1) Trago, (2) Protagio, (3) Antebrazo, (4) Pulgar, (5) Segundo dedo, (6) Tercer dedo, (7) Cuarto dedo, (8) Quinto dedo, (9) Dactilopatagio, (10) Plagiopatagio, (11) Uropatagio y (12) Cola. Fuente Rodríguez, S.P (2014).

2.6.3 Ecología

Los murciélagos utilizan una gran variedad de hábitats para su refugio diurno. Los bosques tropicales y áreas templadas son ambientes óptimos para muchas especies. Varias especies de filostómidos, viven en grietas, cuevas, galerías de minas abandonadas, bajo hojas de árboles y construcciones humanas (Suarez & Lizcano, 2011) , la familia Molossidae son especies “antropófilas” por su marcada preferencia a utilizar edificaciones humanas como refugio diurno (Avila-Flores & Fenton, 2005; Galaz & Yañez, 2006). Los hábitats riparios (ríos, arroyos, lagos etc.), constituyen importantes sitios para la alimentación de muchas especies de murciélagos, al contener una variada oferta de los insectos de los cuales se alimentan (Galaz & Yañez, 2006; Lloyd, 2006; O’Keefe & Loeb,

2013). Otros sitios del paisaje, como los bordes de vegetaciones, cercos vivos o corredores, senderos y caminos en bosques, proporcionan conexiones esenciales entre los sitios de refugio y alimentación en zonas semi-urbanas, agrícolas y forestales (Hein, 2009; Boughey *et al.*, 2010; Monadjem *et al.*, 2010; Simonetti, 2013, 2015; Meynard *et al.*, 2014).

Los principales depredadores de los Quirópteros son las aves rapaces como búhos y lechuzas, en cuyas egagrópilas se han encontrado restos óseos de murciélagos (Sommer *et al.*, 2009; Khalafalla & Ludica, 2012). No obstante, es poco probable que alguno de estos depredadores tenga un impacto significativo en las poblaciones de murciélagos. Por otro lado, estudios sobre dinámicas poblacionales en murciélagos son muy escasos a nivel mundial y, se desconoce la distribución de múltiples especies (Galaz & Yanez, 2006; Simmons NB, 2005; Diaz *et al.*, 2011; Ossa G & Barquez, 2014).

2.6.4 Amenazas

La Red latinoamericana para la conservación de los murciélagos (2010) identifica cinco grandes amenazas para estos mamíferos. Dichas amenazas incluyen: (1) la pérdida del hábitat por cambio de uso de suelo para el desarrollo de actividades agropecuarias y forestales, (2) la destrucción y perturbación de refugios naturales y artificiales, (3) los conflictos humano-murciélago y enfermedades emergentes, (4) el uso indiscriminado de sustancias tóxicas y (5) amenazas emergentes tales como el desarrollo de la energía eólica y solar, y las especies invasoras (Rydell J, *et al.*, 2012; Hein Cd, 2014; Levenstein K, *et al.*, 2014).

El incremento actual de las temperaturas asociadas al cambio climático global parece ser otra amenaza emergente que podría en años venideros afectar a muchas especies y

poblaciones de murciélagos, principalmente en las regiones más frías, a través de modificaciones en sus rasgos de distribución (Lundy M. *et al.*, 2010; Rebelo *et al.*, 2010; Sherwin *et al.*, 2013).

2.7 Quirópteros en Colombia

En Colombia, son el orden más diverso, seguido por los roedores (Alberico *et al.*, 2000), Colombia es el segundo país a nivel mundial, con 209 especies después de Indonesia que cuenta con más 220 especies. En general, el mayor incremento se da en pequeños mamíferos, pero no en los roedores sigmodontinos, como es la tendencia predominante en el Neotrópico (Solari *et al.*, 2013). En el Neotrópico, los murciélagos con aproximadamente 288 especies en toda su extensión (Noguera & Escalante, 2014), son numéricamente más abundantes que otros grupos de mamíferos, y su abundancia es igual o superior a las aves frugívoras (Avila *et al.*, 2009).

Esto conlleva a que sean considerados como un grupo clave para muchos procesos ecosistémicos, como lo son la dispersión de semillas en los bosques, polinización de diferentes tipos de plantas y control de poblaciones de insectos en los bosques tropicales colombianos (Medellin *et al.*, 2000; Willig *et al.*, 2007; Castro-Luna *et al.*, 2007; Ávila-Cadabilla *et al.*, 2009).

La biodiversidad en Colombia se debe a la estratégica ubicación geográfica del país, convirtiendo al territorio en un puente biológico obligatorio entre Norteamérica y Suramérica. Su variedad topográfica y abundancia de zonas boscosas, permiten variabilidad de climas y altitudes, su localización en la zona tórrida, Región Neotropical, permite a la biodiversidad recursos como alimentación y refugios durante todas las épocas del año (Arango, 1995).

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Evaluar la influencia de la fragmentación del hábitat sobre el ensamblaje de murciélagos en un bosque subandino en la zona de amortiguación del PNN Tamá, Norte de Santander – Colombia.

3.2 Objetivos Específicos

- Estimar la diversidad alfa (α) de dos ensamblajes de murciélagos presentes en la zona de amortiguación en el PNN Tamá.
- Estimar la diversidad beta (β) de dos ensamblajes de murciélagos presentes en la zona de amortiguación del PNN Tamá.
- Determinar la influencia de la fragmentación, en un bosque subandino, sobre la estructura y composición de dos ensamblajes de murciélagos presentes en la zona de amortiguación del PNN Tamá.

4. Metodología

4.1 Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en dos fragmentos de bosque subandino; una zona perturbada y una zona conservada dentro del área de amortiguación del PNN Tamá en el municipio de Toledo, departamento de Norte de Santander - Colombia. La temperatura promedio anual es de 25°C en las zonas centrales del parque y 6°C en las cimas del parque. El promedio anual de precipitación es de aproximadamente 3.000 mm en zonas inferiores y decrece con la altitud hasta los 1.000 mm en zona de páramo, con un patrón bimodal, donde las dos épocas húmedas (junio – julio) están separadas por periodos más secos (enero – febrero) (PNN de Colombia, 2017).

El bioma de bosque subandino corresponde a las áreas con vegetación de tipo arbóreo caracterizada por un estrato más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, con una altura de dosel de 10 a 15 metros, en el cual se presentan 197,25 hectáreas de bosque fragmentado con pastos y cultivos, 237 hectáreas de bosque fragmentado con vegetación secundaria, 833,43 hectáreas de pastos naturales con espacios naturales y 40,75 de pastos limpios (IDEAM, 2010).

4.1.1 Área Perturbada. La zona muestreada comprende un área de aproximadamente 10 hectáreas, con una altura de 1.954 m.s.n.m, está rodeada en su mayoría por pastizales, cultivos y zonas de bosque subandino con especies foráneas, posee varias viviendas y se encuentra paralela a la única vía de acceso entre las veredas y el municipio de Toledo, siendo esto un factor de suprema importancia al momento de elección sobre la zona

perturbada, teniendo en cuenta como permanente el contacto antrópico con el ecosistema. La cordillera es un sector de la zona de amortiguación del PNN Tamá, del municipio de Toledo, departamento de Norte de Santander, ubicada entre las coordenadas N 07° 15' 54,4'' W 72° 25' 10,2''. Posee una temperatura entre los 20 y 28 °C con precipitaciones oscilantes entre los 1500 mm a 2000 mm (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2017). (Figura 2).

4.1.2 Área Conservada. La zona de bosque no perturbada (la cual se denominará conservada) comprende un área aproximadamente de 10 hectáreas, con una altura de 2.027 m.s.n.m. Se encuentra dentro de las formaciones de bosque subandino en el cual predominan algunas de las 71 familias de plantas reportadas en todo el parque, de las cuales se destacan las familias Rubiaceae, Melastomataceae y Lauraceae. Santa Isabel es un sector dentro de la zona de amortiguación del PNN Tamá en el municipio de Toledo, departamento de Norte de Santander; Ubicada en las coordenadas de N 7° 14' 09,08'' W 72° 23' 44,10'', posee una temperatura entre los 15 y 25 °C con precipitaciones oscilantes entre los 1.000mm y 1500mm (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2017). (Figura 2).

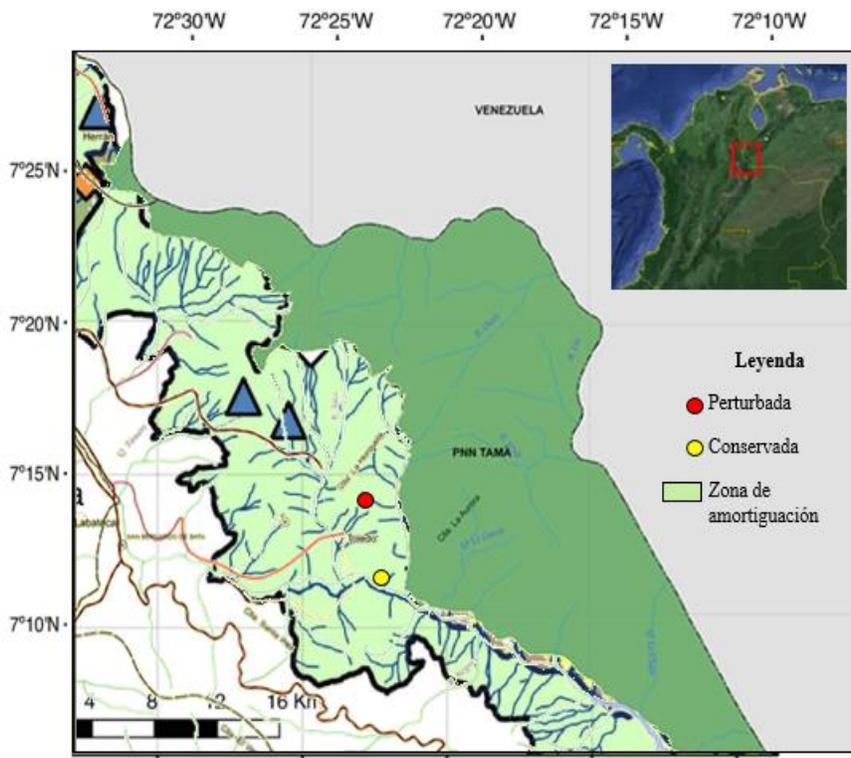


Figura 2. Zonas de muestreo dentro del área de amortiguación del PNN Tamá. (Tomada y modificada de Cáceres – Martínez *et al* 2015).

4.2 Estructura y composición del ensamblaje

Se hicieron muestreos entre mayo de 2019 y marzo de 2020, con un total de 24 noches de captura, para este fin se usaron cuatro redes de niebla de 12 m de ancho por 2.5 metros de alto, con un total de 120 m² de red por noche, comprendiendo las épocas de lluvia entre junio y julio y las épocas secas entre septiembre y noviembre. En cada muestreo se evitó, en lo posible, las noches de luna llena, donde se pudiera ver afectado la captura de los murciélagos por el fenómeno conocido como fobia lunar (Santos-Moreno *et al.*, 2010).

Las redes permanecieron abiertas desde las 18:00 hasta las 24:00 horas, y fueron revisadas en intervalos de 10 minutos. Los murciélagos capturados fueron depositados en bolsas de tela para la realización de las medidas morfométricas de cada individuo; se

registraron las medidas de longitud total, longitud de la cola, longitud de la pata, longitud de la oreja, longitud del antebrazo, envergadura, longitud del trago y peso en gramos, adicionalmente se determinó el sexo y el estado reproductivo (Kunz & Kurta, 1988). Las hembras se clasificaron como gestantes o no reproductivas y los machos se clasificaron según la posición de sus testículos, posición escrotal o posición abdominal (Tirira, 1998). Se determinó de igual manera la edad, para lo cual se establecieron dos categorías: joven y adulto, de acuerdo con el grado de osificación de las falanges epifisarias (Santos M. *et al.*, 2010). Todos los individuos fueron marcados en sus membranas alares por dos dígitos empleando un punzón, siguiendo la metodología citada por Santos M. *et al.*, (2010), y liberados en los lugares de captura.

Para registrar la estructura y composición de la comunidad de murciélagos presentes se identificaron los individuos hasta la categoría especie, siguiendo los protocolos de Gardner, (2008); Solari & Martínez, (2014) & Kraker *et al.*, (2016).

Finalmente, los individuos fueron depositados en el Laboratorio del Grupo de Investigación en Ecología y Biogeografía (GIEB) de la Universidad de Pamplona.

4.3 Análisis de datos

4.3.1 Éxito de captura

Se calculó el esfuerzo de muestreo Em (Metros de redes – horas) siguiendo la fórmula de Straube & Bianconi (2002).

$$Em = m^2 h$$

Dónde: m^2 = metros de redes instalados, h = número de horas de muestreo

Se calculó el éxito de captura como el número de individuos capturados con relación al esfuerzo de muestreo siguiendo las pautas de Straube & Bianconi (2002)

$$Ec = \frac{Ni}{Em} 100$$

Dónde: Ni = Número de capturas, Em = Esfuerzos de muestreo.

4.3.2 Diversidad alfa

Se estimó la riqueza y la abundancia de los dos sitios estudiados con el estimador de riqueza propuesto por Chao y Jost (2012), el cual permitió evaluar la completitud del muestreo con base en las especies con una y dos muestras, relacionadas con el número total de individuos (Gaviria – Ortiz & Henao – B, 2014), en las dos áreas del muestreo, perturbada y conservada, mediante el programa R studio (Hsieh *et al.*, 2013).

Se obtuvo el análisis de diversidad alfa en términos de números equivalentes (Chao & Jost, 2012), a partir de los órdenes de diversidad: 0D expresando la riqueza total de especies (Moreno, 2001; Jost, 2007), 1D diversidad de orden, expresando las especies más comunes en el muestreo, y 2D la diversidad, que expresa el número de especies más abundantes (Jost, 2007; Marín *et al.*, 2014).

Las curvas de acumulación se estimaron con los modelos no paramétricos de Chao1 y Jackknife1, mediante el programa EstimateS (Colwell, 2005). La utilización de métodos no paramétricos permite la significancia de los datos obtenidos al referirse a organismos bastante móviles como lo son los murciélagos (Quiroz, 2014).

4.3.3 Diversidad beta

La diversidad beta se estimó por medio de un análisis de disimilitud mediante el índice de Sorensen.

$$\beta_{\text{sor}} = \frac{b + c}{2a + b + c}$$

Donde, a= número de especies comunes, b= número de especies únicas que se encuentran solo en el sitio 1, c= número de especies únicas que se encuentran solo en el sitio 2 (Koleff *et al.*, 2003).

Este análisis se realizó usando datos de presencia y ausencia de las especies. Los datos se analizaron en el paquete “betapart” (Baselga & Orme, 2012).

Se realizó un análisis beta sobre las condiciones de abundancia entre las dos comunidades estudiadas.

Todos los análisis estadísticos fueron realizados en el programa R studio versión 3.0.1.

Se realizó la prueba t de Hutcheson, que es una versión modificada de la prueba t clásica, en donde se determina la varianza del índice de Shannon entre dos poblaciones siguiendo el procedimiento propuesto por Hutcheson (1970).

4.3.4 Estructura y composición del ensamblaje

Se describió la estructura a partir de los componentes de dominancia y equidad, usando los índices de Simpson y Shannon (Moreno, 2001; Pérez-Torres & Ahumada, 2004), y se

elaboró una curva de rango abundancia debido a que describe la estructura del ensamblaje (Flores – Saldaña, 2008).

La estructura funcional se estudió agrupando el ensamblaje de murciélagos en cinco categorías tróficas: frugívoros de dosel, frugívoros de sotobosque, nectarívoros, insectívoros y hematófagos. Los gremios tróficos fueron determinados a partir de la literatura (Novoa *et al.*, 2011).

5. Resultados

5.1 Éxito de captura

Durante el muestreo se capturaron 216 individuos, con un esfuerzo de muestreo de 17.280 m² horas y se obtuvo un éxito de captura de 1.25 individuos/m² horas (Tabla 1), distribuidos en tres (3) familias, nueve (9) géneros y trece (13) especies (Figura 3).

Tabla 1. Esfuerzo de muestreo y éxito de captura (Guerrero, 2017).

Noches de muestreo	24
Horas totales de muestreo	6
Metros cuadrados de redes instalados (m ²)	120
Esfuerzo de muestreo (m ² *h)	17.280
Individuos capturados	216
Éxito de captura (ind/m ² *h)	1.25

5.2 Resultados generales

En la zona perturbada en el sector La cordillera dentro de la zona de amortiguación del PNN Tamá perteneciente al municipio de Toledo, se colectaron 139 individuos pertenecientes a 10 especies de las 13 encontradas en todo el estudio; las especies más abundantes fueron *Artibeus lituratus* con un total de 55 individuos y *Carollia perspicillata* con 27 individuos, y representan el 39.6% y 19.4% respectivamente del total de capturas. Seguidas por *Chiroderma villosum* con el 11.5%, *Uroderma bilobatum* 10.1%, *Carollia brevicauda* 8.6%, *Sturnira lilium* 3.5%, *Chiroderma salvini* y *Glossophaga soricina* comparten el 2.8%, *Histiotus sp.* Y *Molossus sp.* Finalizan con un 0.7% cada uno (Tabla 2).

En la zona conservada en el sector de Santa Isabel dentro de la zona de amortiguación del PNN Tamá perteneciente al municipio de Toledo, se colectaron 77 individuos pertenecientes a 8 especies de los 13 totales registradas en el estudio; la especie más

abundante fue *Carollia perspicillata* con 27.7% de representatividad en los resultados. Seguida por *Sturnira bidens* y *Sturnira lilium* con un 20.8% cada una, *Carollia brevicauda* 18.18%, *Artibeus lituratus* 6.4% *Carollia sp.* 3.89%, *Chiroderma villosum* y *Desmodus rotundus* cada uno con 1.2% (Tabla 2).

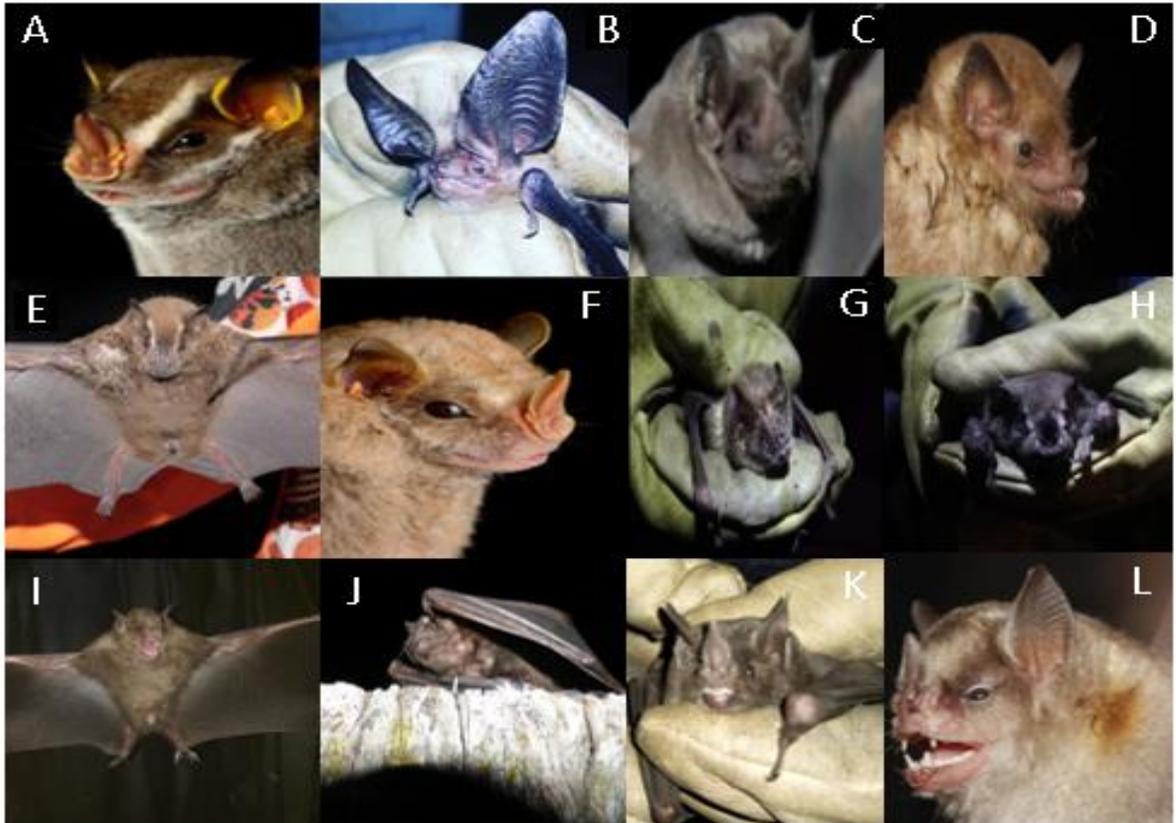


Figura 3. Especies de murciélagos registrados en las áreas de muestreo perturbada y conservada. *Chiroderma salvini* (A), *Histiotus sp.* (B), *Molossus sp.* (C), *G. soricina* (D), *Artibeus lituratus* (E), *Chiroderma villosum* (F), *Desmodus rotundus* (G) *U. bilobatum* (H), *S. bidens* (I), *C. perspicillata* (J), *C. brevicauda* (K), *Sturnira lilium* (L). Imágenes (A, C, D, F, L) Tomadas de Naturalista, (2020); Imágenes (B, E, G, H, I, J, K, L) Torres, (2020).

Tabla 2. Número de individuos y porcentajes de cada especie capturada en las áreas perturbada y conservada de la zona de amortiguación del PNN Tamá entre mayo de 2019 y marzo de 2020 (Torres, 2020).

Sitio	Familia	Especie	N° de individuos	%
Perturbado	Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	55	39.56
		<i>Chiroderma salvini</i>	4	2.87
		<i>Chiroderma villosum</i>	16	11.51
		<i>Sturnira lilium</i>	5	3.59
		<i>Uroderma bilobatum</i>	14	10.07
		<i>Carollia perspicillata</i>	27	19.42
		<i>Carollia brevicauda</i>	12	8.63
		<i>Glossophaga soricina</i>	4	2.87
	Vespertilionidae	<i>Histiotus sp.</i>	1	0.71
	Molossidae	<i>Molossus sp.</i>	1	0.71
Total		10 especies	139	100
Conservado	Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	5	6.49
		<i>Chiroderma villosum</i>	1	1.29
		<i>Sturnira bidens</i>	16	20.77
		<i>Sturnira lilium</i>	16	20.77
		<i>Carollia perspicillata</i>	21	27.27
		<i>Carollia brevicauda</i>	14	18.18
		<i>Carollia Sp.</i>	3	3.89
		<i>Desmodus rotundus</i>	1	1.29
Total		8 especies	77	100

5.3 Diversidad alfa (α)

La completitud del muestreo registró valores superiores al 95% (Figura 3), en la comparación de la riqueza de las coberturas estudiadas, se encontró que la mayor riqueza fue obtenida en el área perturbada con un valor de 10, y en el área conservada un valor de 8 (Tabla 3).

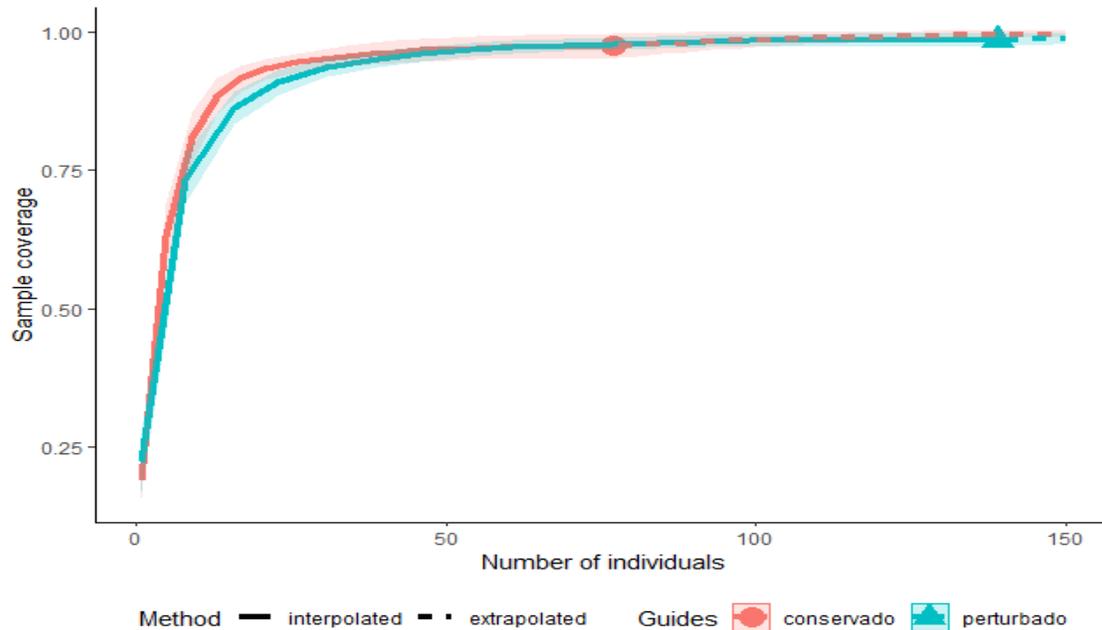


Figura 4. Curva de completitud de los registros obtenidos en las dos zonas de estudio (área perturbada – área conservada) resaltando la cobertura de la muestra por encima del 95% (Torres, 2020).

La diversidad 0D mostró que el área perturbada obtuvo una mayor riqueza de especies con un valor de 10 especies efectivas, seguida del área conservada con ocho especies efectivas. El orden de diversidad 1D mostró la zona perturbada con mayor número de especies comunes con un valor de 5.8 especies efectivas, mientras que la zona conservada obtuvo una cantidad de 5.6 especies efectivas. Finalmente, para 2D , se observó que la zona

conservada obtuvo un mayor número de especies efectivas con un valor de 5 en comparación con el área perturbada que tuvo un valor de 4.38 especies efectivas (Figura 5) (Tabla 3).

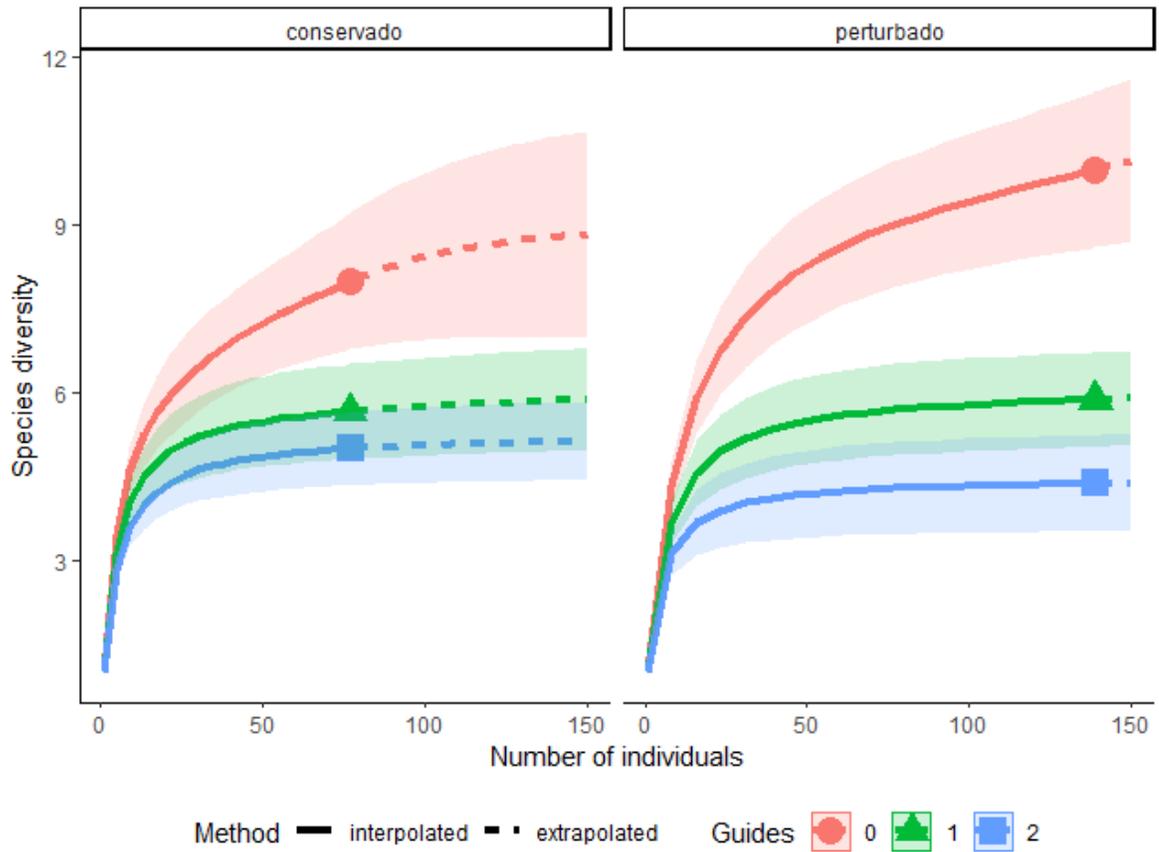


Figura 5. Perfiles de diversidad alfa de los ensamblajes de murciélagos presentes en el área perturbada y conservada de la zona de amortiguación del PNN Tamá. Diversidad en orden 0D ; diversidad en orden 1D ; diversidad en orden 2D (Torres, 2020).

La curva de acumulación de especies se ajustó a los datos de Chao1 y Jackknife1 y se predijo el número de especies esperadas para ambos sitios: perturbado (n=11) (Figura 5), conservado (n=9) (Figura 5). Según los valores obtenidos se presentó una representatividad del 91% (n=10) en la zona perturbada y una representatividad del 88% (8) en la zona conservada (Figura 6) y (Figura 7).

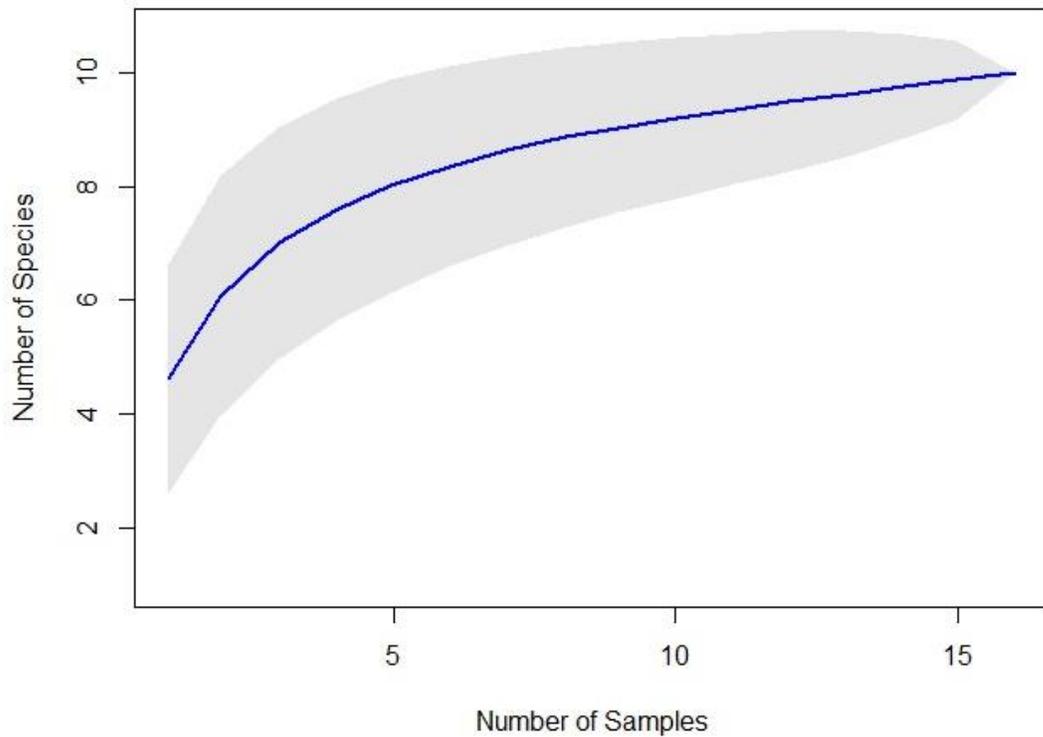


Figura 6. Curva de acumulación de especies para el ensamblaje de murciélagos en el área perturbada presente en la zona de amortiguación del PNN Tamá (Torres, 2020).

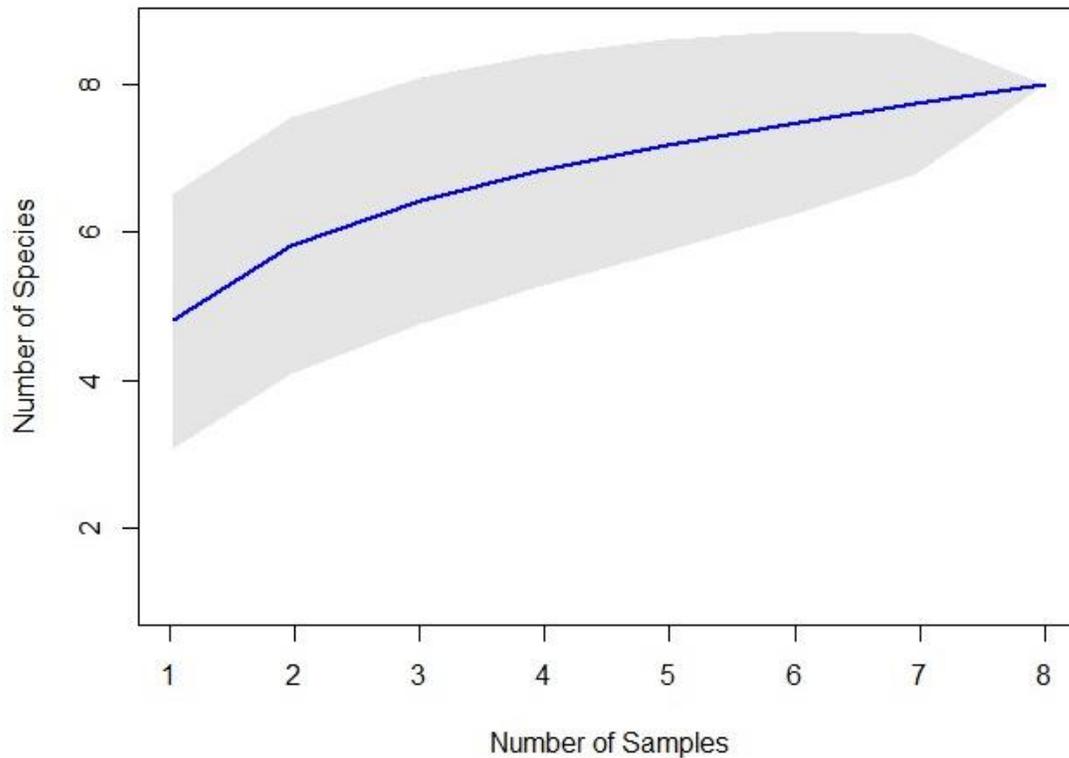


Figura 7. Curva de acumulación de especies para el ensamblaje de murciélagos en el área conservada presente en la zona de amortiguación del PNN Tamá (Torres, 2020).

5.4 Diversidad beta (β)

Para las diversidades observadas y esperadas en las dos áreas de muestreo se observó que ambos sitios representan más del 90% de las especies esperadas en valores de 0D , en cuanto al número de especies comunes y abundantes registradas para ambas áreas de muestreo se observó que el área perturbada tiene una representatividad de especies comunes (1D) del 1.9% más que el área conservada; de igual manera se registra al área perturbada con un 2.8% más que el área conservada en cuanto a la representatividad de especies abundantes (2D) (Tabla 3).

Tabla 3. Valores observados y estimados respecto a los perfiles de diversidad presentes en el ensamblaje de murciélagos de las áreas perturbada y conservada dentro de la zona de amortiguación del PNN Tamá (Torres, 2020).

Perfiles de Diversidad	Sitios Perturbado		Sitios Conservado	
	Obs.	Est.	Obs.	Est.
D ⁰	10	10.99	8	8.98
D ¹	5.88	6.11	5.66	6
D ²	4.38	4.49	5.0	5.28
Número de Individuos	139		77	

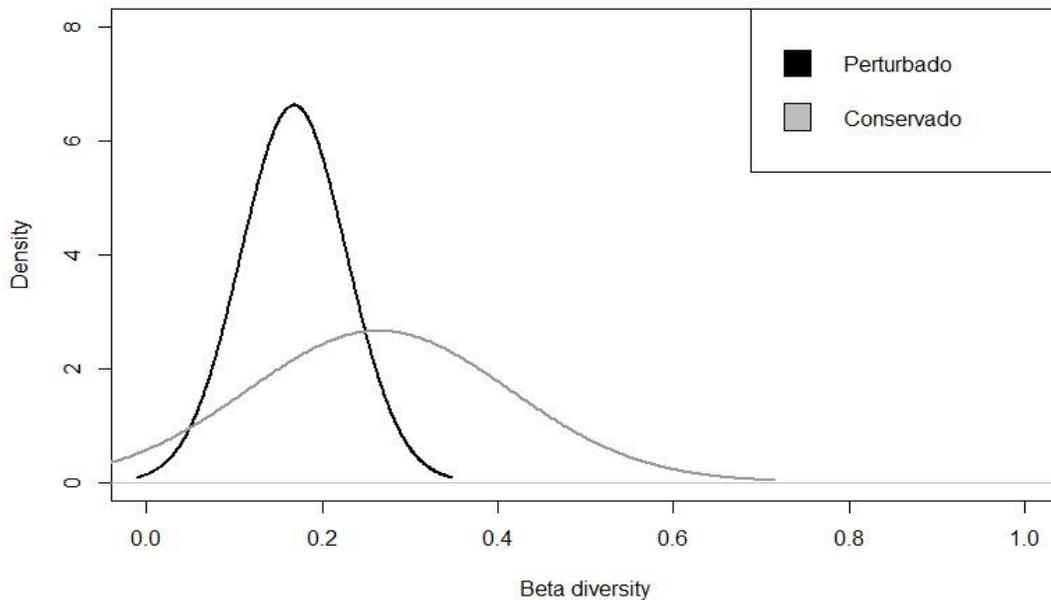


Figura 8. Índice de Sorensen expresando la diversidad beta de las áreas perturbada y conservada dentro de la zona de amortiguación del PNN Tamá, Toledo (Torres, 2020).

La diversidad beta total, según el índice de Sorensen, presentó diferencias significativas ($P < 0.01$) en la incidencia de especies para los ecosistemas perturbado y conservado, en

donde el valor del componente de rotación, medido como disimilitud de Simpson, fue el de mayor contribución 79% y 63%, respectivamente.

El resultado de la prueba t modificada por Hutcheson fue $t=2.19 > t_{0.05(2)164}= 1.96$

5.5 Estructura y composición del ensamblaje

Se capturaron un total de 216 murciélagos pertenecientes a tres familias, ocho géneros y 13 especies (Tabla 4). La familia Phyllostomidae fue la más representativa en especies (11 especies) y la más abundante (214 individuos), representando el 99% de las capturas. Las familias Vespertilionidae y Molossidae están representadas por una única especie, que, por situaciones externas al trabajo, no se pudieron identificar a nivel de especie por lo que se decidió agregar el epíteto “sp.” Estas especies están representadas por *Histiotus* sp. y *Molossus* sp, respectivamente.

Dentro de la familia Phyllostomidae la subfamilia Stenodermatinae fue la que tuvo mayor representatividad en ambos sitios de muestreo, presentando en el área perturbada cinco especies y en el área conservada cuatro especies, lo que representa el 50% del ensamblaje en los dos sitios. La subfamilia Carrollinae presentó dos especies en el área perturbada y tres especies en el área conservada (20% y 37.5% del ensamblaje respectivamente), y las subfamilias Glossophaginae, Vespertilioninae y Desmodontinae una única especie (10% y 12.5% del ensamblaje respectivamente).

Tabla 4. Abundancia absoluta y relativa de murciélagos en dos sitios de muestreo dentro del área de amortiguación del PNN Tamá, Toledo, Norte de Santander, Colombia. Ab: abundancia general, Ab-rel: abundancia relativa, Fru-D: frugívoro de dosel, Fru-S: frugívoro de sotobosque, Nec: nectarívoro, Ins: insectívoro, Hem: hematófago (Torres, 2020).

Sitio	Familia	Subfamilia	Especie	Gremio	Ab	Ab-rel	
Perturbado	Phyllostomidae	Stenodermatinae	<i>Artibeus lituratus</i>	Fru-D	55	0.395	
			<i>Chiroderma salvini</i>	Fru-S	4	0.028	
			<i>Chiroderma villosum</i>	Fru-S	16	0.115	
			<i>Sturnira lilium</i>	Fru-S	5	0.035	
			<i>Uroderma bilobatum</i>	Fru-S	14	0.100	
		<i>Carollia perspicillata</i>	Fru-S	27	0.194		
		Carollinae	<i>Carollia brevicauda</i>	Fru-S	12	0.086	
		Glossophaginae	<i>Glossophaga soricina</i>	Nec	4	0.028	
		Vespertilionidae	Vespertilioninae	<i>Histiotus sp.</i>	Ins	1	0.007
		Molossidae		<i>Molossus sp.</i>	Ins	1	0.007
Total			10 especies		139	1	
Sitio	Familia	Subfamilia	Especie	Gremio	Ab	Ab-rel	
Conservado	Phyllostomidae	Stenodermatinae	<i>Artibeus lituratus</i>	Fru-D	5	0.064	
			<i>Chiroderma villosum</i>	Fru-S	1	0.012	
			<i>Sturnira bidens</i>	Fru-S	16	0.207	
			<i>Sturnira lilium</i>	Fru-S	16	0.207	
		Carollinae	<i>Carollia perspicillata</i>	Fru-S	21	0.272	
			<i>Carollia brevicauda</i>	Fru-S	14	0.181	
			<i>Carollia Sp.</i>	Fru-S	3	0.038	
			Desmodontinae	<i>Desmodus rotundus</i>	Hem	1	0.012
Total			8 especies		77	1	

El índice de Simpson tuvo un valor en números efectivos de 5.88 para el área perturbada y 5.66 para el área conservada. El valor de Shannon fue de 4.38 para el área perturbada y 5 para el área conservada (Tabla 3).

La abundancia mediante la curva de rango-abundancia evidenció la distribución de especies dominantes y raras. Se observó una única especie muy dominante para el área perturbada *Artibeus lituratus* 39.56% (n=55), una segunda especie medianamente dominante *Carollia perspicillata* 19.42% (n=27), y el resto de especies se encuentran ubicadas en la parte inferior de la gráfica (Figura 8). En el área conservada se evidenció mediante la curva rango-abundancia a *Carollia perspicillata* 27.27% (n=21), como la especie más dominante, seguida por *Sturnira bidens* y *Sturnira liliium* con un 20.77% cada una (n=16). Una cuarta especie se mantuvo sobre la mitad superior de la gráfica *Carollia brevicauda* 18.18% (n=14), el resto de especies se encontraron ubicadas en la parte inferior (Figura 9); resaltándose estas como especies raras en cada una de las dos áreas estudiadas.

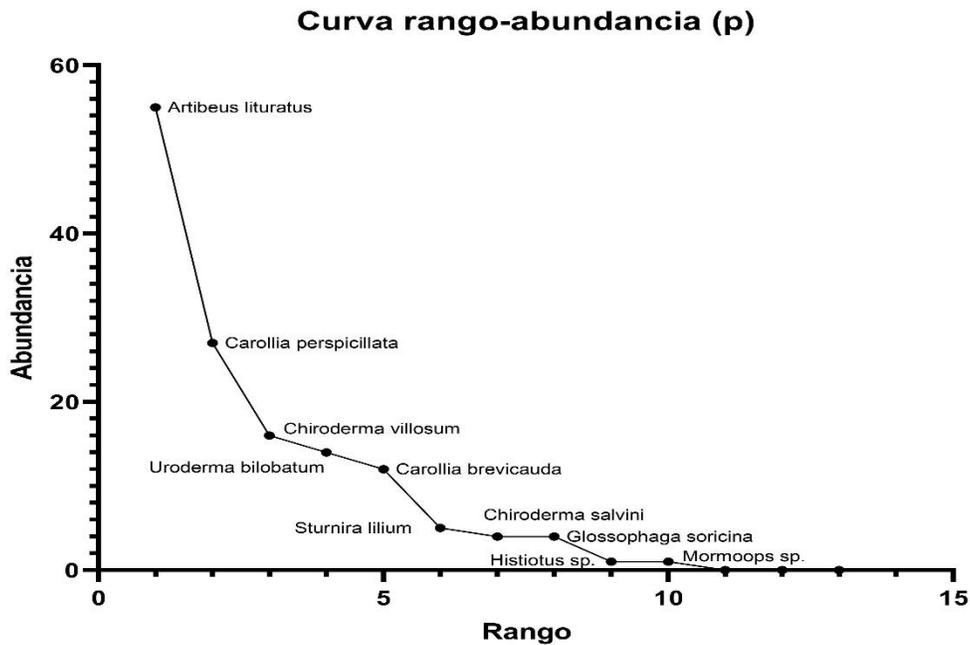


Figura 9. Curva de rango-abundancia para el área perturbada (Torres, 2020).

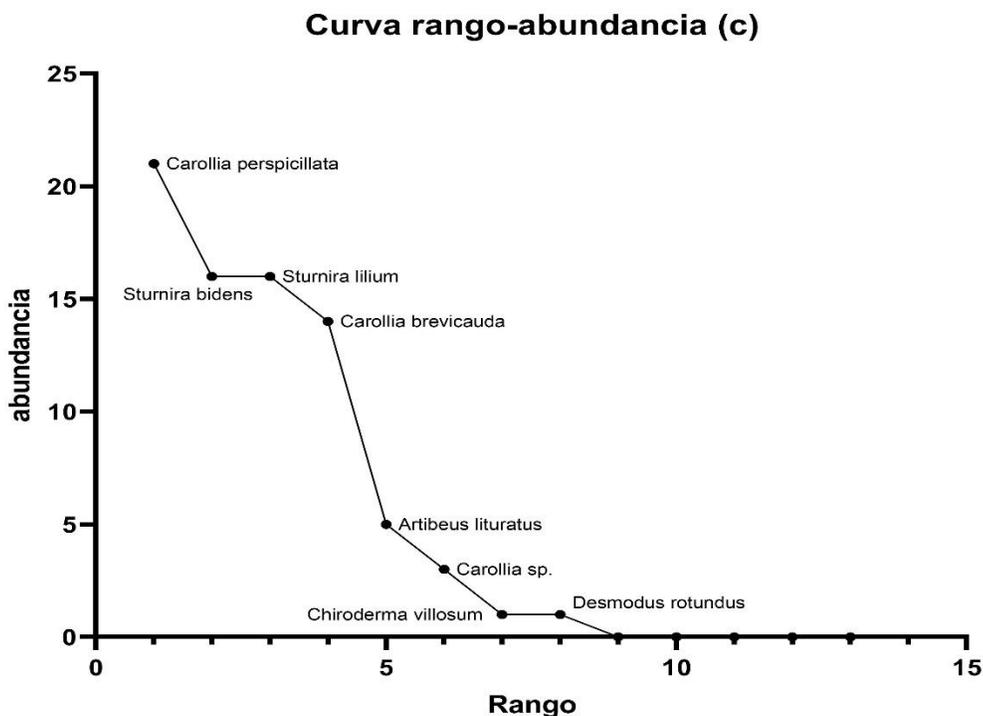


Figura 10. Curva de rango-abundancia para el área conservada. (Torres, 2020).

Las especies que se encuentran con mediana-baja representatividad en el muestreo del área perturbada fueron *Chiroderma villosum* (11.51%), *Uroderma bilobatum* (10.07%), *Carollia brevicauda* (8.63%) y las que obtuvieron la menor representatividad (<4%) fueron: *Sturnira lilium*, *Chiroderma salvini*, *Glossophaga soricina*, *Histiotus sp.* y *Molossus sp.* (Figura7). Para el área conservada las especies que tuvieron menor representatividad (<7%) fueron *Artibeus lituratus*, *Carollia sp.*, *Chiroderma villosum* y *Desmodus rotundus*. (Figura 8).

La estructura del ensamblaje de murciélagos en función de los gremios tróficos, muestra diferencias significativas en el uso del recurso trófico en las dos áreas de muestreo. Se presentó la dominancia de los frugívoros con un 96.75% de las especies; mientras que el

3.25% restante de las especies estuvieron representadas por nectarívoros, insectívoros y hematófagos. De acuerdo con Novoa *et al.*, 2011, se agruparon las especies registradas en cinco gremios tróficos.

Para el área perturbada fue dominante el gremio de frugívoros de sotobosque (Fru-S) con seis especies, seguido por los insectívoros (Ins) con dos especies, los frugívoros de dosel (Fru-D) y nectarívoros (Nec) tuvieron una especie cada uno; la cantidad de individuos pertenecientes al gremio de frugívoros de sotobosque fue mayor al 55% de los datos obtenidos y el gremio insectívoro tuvo la menor representación de individuos con un 1.43% de los datos. Las especies de frugívoros más dominantes fueron *Artibeus lituratus* (39.56%) y *Carollia perspicillata* (19.42%) (Figura 10).

Para el área conservada fue dominante igualmente el gremio de frugívoros de sotobosque (Fru-S) con seis especies, seguidos por los gremios frugívoro de dosel (Fru-D) y hematófago (Hem) cada una con una especie; la cantidad de individuos pertenecientes al gremio de frugívoro de sotobosque fue mayor al 92%, seguida por el gremio frugívoros de dosel con 6.5% y hematófagos 1.3% del total de individuos capturados en el muestreo. Las especies de frugívoros más dominantes fueron *Carollia perspicillata* (27.27%), *Sturnira bidens* (20.77%) y *Sturnira lilium* (20.77%) (Figura 11).

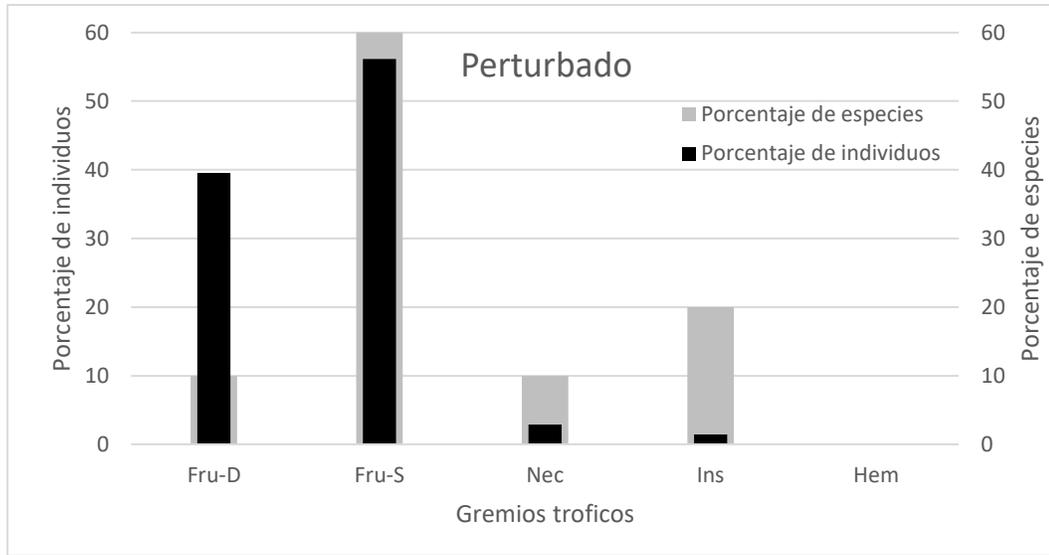


Figura 11. Estructura trófica del ensamblaje de murciélagos presentes en el área perturbada de la zona de amortiguación del PNN Tamá. Fru-D: frugívoros de dosel, Fru-S: frugívoros de sotobosque, Nec: nectarívoros, Ins: insectívoros y Hem: hematófagos (Torres, 2020).

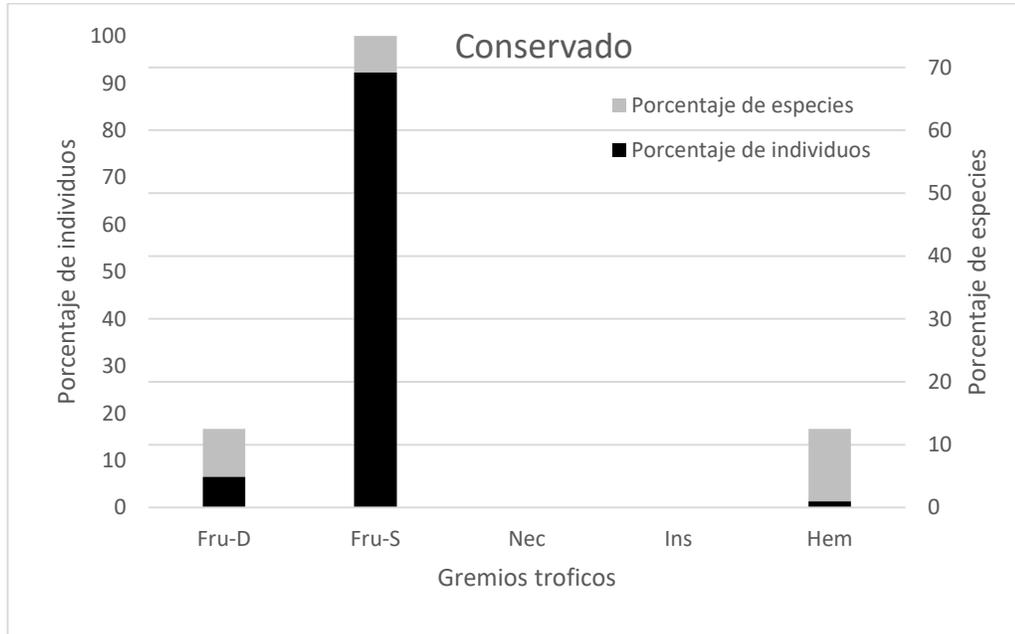


Figura 12. Estructura trófica del ensamblaje de murciélagos presentes en el área conservada de la zona de amortiguación del PNN Tamá. Fru-D: frugívoros de dosel, Fru-S: frugívoros de sotobosque, Nec: nectarívoros, Ins: insectívoros y Hem: hematófagos (Torres, 2020).

6. Discusión

Las 13 especies registradas en las dos áreas de muestreo dentro de la zona de amortiguación del PNN Tamá en el municipio de Toledo, se distribuyen en nueve géneros y tres familias registradas para el ensamblaje de murciélagos, corresponden al 6.2% de las 207 especies registradas para Colombia (Solari *et al.*, 2013; Mantilla-Meluk & Montenegro, 2016; Casallas *et al.*, 2017). Los datos obtenidos mostraron a *Artibeus lituratus* como la especie más abundante, en contraste al estudio titulado Diversidad de murciélagos de un bosque secundario en el municipio de Pamplonita, Norte de Santander realizado por Córdoba T. *et al.*, en el 2008, en Norte de Santander, donde la especie más abundante en su investigación fue *Carollia brevicauda*. Cabe resaltar que los estudios sobre abundancias y riqueza de especies de murciélagos en el departamento de Norte de Santander son escasos o nulos.

El éxito de captura de este estudio (1.25 individuos/m²/horas) fue mayor a los resultados obtenidos por Roncancio & Estévez (2007) en donde el éxito de captura en su trabajo fue de 0.23 individuos/m²/horas en un bosque intervenido y 0.19 individuos/m²/horas en un bosque maduro en el departamento de Caldas en el cual emplearon una metodología similar a la de este trabajo.

Por otro lado, el mayor número de puntos de muestreo y mayor área de estudio en el trabajo realizado por Martínez & Pérez (2007) en la Mesa de los Santos en el departamento de Santander, hizo que el éxito de captura fuese mayor que el nuestro, con valores de 1.4 individuos/m²/horas.

Este estudio refleja valores cercanos de riqueza y abundancia de especies de murciélagos en comparación con estudios en los cuales se empleó un esfuerzo de muestreo similar como lo son Velandia – Perilla *et al.*, (2012), Garcés – Restrepo *et al.*, (2016) y Echavarría – R *et al.*, (2018). La riqueza de 13 especies registradas fue superior a la obtenida de 11 especies en un bosque subandino en el departamento de Chocó por Velandia – Perilla (2012), de igual manera fue superior a la riqueza obtenida en Santiago de Cali con 9 especies, registradas por Garcés – Restrepo (2016); pero fue igual a la obtenida por Echavarría – R (2018), donde durante 16 días de muestreo obtuvieron una riqueza de 13 especies en un fragmento de bosque subandino en el municipio de Acandí en el departamento de Chocó. Sin embargo, los resultados obtenidos son inferiores a las 20 especies obtenidas por Estrada *et al.*, (2010) en un bosque subandino del departamento de Risaralda.

6.1 Diversidad alfa (α)

En rasgos generales, la comparación de los resultados obtenidos por Estrada *et al.*, (2010) en un fragmento de bosque subandino en el departamento de Risaralda con un valor de $d=20$ especies, generando una diferencia de riqueza significativa de 7 especies en comparación con este trabajo pudieron verse reflejadas en la implementación de redes de niebla a nivel de dosel, lo que aumentaría la probabilidad de captura de individuos exclusivos de esta estratificación (Guerrero, 2017). Los resultados obtenidos por Echavarría - R (2018) en fragmentos de bosques subandinos en el departamento del Chocó, permiten evidenciar en contraste con este trabajo que los perfiles de diversidades obtenidos en las regiones noroccidente y nororiente del país, pueden arrojar valores significativos con pocos

días de muestreo, incluyendo a las dos zonas como áreas intervenidas por las diferentes presiones constantes de la necesidad de la comunidad de explotar el medio para su supervivencia, esto en relación al área de amortiguación del PNN Tamá.

Al comparar los resultados de diversidad alfa con otros trabajos como Velandia – Perilla (2012) y Garcés – Restrepo (2016), sugiere que los cambios en la riqueza de las poblaciones de los murciélagos están muy relacionados con la disponibilidad de alimento, la conservación de sus ambientes y el esfuerzo de muestreo (Medellín *et al.*, 2000; Jiménez – Ortega & Mantilla Meluk, 2009).

Las curvas de acumulación de especies tuvieron una representatividad del 91% para el área perturbada y 88% para el área conservada, lo cual sugiere que la muestra proporciona una razonable representación de las especies que componen el ensamblaje de murciélagos en la zona de amortiguación del PNN Tamá; en comparación con otros trabajos como Echavarría – R (2018), Estrada *et al.*, (2010), Cabrera – Ojeda (2016) y Casallas – Pabón (2017), la curva presentó el mismo comportamiento, y aunque se sugiere un mayor esfuerzo de muestreo para lograr una caracterización completa de las verdaderas riquezas de murciélagos presentes en dichas zonas, la probabilidad de encontrar los mismos datos ya obtenidos son muy altas.

6.2 Diversidad beta (β)

En el presente estudio, el sitio con los valores más altos de riqueza específica ^{0d}, fue la zona perturbada con un valor de diez especies efectivas, seguido del perturbado con ocho especies efectivas, los efectos de fragmentación del área perturbada redujeron un 20% de la riqueza de la comunidad de murciélagos capturados. En el área perturbada se registraron

valores de diversidad ${}^1D= 5.88$ especies específicas, que comparado con el área conservado ${}^1D= 5.66$ especies específicas presentan valores mínimos en la diferencia de la diversidad de especies. Las especies abundantes en el área conservada ${}^2D= 5$ especies específicas, fue superior a la del área perturbada ${}^2D= 4.238$ especies específicas, lo que permite deducir que el área conservada contiene un mayor número de especies abundantes, la equidad entre la abundancia y riqueza es mayor a la del área perturbada, esto puede deberse a la diferencia entre las zonas, ya que al tener mayor área natural los beneficios que brinda el sitio, permiten la mayor supervivencia de las especies en esta zona.

Según el índice de Sorensen los resultados se deben a la sustitución de unas especies por otras como consecuencia del arreglo espacial, restricciones espaciales o históricas, reflejando una selección de especies por el ambiente o por procesos de dispersión a causa de la presión antrópica de los ecosistemas (Baselga, 2010), los resultados obtenidos por valores de riqueza de especies muestran significativamente que factores como la perturbación de los hábitats son influenciadores negativos en la riqueza de especies presentes en ambo sitios,

Los resultados obtenidos en la prueba t modificada de Hutcheson indican que se pueden establecer diferencias estadísticamente significativas en la diversidad de los ensamblajes de murciélagos en ambas zonas de muestreo, indicando el valor de $1.96 > a P=0.05$, de acuerdo con la varianza de Shannon existe una diferenciación en cuanto a diversidad entre los dos sitios.

6.3 Estructura y composición del ensamblaje

La estructura del ensamblaje de murciélagos en el área perturbada presentó una dominancia de la familia Phyllostomidae (80% de las capturas) y la subfamilia

Stenodermatinae con cinco especies (50% del ensamblaje) fue la subfamilia más representada del área perturbada, seguida de Carrollinae con dos especies (20% del ensamblaje). Estos resultados de dominancia concuerdan con otros estudios realizados en el país (Bejarano – Bonilla *et al.*, 2007; Aguilar – Garavito *et al.*, 2014; Duran & Pérez, 2015 & Casallas – Pabón *et al.*, 2017). Se ha considerado que la familia Phyllostomidae es la más abundante en el Neotrópico, esto gracias a que se ocupa un amplio rango en la creación de nichos ecológicos y se ajusta a los recursos disponibles que presenta el ecosistema (Bejarano – Bonilla *et al.*, 2007; Flores – Saldaña, 2008 & Duran & Pérez, 2015). Por el lado de la familia Vespertilionidae y Molossidae se registraron como los datos menores en la representatividad del muestreo, esto pudo ser debido al método de captura empleado (redes a nivel de sotobosque), puesto que los hábitos de vuelo de estas especies y su forrajeo son a nivel de dosel (Bejarano – Bonilla *et al.*, 2007; Velázquez *et al.*, 2009).

Según el trabajo realizado por Duran & Pérez (2015), es común encontrar una abundancia y dominancia alta de la subfamilia Stenodermatinae en los hábitats fragmentados, ya que por sus requerimientos de forrajeo y dieta, se ven beneficiados un poco por la perturbación haciendo de la vegetación secundaria un óptimo ecosistema para su coexistencia. De igual manera, las especies de esta subfamilia dispersan semillas de manera eficiente, por lo que en su mayoría contribuyen a la restauración natural de los bosques tropicales (Velázquez *et al.*, 2009).

6.3.1 Área perturbada

Los efectos de la fragmentación sobre la diversidad de murciélagos se centran principalmente en bosques de alturas bajas (Bernard & Fenton, 2007; Presley *et al.*, 2009). Los efectos generalmente se ven dependientes principalmente de los rasgos a nivel de

especie y la escala espacial, tal y como se ha reportado en algunas especies de murciélagos frugívoros de la familia Phyllostomidae (Pinto & Keitt, 2008). En el área perturbada, la respuesta a la fragmentación de *Artibeus lituratus* como la especie dominante mostró que la alta mortalidad de árboles y la formación de claros en el dosel, aumentan el tamaño de los bordes (Laurence et al., 2006), creando un efecto de conectividad entre los parches de bosques, y permitiendo el aumento del área de forrajeo y la disponibilidad de refugio. El alto grado de perturbación del área transformada para la creación de cultivos, es un factor importante en la abundancia de esta especie, ya que permite adaptarse a los cambios antrópicos, y se ve beneficiada de la presencia de frutos como guayaba, mora y tomate de árbol, presentes cerca de la zona evaluada.

La subfamilia Carrollinae presentó el segundo lugar en abundancia con el 20% de la estructura para el área perturbada. En el caso específico de *Carollia perspicillata* como la segunda especie más abundante del área; no es extraño al hablarse de la especie más abundante y de mayor distribución en el país (Sampedro *et al.*, 2007), por lo que su abundancia dominante en la zona de estudio se puede ver reflejada a la característica generalista con respecto a la dieta y la adaptación a diferentes hábitats (Medellín *et al.*, 2000; Bejarano – Bonilla *et al.*, 2007). La respuesta positiva a la presencia de esta especie en área fragmentada es concordante ante la presencia de frutas de *Piper* (Piperaceae), especies vegetales que prosperan en bosques perturbados y en vegetación secundaria (Lima & Dos, Reis, 2004; Giannini & Kalko, 2004).

Para la subfamilia Glossophaginae la cual fue representada por una sola especie *Glossophaga soricina* (Tabla 2) según Oporto *et al.*, (2015), en su trabajo realizado sobre la diversidad y composición de murciélagos frugívoros en un bosque secundario de Tabasco,

México, la especie es conocida por consumir néctar y es resistente a la alteración del paisaje, su abundancia fue considerablemente mayor en un ambiente perturbado rodeado de pastizales y arbustos en cultivos de cacao, esto se ve reflejado en la capacidad de algunas especies de murciélagos capaces de modificar su dieta, aumentando así su supervivencia, la estructura del paisaje del área perturbada puede significar un sitio de alimentación secundario a la especie, proporcionando frutos que se adaptan a su tolerancia alimenticia. En el trabajo realizado por Novoa *et al.*, (2011) se incluyó a la especie dentro del gremio frugívoro, al encontrarse un número importante de restos de semillas en sus heces, obtenidas en el área de estudio. Aunque no se puede evidenciar completamente el uso de frutos como fuente principal de alimento en la especie *G. soricina*, debido a que no se realizaron pruebas de material fecal, la especie fue agrupada en el gremio de su alimentación principal (Nectarívoro).

La menor abundancia en el área perturbada fue representada por la familia Vespertilionidae y Molossidae, cada una con una sola especie. Los resultados obtenidos sugieren que el método usado fue adecuado para especies que usan el sotobosque (García – García, 2014), pero no fue totalmente eficiente para las especies que tienen hábitos de vuelo a nivel de dosel como las insectívoras pertenecientes a estas familias (Vespertilionidae y Molossidae) (Flores – Saldaña, 2008; Ballesteros & Racero – Casarrubia, 2012; Duran & Pérez, 2015). Estas especies cuentan con un sistema auditivo bien desarrollado que les permite detectar fácilmente las redes (Vela – Vargas & Pérez – Torres, 2012; Medina *et al.*, 2017), por esta razón se obtuvo una baja abundancia de insectívoros en el muestreo. Sin embargo, su presencia, aunque sea con baja representatividad en el estudio, permite

categorizar al área muestreada con un nivel de fragmentación tolerable para especies raras y exclusivas de áreas conservadas (García – García, 2014).

6.3.2 Área conservada

En áreas con bajos niveles de deforestación, los murciélagos frugívoros suelen cruzar las áreas abiertas o perturbadas en búsqueda de alimento y sitios de refugio ubicados en los fragmentos de bosque nativo (Bernard & Fenton, 2007), el estado de conservación del área de estudio se basó estrictamente en la presencia de bosque subandino nativo y la menor intervención antrópica; la especie representativa de este sitio fue *Carollia perspicillata* en contraste a lo encontrado por Galindo – González (2004), Bejarano – Bonilla (2007), Velandia – Perilla (2012) & Ramos – Rodríguez (2018), en donde esta especie fue dominante en áreas perturbadas; esta especie es considerada generalista (Medellín *et al.*, 2000), lo que implica su excelente adaptación a ambientes perturbados y conservados, sin embargo su abundante presencia en el área conservada en comparación al área perturbada puede verse a que *C. perspicillata* se asocia más a bosques en estado de regeneración (Rivas – Rojas 2005; Delgado – Jaramillo, 2011); esta mayor abundancia de la especie, indica que la zona conservada posiblemente sea un fragmento de bosque en proceso de regeneración natural (Delgado – Jaramillo, 2011). La presencia de parches de bosque nativo también podría intervenir en la abundancia significativa de la especie. A pesar de que los registros de su alimentación se asocian a plantas de vegetación secundaria, la alimentación que provee los bosques naturales resulta ser un poco superior a los bosques secundarios, brindando así dentro del sotobosque una amplia área de refugio (Cabrera – Ojeda *et al.*, 2016).

El género *Sturnira* representado por dos especies: *Sturnira lilium* y *Sturnira bidens* fueron las dos especies más comunes, después de *C. perspicillata* en el área conservada, estos resultados de igual manera contrastan a los obtenidos por Bejarano – Bonilla (2007) & Velandia – Perilla (2012), en donde el género *Sturnira* obtuvo una mayor representatividad en áreas perturbadas. Estos murciélagos clasificados como frugívoros de sotobosque pertenecientes a este género son comunes en zonas abiertas y vegetación secundaria, en respuesta a mayor disponibilidad de alimento (Thies & Kalko, 2004 & Willig *et al.*, 2007); sin embargo; en el trabajo realizado por García – García (2014) se mostró que los murciélagos del género *Sturnira* son afines a paisajes con alta densidad de borde y fragmentos de forma irregular (Gorresen & Willig, 2004), generando una posible respuesta ante su mayor abundancia en comparación al área perturbada; de igual manera el género *Sturnira* permite categorizar a el área conservada como un fragmento de bosque en proceso de regeneración natural, dando fuerza a los resultados contrastados con la especie de *C. perspicillata* (Delgado – Jaramillo, 2011).

La especie *Artibeus lituratus* obtuvo una abundancia significativamente menor en comparación a la obtenida en el área perturbada, esto puede ser debido a la facilidad que tiene la especie de adaptarse a zonas perturbadas, donde posiblemente obtengan un mayor beneficio de la vegetación secundaria, obteniendo de ella variedad de frutos para su alimentación, y la presencia de borde genera mayores sitios de refugio (Velandia – Perilla, 2012). Los valores obtenidos en los géneros *Carollia* y *Sturnira*, pueden clasificar el área conservada como un fragmento de bosque en proceso de regeneración natural; y los valores inferiores en la abundancia de *A. lituratus* puede corroborar que, aunque el área conservada presenta un grado

de perturbación, su estado de bosque natural conserva más continuidad que el área denominada perturbada en este trabajo.

Las dos especies categorizadas como raras en el área conservada fueron *Chiroderma villosum* y *Desmodus rotundus* cada una representada por un individuo; la presencia de *C. villosum* es similar a los datos obtenidos por Ramos – Rodríguez (2018), donde esta especie también fue categorizada como rara, pero tuvo presencia en una zona perturbada; Vargas *et al.*, (2008) categorizó a la especie como indicadora de poco grado de perturbación en el ecosistema debido a su dieta generalista de especies presentes tanto en vegetación secundaria como en bosque nativo; estos resultados permiten reforzar la idea de que la zona conservada posee un poco de perturbación; todo esto se justifica bajo la idea de que la zona de amortiguación del PNN Tamá se caracteriza por representar más del 80% de su área como zona intervenida (Parques Nacionales Naturales, 2017).

La presencia de la especie *Desmodus rotundus* en el área conservada contrarresta completamente los resultados obtenidos por Bejarano – Bonilla (2007), Novoa *et al.*, (2011), Velandia – Perilla (2012) y García – García (2014), donde la especie fue exclusivamente de las áreas perturbadas, siendo una especie especialista. Es considerablemente adaptable a las transformaciones antropogénicas, pues su alimento lo proporciona principalmente el ganado (Galindo – Gonzales, 2004). La diferenciación en el grado de perturbación entre las dos áreas posiblemente fue el factor específico de la presencia de *D. rotundus* solo en la zona conservada, puesto que en el área denominada perturbada la ganadería no presentaba un factor dominante dentro de la perturbación del ecosistema, caso contrario del área conservada, donde la ganadería se presentaba con más frecuencia en el área, pero con una distancia significativa que permitiera considerar al sitio con una vegetación mayormente

conservada. Estos resultados mantienen la idea de que en la zona de estudio denominada como conservada, se presenta un nivel mínimo, pero estable, de perturbación.

6.4 Estructura y composición del ensamblaje

6.4.1 Área perturbada

La estructura trófica del ensamblaje de murciélagos presentes en el área perturbada dentro de la zona de amortiguación del PNN Tamá mostró una dominancia de las especies frugívoras, representando el 70% de las especies obtenidas para la zona de muestreo y un 96% de los individuos capturados. Los gremios insectívoros y nectarívoros representaron un 20% y 10% respectivamente en las especies obtenidas y un 2.9% y 1.43% respectivamente en la cantidad de individuos capturados en el área. La alta presencia de especies frugívoras, es un patrón que se destaca en el Neotrópico, gracias a la abundante disponibilidad de hábitat y recursos para este tipo de murciélagos (Suárez – Castro, 2015; Casallas – Pabón *et al.*, 2017). Según Ortegón – Martínez & Pérez – Torres (2007) y Garcés – Restrepo (2016), en los ecosistemas tropicales la biomasa total anual de frutos es superior a los otros recursos (néctar e insectos), razón por la cual la abundancia y riqueza de estos murciélagos tiende a ser mayor que la de murciélagos nectarívoros e insectívoros.

Dentro de este grupo, los frugívoros de sotobosque fueron más abundantes (56.2%), los resultados son similares a los obtenidos por Bejarano – Bonilla (2007), Velandia – Perilla (2012) & Ramos – Rodríguez (2018), donde también registraron un mayor número de especies frugívoros de sotobosque en comparación a las frugívoras de dosel. Sin embargo, la especie clasificada como frugívoro de dosel *Artibeus lituratus* según Novoa *et al.*, (2011),

presentó una abundancia significativa con el 39.56% de los datos obtenidos; estos resultados pueden deberse a la discusión anteriormente planteada sobre la capacidad de adaptación de la especie, el tamaño del dosel de los bordes que componían la zona y la distancia entre cada uno de los ellos, dejando espacio libre para la conectividad ecológica de la especie. Por otra parte, aunque en este estudio no realizo caracterización vegetal de la zona, la literatura dice que el aumento de los géneros de las especies vegetales presentes en zonas perturbadas como lo son *Cecropia*, *Piper*, *Vismia* y *Solanum*, pueden influir en la concentración masiva del gremio frugívoros de sotobosque en la zona de estudio (Casallas – Pabón *et al.*, 2017).

El gremio de nectarívoros fue representado por una sola especie, *Glossophaga soricina* (2.87%), con una abundancia de cuatro individuos. *Glossophaga soricina* es una especie que se considera adaptable a las perturbaciones o fragmentaciones de bosque (González – Bermúdez, 2018), su presencia como especie rara en el muestreo pudo deberse a la falta de alimento proporcionado por el área estudiada y puede reforzar la idea de la utilización de frutos como alimento secundario de la especie, esto con base únicamente a su baja abundancia. Sin embargo, los datos obtenidos no dan una certeza clara de la presencia de la especie en la zona de estudio.

El gremio insectívoro fue representado por dos especies de diferentes géneros *Histiopus sp.* y *Molossus sp.* estos individuos no fueron categorizados a nivel de especie debido a problemas de gestión ajenos a la realización del trabajo, su baja abundancia y clasificación como especies raras o poco comunes del muestreo pudo deberse a algunas de las razones argumentadas anteriormente, la implementación de redes de niebla exclusivamente a nivel de sotobosque y no a nivel de dosel, la agudeza auditiva de estas especies que les da la

capacidad para poder alimentarse de igual manera puede significar un factor al momento de evitar las redes de captura (Vela – Vargas & Pérez – Torres, 2012; Medina *et al.*, 2017).

El gremio hematófago no presentó ninguna especie en el área perturbada, esto pudo verse reflejado a que la ganadería no era un factor principal en la perturbación del ecosistema presente, siendo mayormente afectado por cultivos y constante presencia antrópica.

6.4.2 Área conservada

La estructura trófica del ensamblaje de murciélagos presentes en el área conservada dentro de la zona de amortiguación del PNN Tamá, mostró una dominancia de las especies frugívoras, representando el 87.5% de las especies obtenidas para la zona de muestreo y un 98.7% de los individuos capturados. El gremio hematófago representó el 12.5% de las especies capturadas y el 1.3% de los individuos capturados en el área.

El gremio frugívoro de sotobosque presentó la mayor abundancia dentro de este grupo, presentando a *Carollia perspicillata* como la especie dominante, seguido de *Sturnira lilium* y *S. bidens*. La presencia de este gremio como dominante permite interpretar la zona de estudio como significativamente más conservada que la zona perturbada (Velandia – Perilla, 2012). Al evidenciar fragmentos de vegetación nativa más amplios, distancias cortas entre efectos de borde y menor actividad antrópica, se crea un ambiente óptimo natural para las especies que se alimentan a nivel de sotobosque y les permite un hábitat seguro para su supervivencia.

El gremio frugívoro de dosel representado por la especie *Artibeus lituratus*, tuvo una de las dominancias más pequeñas dentro del muestreo, considerando así a la especie con una

adaptación mayor a áreas perturbadas que puedan ofrecer recursos en la alimentación y refugio, consecuentes de dichas alteraciones.

El gremio hematófago presentó una especie, *Desmodus rotundus* la cual fue presentada como especie rara dentro de los datos y la curva de rango abundancia (Figura 9); su presencia pudo deberse a la amplia distribución de zonas para ganadería cerca del área de estudio, la cuales proveen la fuente de alimento principal de esta especie.

La nula presencia de otros gremios tróficos como los carnívoros e ictiófagos se puede atribuir a la dieta especialista de estas especies (Flores-Saldaña, 2008). Estas han sido consideradas como un grupo sensible al efecto de borde y responden negativamente a la perturbación y a la fragmentación (Wilson, *et al.*, 1996; Medellín, *et al.*, 2000), estas especies están morfológicamente limitadas a vuelos de corta distancia, cuentan con ámbitos hogareños reducidos, en los cuales presentan zonas de forrajeo localizadas en el interior del bosque (Bernard & Fenton, 2007). Según Meyer *et al.*, (2008), estos murciélagos son capaces de sobrevivir en paisajes altamente fragmentados, solo si el grado de aislamiento de los parches de bosque es mínimo y la distancia espacial entre los bosques continuos es corta.

7. Conclusiones

Los murciélagos fueron buenos indicadores del índice de perturbación presente en dos áreas de la zona de amortiguación del PNN Tamá. La diferenciación de las riquezas entre ambos sitios de estudio, indicaron que el área perturbada presentó mayor número de riqueza de especies y permitió evidenciar que la respuesta de los murciélagos ante esta fragmentación es positiva.

En cuanto a la diversidad beta de las zonas, los dos sitios presentaron una significancia en valores de recambio de especies, por lo cual se crea una diferenciación entre ambos sitios de muestreo con relación a la riqueza de especies presentes.

El ensamblaje de murciélagos presente en la zona de amortiguación del PNN Tamá, en el municipio de Toledo, está representado principalmente por especies de la familia Phyllostomidae. Se presentó una dominancia marcada de especies frugívoras de sotobosque (Fru-S) y muy bajas de especies insectívoras, nectarívoras y hematófagos. Las especies más abundantes fueron *Artibeus lituratus* y *Carollia perspicillata*.

La conservación de la población saludable de murciélagos en los bosques subandinos fragmentados y conservados son fundamentales para asegurar que los servicios que prestan estas especies puedan mantenerse (ejemplo: dispersión de semillas, polinización o control de plagas). Con los resultados obtenidos se puede intuir que muchos de los fragmentos de bosque subandino presente en la zona de amortiguación del PNN Tamá están en proceso de restauración natural, procesos en los cuales los murciélagos cumplen un papel fundamental, como es el caso de *Carollia perspicillata*.

8. Recomendaciones

Para realizar un mejor acercamiento a la estructura y composición del ensamblaje de murciélagos de la zona de amortiguación del PNN Tamá, Toledo, Norte de Santander, se recomienda ampliar los métodos de captura, para no limitar a las especies de sotobosque y excluir a las especies de dosel. Asimismo, se debe considerar a los murciélagos frugívoros en los programas de restauración de los bosques.

Este trabajo puede servir como base para la ampliación de estudios en la zona de amortiguación del parque, permitiendo así, resultados suficientes para poder pensar en la realización de planes de conservación de los murciélagos del área, educación rural a las personas del campo, y una buena didáctica a los niños, sobre la importancia de estas especies en la región.

Se recomienda seguir avanzando con nuevos objetivos como la toma de muestras fecales de los murciélagos capturados, con el fin de corroborar de una manera más clara la presencia de este tipo de gremios, y avanzar junto con la literatura disponible, y datos sobre la disponibilidad alimenticia que brinda el área al ensamblaje de murciélagos de la zona de amortiguación del PNN Tamá.

9. Referencias Bibliográficas

ACG. 2014. Los Murciélagos Ecología e Historia Natural. Recuperado el 18 de marzo de 2017 <http://www.acguanacaste.ac.cr/rothschildia/v4n1/textos/murcielagos.html>.

Acosta, G. (2001). Efecto de la fragmentación del bosque nativo en la conservación de *Oncifelis guignay Seudalopex culpaeus* en Chile central. Trabajo de grado en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al grado de Magister en Ciencias Biológicas mención Ecología Facultad de Ciencias. Universidad de Chile.

Aguilar-Garavito M, Renjifo LM, Pérez-Torres J (2014) Seed dispersal by bats across four successional stages of a subandean landscape. *Biota Col.*,15(2):85-101.

Aide, T. y Cavelier J. (1994). Barriers to lowland tropical forest restoration in the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Restoration Ecology* 2:219–229.

Alberico, M., A. Cadena, J. Hernández- Camacho & Y. Muñoz-Saba. (2000). Mamíferos (Synapsida:Theria) de Colombia. *Biota Colombiana* 1(1):43-75.

Altringham JD, L Hammond & T McOwat (1996). *Bats: biology and behaviour* Oxford: Oxford University Press. 262 pp.

Arango, J. M. (1995). Clave de murciélagos vivientes en Colombia. En J. M. Arango, Clave de Murciélagos vivientes en Colombia (pág. 132). Medellín: Universidad de Antioquia.

Avila-Flores R & MB Fenton (2005). Use of spatial features by foraging insectivorous bats in a large urban landscape. *Journal of Mammalogy* 86(6): 1193-1204.

Ballesteros J, Racero-Casarrubia J (2012) Murciélagos del área urbana en la ciudad de Montería, Córdoba – Colombia. *Rev. MVZ Córdoba* 17(3):3193-3199

Barrera, J., S. Contreras, N. Garzón, A. Moreno y P. Montoya. (2010). Manual para la Restauración Ecológica de los Ecosistemas Disturbados del Distrito Capital. Obra Independiente. Bogotá, D.C., 403 pp.

Baselga, A. (2010). Participación de los componentes de rotación y anidamiento de la diversidad beta. *Global Ecology and Biogeography* Volumen 19. Numero 1 pp. 134-143.

Baselga, A., & Orme, C. D. L. (2012). Betapart: an R package for the study of beta diversity. *Methods in Ecology and Evolution*, 3(5), 808-812.

Beltrán, E. (2012). Evaluación de matorrales y bancos de semillas en invasiones de *Ulex europaeus* con diferente edad de invasión al sur de Bogotá D.C. Tesis de maestría. Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá. Maestría Restauración Ecológica. Bogotá, D.C. 140 pp.

Bejarano-Bonilla DA, Yate-Rivas A, Bernal-Bautista MH (2007) Diversidad y distribución de la fauna quiróptera en un transecto altitudinal en el departamento del Tolima, Colombia. *Caldasia* 29(2):297-308

Bonaccorso, F. J., Gush, T. J. (1987). Feeding behaviour and foraging strategies of captive Phyllostomid fruit bats: An experimental study. *The Journal of Animal Ecology*. 56(3): 907-920.

Boughey KL, IR Lake, KA Haysom & PM Dolman (2010). Effects of landscape-scale broadleaved woodland configuration and extent on roost location for six bat species across the UK. *Biological Conservation* 144(9): 2300-2310.

Brown, A.D. & M. Kappelle. (2001). Introducción a los bosques nublados del Neotrópico: una síntesis regional, p. 25-40. In M. Kappelle & A.D. Brown (eds.). Bosques nublados del neotrópico. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBIO), Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.

Bryant, D. (1997). The Last Frontier Forests: Ecosystems & economies on the edge: What is the status of the world's remaining large, ¿natural forest ecosystems? Washington, D.C: World Resources Institute, Forest Frontiers Initiative. 1-42.

Cabrera-Ojeda, C., Noguera-Urbano, E. A., Calderón-Leytón, J. J., & Flórez Paí, C. (2016). Ecología de murciélagos en el bosque seco tropical de Nariño (Colombia) y algunos comentarios sobre su conservación. *Revista peruana de biología*, 23(1), 27-34.

Cáceres-Martínez, Carlos H. Acevedo-Rincón, Aldemar & Sánchez-Montaña, Luis R. (2015). Registros de plásticos en la ingesta de *Tremarctos ornatus* (Carnívora: Ursidae) y de *Nasuella olivacea* (Carnívora: Procyonidae) en el Parque Nacional Natural Tamá, Colombia. *Rev. Mex. Biodiv.* Vol.86 no.3 Mexico. ISSN 2007-8706,

Casallas-Pabón, D. F. (2016). Estrategias para la restauración ecológica de bosques tropicales mediante la dispersión de semillas por murciélagos frugívoros. (Tesis Doctoral). Instituto de Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias, Departamento de Biología; Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C., Colombia. 193.

Casallas-Pabón D, Calvo-Roa N, Rojas-Robles R (2017) Murciélagos dispersores de semillas en gradientes sucesionales de la Orinoquía (San Martín, Meta, Colombia). *Acta biológica colombiana*. 22(3):348-358

Castaño, John & Carranza-Quiceno, Jaime & Perez-Torres, Jairo. (2019). Bat-fruit networks structure resist habitat modification but species roles change in the most transformed habitats. 10.1101/554246.

Castro-Luna A.A., Sosa V.J., 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.

Cayuela, L. (2006). Deforestación y fragmentación de bosques tropicales montanos en los Altos de Chiapas, México. Efectos sobre la diversidad de árboles. *Ecosistemas*, 15 (3), 192-198

Cayuela L, & Cerda IG. (2012). Biodiversidad y conservación de bosques neotropicales. *Ecosistemas* 21:1–5.

Chao, A., y Jost, L. (2012). Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93(12): 2533-2547.

Chávez C. & G. Ceballos. (2001). Diversidad y abundancia de murciélagos en selvas secas de estacionalidad contrastante en el Oeste de México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 5:27–44.

Colwell R.K. (2005). EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples, Ver 7.5.1. Persistent.

Colwell, R.K., G. Brehm, C.L. Cardelús, A.C. Gilman & J.T. Longino. (2008). Global warming, elevational range shifts, and lowland biotic attrition in the wet tropics. *Science* 322: 258-261.

Crooks, K. (2002). Relative sensitivities of mammalian carnivores to habitat fragmentation. *Conservation biology*. 16 (2): 488-502.

Crooks, C.L. Burdett, D.M. Theobald, C. Rondinini, L. Boitani. (2011). Global patterns of fragmentation and connectivity of mammalian carnivore habitat; *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*, 366, pp. 2642-2651.

Delgado-Jaramillo M., M.J. Machado F. García, & J. Ochoa. (2011). Murciélagos (Chiroptera: Mammalia) del Parque Nacional Yurubí, Venezuela: listado taxonómico y estudio comunitario. *Revista de Biología Tropical* 59(4):1757–1776.

Díaz, A. (2003). Instrumentos para la planificación integral del uso de la tierra con sistemas de información geográfica – un caso de estudio en Argentina. Obtenido en: <http://edoc.huberlin.de/dissertationen/diaz-lacava-amalia-nahir-2003-0716/HTML/N1754D.html>.

Durán AA & Perez CS (2015) Ensamblaje de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) en dos zonas del Departamento de Sucre, Colombia. *Acta zoológica mexicana* 31(3):358-366

Echavarría – R, Jonard; Jimenez – O, Alex; Palacios – M, Leison & Rengio – M, Jhon. (2018). Diversidad y composición de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) en el municipio de Acandí, Chocó – Colombia. Universidad Tecnológica del Chocó, Facultad de Ciencias Básicas y Exactas, Programa de Biología, Grupo de Investigación en Herpetología, Colombia. A.A 292. ISSN on line 2027-4297

Eggleston, H.S., L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara & K. Tanabe. (2006). IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories. National greenhouse gas inventories program, IGES, Japón.

Elmore LW, DA Miller & FJ Vilella (2004). Selection of diurnal roosts by red bats (*Lasiurus borealis*) in an intensively managed pine forest in Mississippi. *Forest Ecology and Management* 199(1): 11-20

Estrada, A., R. Coates- Estrada & D. Meritt. (1993). Bat species richness and abundance in tropical rain forest and in agricultural habitats at los Tuxtlas, Mexico. *Ecography* 16: 309–318.

Estrada, A & R. Coates- Estrada. (2002). Bats in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat- island at los Tuxtlas, Mexico. *Biological Conservation* 103(2): 237–245.

Estrada-Villegas, Sergio; Pérez-Torres, Jairo; Stevenson, Pablo R. Ensamblaje de murciélagos en un bosque subandino colombiano y análisis sobre la dieta de algunas especies. (2010). *Mastozoología Neotropical*, vol. 17, núm, pp. 31-41 Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos Tucumán, Argentina

Fahrig Lenore (2003). *Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity*. Ottawa-Carleton Institute of Biology, Carleton University, Ottawa, Ontario, Canada K1S 5B6.

FAO. (2009). *Situación de los bosques del mundo*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 151 pp.

FAO. (2012). *El estado de los bosques del mundo 2012*. 1st ed. (FAO, editor.). Roma Available from: www.fao.org/forestry/sofo/es/

FAO. (2018). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010: Informe principal*. Estudio FAO Montes. Roma Available from: www.fao.org/docrep/013/i1757s/i1757s00.htm.

Feinsinger P. (2001). *Designing field studies for biodiversity conservation*. Washington: Island Press;. 216 p

Fenton MB (2013). Evolution of echolocation. pp. 47-70. In: *Bat evolution, ecology, and conservation*. Adams RA, & SD Pedersen (Eds.) Springer, New York.

Flores-Saldaña MG (2008) Estructura de las comunidades de murciélagos en un gradient ambiental en la Reserva de la Biosfera y tierra comunitaria de origen Pilon Lajas, Bolivia. *Mastozoología Neotropical*, 15(2):309-322

Franklin A.B., Barry R.N. y George T.L. (2002). What is habitat fragmentation
Studies in Avian Biology 25: 20-29.

Galaz JL & J Yañez (2006). Los murciélagos de Chile: Guía para su reconocimiento.
Ediciones del Centro de Ecología Aplicada. Santiago, Chile. 80 pp.

Galindo González, Jorge (2004). Clasificación de los murciélagos de la región de Los
Tuxtlas, Veracruz, respecto a su respuesta a la fragmentación del hábitat *Acta Zoológica
Mexicana (nueva serie)*, vol. 20, núm. 2, pp. 239-243 Instituto de Ecología, A.C. Xalapa,
México

Garcés-Restrepo M.F, Giraldo, A., López, C. & Ospina-Reina, N.F., (2016). -
Diversidad de murciélagos del campus Meléndez de la Universidad del Valle, Santiago de
Cali, Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 20 (1): 116-125. DOI
10.17151/bccm.2016.20.1.9

García-García JL, Santos-Moreno A (2014) Efectos de la estructura del paisaje y de la
vegetación en la diversidad de murciélagos filostómidos (Chiroptera: Phyllostomidae) de
Oaxaca, México. *Rev. Biol. Trop.* 62 (1): 217-239

Gardner, A. L. (2008). *Mammals of South America. Volume 1. Marsupials,
xenarthrans, shrews, and bats.* The University of Chicago Press. ISBN-13: 978-0.226-
28240-4. Chicago y Londres. 669 pp.

Gardiner JD, G Dimitriadis, JR Codd & RL Nudds (2011) A potential role for bat tail
membranes in flight control. *PloS one* 6(3): e18214.

Gaviria-Ortiz, F. & Henao-Bañol, E., (2014). Diversidad de mariposas diurnas
(Hesperioidea y Papilionoidea) del Parque Natural Regional El Vínculo (Bugá-Valle del

Cauca). Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural, Universidad de Caldas, 15(1): 115-133.

Giannini N.P. & E.K.V. Kalko. (2004). Trophic structure in a large assemblage of Phyllostomid bats in Panama. *Oikos* 105: 209-220.

González Bermúdez, Gustavo A. (2018). Respuesta de las poblaciones de murciélagos a la fragmentación del paisaje en un bosque pluvial premontano, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Escuela de Geografía Vol 9. N° 109.

Gorresen, P. M., & Willig, M. R. (2004). Landscape Responses of Bats To Habitat Fragmentation in Atlantic Forest of Paraguay. *Journal of Mammalogy*, 85(4), 688-697.

Groombridge B, Jenkins MD. (2002). World atlas of Biodiversity: Earth's living resources in the 21st Century. California: University of California Press, Berkeley. ISBN 0-520-23668-8. 364.

Guariguata, M.; Kattan, G. (edit) (2002). Ecología y conservación de bosques neotropicales. Edit. Libro Universitario Regional-LUR, EULAC-GTZ. San José, Costa Rica. ISBN 978-9968801119. 691.

Guerrero González Ana María. (2017). Estructura y composición del ensamblaje de murciélagos de la Reserva Natural Rey Zamuro y Matarredonda en San Martín, Meta, Pontificia Universidad Javeriana. Colombia.

Hein CD, SB Castleberry & KV Miller (2009). Site-occupancy of bats in relation to forested corridors. *Forest Ecology and Management* 257(4): 1200-1207.

Hein CD (2014). Los murciélagos y el desarrollo de energía eólica en los Estados Unidos. Libro Resúmenes I Congreso Latinoamericano y del Caribe de Murciélagos. p. 33.

Hsieh YY, Hung PH, Leu JY. (2013). Hsp90 regula la variación no genética en respuesta al estrés ambiental. Artículo de revista. *Mol Cell* 50 (1): 82-92.

IDEAM, (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p.

IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico. (2012). Estructura ecológica principal de la región del chocó biogeográfico colombiano. Colombia, p 105.

Jiménez-Ortega, A. & Mantilla-Meluk. (2008). El papel de la tala selectiva en la conservación de bosques neotropicales y la utilidad de los murciélagos como bioindicadores de disturbio. *Revista Institucional Universidad Tecnológica del Chocó: investigación biodiversidad y desarrollo* 27(1):100–108.

Jost, Lou. (2007). Partitioning Diversity Into Independent Alpha and Beta Components. *Ecology*. 88. 2427-39. 10.1890/06-1736.1.

Kalko, E.; Handley, C. Y Handley, D. (1996). Organization, Diversity, and long term dynamics of a Neotropical bat community. En: *Long Term Studies of Vertebrate Communities* (M. L. Cody y J. A. Smallwood, eds. p. 503–553.

Kalko, E. K. V. (1998). Organisation and diversity of tropical bat communities through space and time. *Zoology*, 101(4), 281-297.

Kalko (2001) Echolocation by insect-eating. *Bioscience* 51(7): 557-569.

Kattan, G. y Murcia, C. (1999). Informe especial: investigación en biología de la conservación en Colombia. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt. Informe especial N° 8. P. 3-12.

Khalafalla SM & Iudica CA (2012). Barn owl (*Tyto alba*) predation on big brown bats (*Eptesicus fuscus*) in Pennsylvania. *The Canadian Field-Naturalist* 126(1): 38-40.

Koleff, Patricia & Gaston, Kevin & Lennon, Jack. (2003). Beta diversity for presence-absence data. *Journal of Animal Ecology*. 72. 367 - 382. 10.1046/j.1365-2656.2003.00710.x.

Kraker – Castañeda, C; Pérez, Sergio G.; Cajas, Jose O. y Echaverría, José L. (2016). Lista actualizada de los murciélagos (Mammalia, Chiroptera) de Guatemala. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Volumen 87, Issue 2, pp 409-416.

Kunz, T. H., & Kurta, A. (1988). Capture methods and holding devices. Pages 1-29 in TH Kunz, editor. *Ecological and behavioral methods for the study of bats*.

Kunz, T. H., & Pierson, E. D. (1994). Bats of the world- an introduction. En T. H. Kunz, E. D. Pierson, & R. W. Nowak (Ed.), *Bats of the world*. (pág. 427). Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Kwiecinski GG, JD German & JT Cannon (2013) Bat facial and lip projections: unique integumentary morphology. pp. 93-109. In: *Bat evolution, ecology, and conservation*. Adams RA, & SD Pedersen (Eds.) Springer, New York

Levenstein K, A Chatfield, D Riser-Espinoza & W Erickson (2014) Bird and bat conservation strategy for the Palen Solar Electric Generating System. *Western EcoSystems Technology, Inc*. 115 pp.

Lindenmayer, J. Fischer. (2006). *Habitat fragmentation and landscape change: an ecological and conservation synthesis*. Island Press, Washington. 352.

Lima, I.P. & N.R. dos Reis. 2004. The availability of Piperaceae and the search for this resource by *Carollia perspicillata* (Linnaeus) (Chiroptera, Phyllostomidae, Carollinae) in Parque Municipal Arthur Thomas, Londrina, Paraná, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 21: 371.

Lloyd A, B Law & R Goldingay (2006) Bat activity on riparian zones and upper slopes in Australian timber production forests and the effectiveness of riparian buffers. *Biological Conservation* 129(2): 207-220.

Lundy M, I Montgomery & J Russ (2010) Climate change-linked range expansion of Nathusius' pipistrelle bat *Pipistrellus nathusii* (Keyserling & Blasius, 1839). *Journal of Biogeography* 37(12): 2232-2242.

Magurran AE. (2004). *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell;. p 177-181.

Malhi & Grace J. (2000). Tropical forests and atmospheric carbon dioxide. *Trends in Ecology and Evolution* 15:332–337.

Mantilla-Meluk H, Montenegro O. (2016). Nueva especie de *Lonchorhina* (Chiroptera: Phyllostomidae) de Chiribiquete, Guayana colombiana. *Rev Biodivers Neotrop.* 6(2):171-187.

Marín-Vásquez A, Ramírez-Chaves HE, Rivas-Pava P, Mantilla-Meluk H. (2014). New records of the Western rounded ear bat, *Lophostoma occidentale* (Davis & Carter, 1978) (Chiroptera: Phyllostomidae), from Colombia. *Check List.* 11 (1): 1-5.

Márquez, G. De la abundancia a la escasez: La transformación de los ecosistemas en Colombia. En: PALACIO, G. (ed.) *Naturaleza en disputa: Ensayos de Historia Ambiental de Colombia 1850 – 1995*. s.l., 2001. p 323 - 452. Citado por: COLOMBIA. Contraloría General de la República. (2002). *Estado de los recursos naturales y del Ambiente 2001 –*

2002: Políticas sectoriales, bosques y participación ciudadana. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia, p. 120.

Medellin R., Equihua M., Amin M. (2000). Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in neotropical Rainforest. *Conservation Biology* 14 (6): 1666-1675.

Medina A, Harvey C, Sánchez D, Vilchez S, Hernández B. (2017) Diversidad y composición de chiropteros en un paisaje fragmentado de bosque seco en Rivas, Nicaragua. En publicación: *Revista Encuentro* 68.

Meynard CN, M Soto-Gamboa, PA Heady III & WF Frick (2014) Bats of the Chilean temperate rainforest: patterns of landscape use in a mosaic of native forests, eucalyptus plantations and grasslands within a South American biodiversity hotspot. *Biodiversity and Conservation* 23: 1949-1963.

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

Mittermeier, R. A. (1986). Primate diversity and the tropical forest; case studies from Brazil y Madagascar and the importance of the megadiversity countries. En: E. O. Wilson y F. M. Peter, eds, *Biodiversity National*. Academy press, Washington, D.C., pp. 145-154.

Monadjem A, M Ellstrom, C Maldonado & N Fasel (2010). The activity of an insectivorous bat *Neoromicia nana* on tracks in logged and unlogged forest in tropical Africa. *African Journal of Ecology* 48(4): 1083-1091

Moreno, C. E., and G. Halffter. (2001). Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology* 37:149-158

Müller R (2004). A numerical study of the role of the tragus in the big brown bat. *The Journal of the Acoustical Society of America* 116(6): 3701-3712.

Murcia, C. (1995). Edge effects in fragmented forest: implications for conservation. *Tree*. 10 (2): 58-62.

Myers, N., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. da Fonseca & J. Kent. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.

Noguera-Urbano, Elkin A.; & Escalante Tania. (2014). Datos geográficos de los murciélagos (Chiroptera) en el Neotrópico. *Rev. Biol. Trp* vol.62 n.1 San José. Costa Rica.

Novoa, Sidney; Cadenillas, Richard; Pacheco, Víctor. (2011). Dispersión de semillas por murciélagos frugívoros en bosques del Parque Nacional Cerros de Amotape, Tumbes, Perú. *Mastozoología Neotropical*, vol. 18, núm. 1, enero-junio, 2011, pp. 81-93 Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos Tucumán, Argentina

Nowak, R. (1999). *Walker's mammals of the world*. Vol I. 6a Ed. The Johns Hopkins University Press. U.S.A. pp 253-484.

O'Keefe JM, SC Loeb, PD Gerard & JD Lanham (2013) Effects of riparian buffer width on activity and detection of common bats in the southern Appalachian Mountains. *Wildlife Society Bulletin* 37(2): 319-326.

Ortegón-Martínez, David A., & Pérez-Torres, Jairo. (2007). Estructura y composición del ensamblaje de murciélagos (chiroptera) asociado a un cafetal con sombrío en la mesa de los santos (santander), Colombia. *Actualidades Biológicas*, 29(87), 215-228. Retrieved August 15, 2020

Ossa G, C Bonacic & RM Barquez (2014). First record of *Histiotus laephotis* (Thomas, 1916) from Chile and new distributional information for *Histiotus montanus*

(Phillipi and Landbeck, 1861) (Chiroptera, Vespertilionidae). Mammalia. DOI: 10.1515/mammalia-2014-0041.

Otavo, S. & Echavarría C. (2017). Fragmentación progresiva y pérdida de hábitat de bosques naturales en uno de los hotspot mundiales de biodiversidad. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Volumen 88, Issue 4, Mexico. Pp. 924-935.

Pabón Peñaloza, Axel F. (2019). Diversidad de las especies y composición de la dieta de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) en fragmentos urbanos y periurbanos del bosque seco tropical del área metropolitana de Cúcuta, Colombia. Facultad de Ciencias Básicas, Departamento de Biología. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia.

Pacheco, M. A. W., & Henderson, A. (1996). Testing association between species abundance and a continuous variable with Kolmogorov-Smirnov statistics. *Vegetation*, 124(1), 95–99.

Parra Córdoba, T.; Villamizar Valencia, J.; Gallardo Rico, A. O.; Santiz Pineda, M.; R. Guitiérrez, D.; Álvarez, S. J.; Lizcano, Diego J. 2008. Nuevos Registros de Chiropteros para Norte de Santander *Pteronotus parnelli* (Familia Mormoopidae) y *Chiroderma* cf *trinitatum* (Familia Phyllostomidae). Grupo de Investigación en Ecología y Biogeografía; Universidad de Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2017). Plan de Manejo – Parque Nacional Natural Tamá 2017 – 2022. Toledo, Norte de Santander. Pp. 1-311.

Patterson, B. D., Willig, M. R., & Stevens, R. D. (2003). Trophic strategies, niche partitioning, and patterns of ecological organization. In T. H. Kunz & M. B. Fenton (Eds.), *Bat Ecology* (pp. 536-579). EEUU: University of Chicago Press.

Pedersen SC & R Müller (2013) Nasal-emission and nose leaves. pp. 71-91 In: Bat evolution, ecology, and conservation. Adams RA & SC Pedersen (Eds.) Springer, New York.

Pinto N. & T. H. Keitt. 2008. Scale-dependent responses to forest cover displayed by frugivore bats. *Oikos* 117: 1725-1731.

Portocarrero-Aya M., Corzo G. y Chaves M.E (Eds.). (2015). Catálogo de biodiversidad para las regiones andina, pacífica y piedemonte amazónico. Nivel Regional. Volumen 2 Tomo 1. Serie Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en las áreas operativas de Ecopetrol. Proyecto Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en las áreas operativas de Ecopetrol. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt – Ecopetrol S.A. Bogotá D.C., Colombia. 175p.

Presley S.J., M.R. Willig, I. Castro-Arellano & S. C. Weaver. 2009. Effects of habitat conversion on temporal activity patterns of phyllostomid bats in lowland Amazonian rain forest. *Journal of Mammalogy* 90: 210-221.

Quiroz, Antonio. (2014). métodos no paramétricos para el análisis de datos censurados (caso de dos muestras). *Pesquimat*. 1. 10.15381/pes.v1i2.9208.

Ramírez-Chaves, H., Suárez-Castro, A. F., & González-Maya, J. F. (2016). Cambios recientes a la lista de los mamíferos de Colombia. *Mammalogy Notes*, 3(1), 1–9.

Rangel, J. (2002). Colombia-Diversidad Biótica III: La región paramuna y franja aledaña en Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, 23 pp.

Ramírez-Chaves, Héctor & Suárez Castro, Andrés & González-Maya, José. (2016). Cambios recientes a la lista de mamíferos de Colombia. *Mammalogy Notes*. 3. 1-9. 10.47603/manovol3n1.1-9.

Ramírez-Chaves, H. E., Noguera-Urbano, E. A., Morales-Martínez, D. M., Zurc, D., Vargas-Arboleda, A. F., & Mantilla-Meluk, H. (2020). Endemic bats (Mammalia: Chiroptera) of Colombia: State of knowledge, distribution, and conservation. *Universitas Scientiarum*, 25(1), 55-94

Ramos – Rodriguez, Maria C.; Falcon, Ayapi. Rodrigo H.; Díaz Vásquez. Rocio E. (2018). Murciélagos indicadores de hábitats perturbados en la reserva nacional Allpahuayo Mishana, Amazonia peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Av. Abelardo Quiñones km 2.5, Iquitos, Perú

Rebelo H, P Tarroso & G Jones (2010). Predicted impact of climate change on European bats in relation to their biogeographic patterns. *Global Change Biology* 16(2): 561-576.

Rivas-Rojas E. (2005). Diversity bats of dry forest and cocoa plantation. *Lyona a journal of ecology and application* 8(2):29–39.

Roncancio – D, Estévez – V Jaime. (2007). Evaluación del ensamblaje de murciélagos en áreas sometidas a regeneración natural y a restauración por medio de plantaciones de aliso. *Biología*, Universidad Nacional de Colombia. Grupo de Investigación en Ecosistemas Tropicales, Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de Caldas.

Rodríguez, N., D. Armenteras, M. Morales & M. Romero. (2004). Ecosistemas de los Andes Colombianos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.

Rodríguez-San Pedro A, JL Allendes, P Carrasco-Lagos & RA Moreno (2014) Murciélagos de la Región Metropolitana de Santiago, Chile. Seremi del Medio Ambiente Región Metropolitana de Santiago, Universidad Santo Tomás y Programa para la Conservación de los Murciélagos de Chile (PCMCh). 51 pp.

Rodríguez-San Pedro, A., & Simonetti, J. A. (2015). Does understory clutter reduce bat activity in forestry pine plantations?. *European journal of wildlife research*, 61(1), 177-179.

Rodríguez-Lombana, Andrés R.; Beltrán-Guitierrez, Hector E. & Moreno, Ana C. (2017). Caracterización florística del bosque subandino y algunas áreas disturbadas en San Bernardo (Cundinamarca), Colombia. *Biota Colombiana* 18 (2). Colombia.

Rydell J, H Engström, A Hedenström, JK Larsen, J Pettersson & M Green (2012) The effect of wind power on birds and bats – a synthesis. Swedish Environmental Protection Agency, Report 6511. 152 pp

Saldaña-Vázquez, RA, Sosa, VJ, Hernández-Montero, JR, López-Barrera, F, (2010). Respuestas abundantes de murciélagos frugívoros (Stenodermatinae) al cultivo de coeey prácticas de tala selectiva en el centro montañoso de Veracruz, México. *BiodiversidadConserv.* 19, 2111 - 2124. doi: 10.1007 / s10531-010-9829-6.

Sampedro A, Martínez C, De la Ossa K, Otero Y, Santos L, Osorio S, Mercado A (2007) Nuevos registros de especies de Murciélagos para el departamento de Sucre y algunos datos sobre su ecología en esta región colombiana. *Caldasia*, 29(2):355-362

Sánchez-Asofeifa, A.G.; Quesada Mateo, C.; Gonzales-Quesada, P.S.; Dayanandan, S.; Bawa, K.S. (1999). Protected áreas and conservation of biodiversitu in the tropics. *Conservation Biology* 13: 407-411.

Sánchez, R. (2009). Cambios en la estructura de la comunidad de murciélagos de la Estación Biológica La Selva, Costa Rica: 1973 y 2005. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Biológicas, UNAM. México.

Santos-Moreno, A., Ruiz Velásquez, E., & Sánchez Martínez, A. (2010). Efecto de la intensidad de la luz lunar y de la velocidad del viento en la actividad de murciélagos filostómidos de Mena Nizanda, Oaxaca, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 81(3), 839-845.

Santos-Moreno, Antonio, García-García, José Luís, & Rodríguez-Alamilla, Arisbe. (2010). Ecology and reproduction of the bat *Centurio senex* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Oaxaca, Mexico. *Revista mexicana de biodiversidad*, 81(3), 847-852.

Saunders, D. Hobbs, R. and Margules, C. (2001). Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation biology* 5 (1): 18-32.

Schmieder DA, S Zsebók & B Siemers BM (2014) The tail plays a major role in the differing manoeuvrability of two sibling species of mouse-eared bats (*Myotis myotis* and *Myotis blythii*). *Canadian Journal of Zoology*. DOI:10.1139/cjz-2014-0104.

Sherwin HA, WI Montgomery & Lundy MG (2013). The impact and implications of climate change for bats. *Mammal Review* 43(3): 171-182.

Simmons, N. B. (2005). Order Chiroptera. En: D. E. Wilson; D. M. Reeder Eds. *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference*. Vol. I. 3a Ed. Washington D.C: Johns Hopkins University Press. pp 312-529.

Simonetti (2013). Foraging activity by bats in a fragmented landscape dominated by exotic pine plantations in central Chile. *Acta Chiropterologica* 15(2): 393-398.

Simonetti (2015) Does understory clutter reduce bat activity in forestry pine plantations? *European Journal of Wildlife Research*. DOI: 10.1007/ s10344-014-0871-7.

Solari, S., Muñoz-Saba, Y., Rodríguez-Mahecha, J. V., Defler, T. R., Ramírez-Chaves, H. E., & Trujillo, F. (2013). Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. *Mastozoología neotropical*, 20(2), 301-365.

Solari, S. & Martínez Arias, V. (2014). Cambios recientes en la sistemática y taxonomía de murciélagos Neotropicales (Mammalia: Chiroptera). *Therya*. 5. 10.12933/therya-14-180.

Sommer RS, M Niederle, R Labes & H Zoller (2009). Bat predation by the barn owl *Tyto alba* in a hibernation site of bats. *Folia Zoologica* 58(1): 98-103.

Soriano, P. J. (2000). Functional structure of bat communities in tropical rainforests and andean cloud forests. En: ECOTROPICOS Sociedad Venezolana de Ecología. Vol. 13, No. 1 ; p. 1-20.

Straube F, Bianconi G (2002) Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes de neblina. *Chiropt Neotrop* 8(2):150- 152.

Suárez-Payares, Liceth M.; Lizcano, Diego J. (2011). Uso de refugios por tres especies de murciélagos filostómidos (chiroptera: phyllostomidae) en el Área Natural Única los Estoraques, Norte de Santander, Colombia *Mastozoología Neotropical*, vol. 18, núm. 2, pp. 259-270 Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos Tucumán, Argentina

Thies, W., & Kalko, E. K. V. (2004). Phenology of neotropical pepper plants (Piperaceae) and their association with their main dispersers two short-tailed fruit bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea* (Phyllostomidae). *Oikos*, 104(2), 362-376.

Tirira, D. 1998. Memorias del Seminario - Taller: Biología, sistemática y conservación de los Mamíferos del Ecuador. Museo de Zoología. Centro de Biodiversidad y Ambiente. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Publicación especial I. Quito. 218 pp.

Tirira, D. (2007). Guía de Campo de los mamíferos del Ecuador. Ediciones Murciélago Blanco. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 6. Quito. 576 pp

Teeling (2006). The evolution of echolocation in bats. *Trends in Ecology and Evolution* 21(3): 149-156.

Vargas, Aideé & Aguirre, Luis & Galarza, M. & Gareca León, Edgar. (2008). Ensamble de murciélagos en sitios con diferente grado de perturbación en un bosque montano del Parque Nacional Carrasco, Bolivia. *Mastozoología neotropical*. 15. 297-308.

Vela-Vargas, Mauricio & Pérez-Torres, Jairo. (2012). Murciélagos asociados a remanentes de bosque seco tropical en un sistema de ganadería extensiva (Colombia). Laboratorio de Ecología Funcional, Unidad de Ecología y Sistemática (UNESIS). Departamento de Biología, Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C., Colombia.

Velandia – Perilla J; Garcés – Restrepo M; Moscoso Martha & Giraldo Alan. (2012). Estructura y composición del ensamblaje de murciélagos de sotobosque en isla palma, bahía Málaga, Valle del Cauca. Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Departamento de Biología, Grupo de investigación en Ecología Animal.

Velásquez J, González SL, Prieto AA (2009) Composición, diversidad y categorías tróficas de dos comunidades de murciélagos en zonas xerofíticas del Estado Sucre, Venezuela. *Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente*, 21 (1): 3-11.

Velásquez Restrepo, Jesús Oswaldo; Maniguaje, Nancy L. & Duque, Álvaro J. (2012). Diversidad y dinámica de un bosque subandino de altitud en la región norte de los Andes colombianos. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Colombia.

Voigt, C. C., Heckel, G., & Mayer, F. (2005). Sexual selection favours small and symmetric males in the polygynous greater sac-winged bat *Saccopteryx bilineata* (Emballonuridae, Chiroptera). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 57(5), 457-464.

WILD RESOURCE CONSERVATION FUND. (2005). Bat anatomy. [en línea] <http://www.greenworks.tv/wildlife/bats/anatomy.html>.

Williams-Guillén, K., Perfecto, I., & Vandermeer, J. (2008). Bats limit insects in a Neotropical agroforestry system. *Science*, 320(5872), 70-70.

Williams M. (2002). *Deforesting the earth: from prehistory to global crisis*. Chicago (Estados Unidos de América): University of Chicago Press. 561.

Willig M.R., Presley S.J., Bloch C.P., Hice C.L., Yanoviak S.P., Díaz M.M. Chauca L.A., Pacheco V., Weaver S.C. (2007). Phyllostomid Bats of Lowland Amazonia: Effects of Habitat Alteration on Abundance. *Biotropica* 39(6): 737-746.

Wilson D.E., C.F. Ascorra, S. Solari, D.E. Wilson & A. Sandoval. 1996. Bats as indicators of habitat disturbance. - En: *Manu: The Biodiversity of Southeastern Peru*. Smithsonian Institution Press, Lima. Pp. 613-625.

Wright SJ, Müller HC. (2006). The future of tropical forest species. *Biotropica* 38:287– 301.

Wright SJ. (2010). The future of tropical forests. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1195:1–27.