

## Evaluando los efectos del posconflicto sobre la transformación de los bosques de la Guayana colombiana, cambios en la diversidad de quirópteros en la Serranía de La Lindosa, Guaviare, Colombia

### Evaluating the effect of the postconflict on the transformation of forest of the Colombian Guayana, changes in Chiropteran diversity, at the Serranía de La Lindosa, Guaviare, Colombia

Rafael Agudelo-Liz<sup>1</sup>, Valentina Giraldo<sup>1</sup>, Víctor Setina<sup>2</sup>, Hugo Mantilla-Meluk<sup>1\*</sup>

#### Resumen

El departamento del Guaviare inmerso en la Guayana colombiana, identificada como área de alta biodiversidad, es paradójicamente también una de las menos exploradas de la geografía del país. En el escenario de posconflicto, el departamento del Guaviare ha sido designado como foco de reubicación de población humana, previéndose una migración humana masiva con efectos negativos sobre sus ambientes prístinos. A la fecha, no se cuenta con estudios que permitan evaluar el efecto del establecimiento humano sobre la biodiversidad de la región. **Objetivo:** Identificar los elementos más sensibles de la diversidad frente al cambio en el uso del suelo. **Materiales y métodos:** Se analizó comparativamente la composición y estructura de la comunidad de murciélagos (como bioindicador), en tres zonas con diferentes procesos de transformación: conservación: Panuré (zona urbana); Agua Bonita (zona semi-urbana); Serranía de La Lindosa (zona conservada), a través de un análisis de componentes principales, construido a partir de los valores de índices de diversidad. **Resultados:** Se reportan 572 capturas, correspondientes a 50 especies distribuidas en 35 géneros y 5 familias de quirópteros con 40 nuevos registros para el departamento. Este estudio verifica el efecto negativo de la transformación de los ambientes naturales por perturbaciones antrópicas (asentamientos humanos), representado en una acumulación diferencial de la diversidad y cambios en la abundancia de quirópteros como alerta temprana. Por su riqueza de especies, así como por su estratégica ubicación biogeográfica y política se propone a la Serranía de La Lindosa como área de importancia para la conservación de murciélagos (AICOM). Finalmente, se discute sobre las evaluaciones de biodiversidad en el contexto de la conservación en un escenario de posconflicto.

**Palabras clave:** Biodiversidad región guayanesa, Estructura y composición de quirópteros, Guaviare, Proceso de paz.

#### Abstract

The department of Guaviare, immersed in the Colombian Guyana is identified as an area of high biodiversity, but paradoxically constitutes one of the less explored areas in the country; this area has been recently designated as a focus of reestablishment of human population within the Colombian posconflict scenario. This situation is thought to unchain a massive human migration, with associated negative effects on pristine environments. Up to date, there are no studies that allow us to evaluate the effect of human settlements on the biodiversity of the region. **Objective:** To identify the most sensitive elements of biodiversity to land-use change. **Materials and methods:** We implemented a PCA, build upon diversity index values to comparatively analyzed the composition and structure of the bat community (as bioindicators) of three zones with different transformation processes: Panuré (urban zone); Agua Bonita (semi-urban zone); and Serranía de La Lindosa (conserved zone). **Results:** We report 572 captures, corresponding to 50 species distributed in 35 genera and 5 families, with 40 new records for the department. Our study verifies the negative effect of antropogenic transformations (human settlement) on the natural environments of

<sup>1</sup> Centro de Estudios de Alta Montaña, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia.

<sup>2</sup> Biólogo, Cra 26 N° 14-109, San José del Guaviare, Guaviare, Colombia.

\* Autor de correspondencia: [ceam@uniquindio.edu.co](mailto:ceam@uniquindio.edu.co)

Fecha recepción: Febrero 8, 2018

Fecha aprobación: Mayo 21, 2018

Editor Asociado: Jiménez-Ortega AM

the region, represented by a documented differential accumulation of diversity and by changes in bat abundance, herein interpreted as early warnings. Due to the herein reported high diversity as well as its strategic biogeographic and political location, we propose the area of Serranía de La Lindosa, as an area of importance for bat conservation (AICOM, acronym in Spanish), and discuss on the importance of biodiversity assessments in the context of the Colombian post conflict.

**Keywords:** *Biodiversity Colombian Guyana, Chiropteran structure and composition, Guaviare, Peace process.*

## Introducción

Ha sido documentado que las perturbaciones antrópicas, en especial, los cambios en el uso del suelo asociados con sistemas de alta complejidad como los bosques tropicales, se acompañan de cambios en los elementos de la diversidad biológica, incluso en sus niveles más bajos (Jiménez-Ortega y Mantilla-Meluk 2008). Uno de los resultados de la intervención humana sobre las coberturas boscosas naturales, consiste en la fragmentación de las poblaciones de fauna de vertebrados, con una consecuente aparición de patrones de distribución discontinua, producidos por la variación espacial de las condiciones ambientales y la pérdida de la calidad de los hábitats (Santos y Tellería 2006). Las modificaciones generadas por los humanos pueden alterar tanto la abundancia de individuos, como el número de especies en una comunidad, y/o las funciones que las mismas cumplen, determinando cambios en la composición y estructura de los ensamblajes de vertebrados. A pesar de los múltiples esfuerzos orientados a entender cómo responden los sistemas naturales a la transformación de origen antrópico, aún existen muchos vacíos de información sobre el tema, en especial para aquellas áreas del país con poca información sobre sus tipos de cobertura vegetal, sus comunidades biológicas, y sus dinámicas ecológicas. De manera alarmante, la frontera de la transformación de la cobertura boscosa original en Colombia, avanza vertiginosamente desde el piedemonte Andino Amazónico, identificado como punto caliente de deforestación (IDEAM 2015), sobre la región guayanesa, una de las menos exploradas en su biodiversidad. Además, y de manera preocupante, el territorio del departamento del Guaviare inmerso en la Guayana colombiana viene siendo una de las áreas eje, en el desarrollo de estrategias del posconflicto

en Colombia, entre las que se cuenta su designación como zona de reubicación de población reinsertada a la vida civil, promoviendo colateralmente un nuevo frente de colonización, en áreas que, a la fecha, han sido poco intervenidas por la acción antrópica. Se prevé que la acción de estos frentes de colonización resulte en una pérdida muy acelerada de enormes áreas de bosques que hoy cumplen con múltiples servicios ecosistémicos de regulación hidro-climática en la región, lo cual comprometerá seriamente las metas establecidas por Colombia en los acuerdos globales contra la pérdida de la biodiversidad y mitigación frente al cambio climático. Es en este contexto que las evaluaciones rápidas que, a partir del análisis de grupos de comprobada sensibilidad a las variaciones del ambiente, en particular de sus respuestas a los cambios en la cobertura vegetal, son de gran utilidad para generar alertas tempranas y orientar acciones de conservación.

Históricamente, se ha identificado a los quirópteros como bioindicadores sensibles de la perturbación antropogénica de los sistemas naturales (Johns *et al.* 1985, Fenton *et al.* 1992, Wilson *et al.* 1996, Cosson *et al.* 1999, Medellín *et al.* 2000, Moreno *et al.* 2005, Clarke *et al.* 2005a,b, Peters *et al.* 2006, Jiménez-Ortega y Mantilla-Meluk 2008, Mena 2010, Bernardi y Passos 2012), o de la calidad ambiental (Gorresen y Willig 2004, Yates y Muzika 2006, Berrío-Martínez 2009, Jones *et al.* 2009, Gallo *et al.* 2010, Reis *et al.* 2012). También los quirópteros constituyen el grupo más diverso de mamíferos en Colombia (Ramírez-Chaves *et al.* 2016, Solari *et al.* 2013, Mantilla-Meluk *et al.* 2009, 2014) y en su variación incluyen un amplio y contrastante repertorio de estrategias tróficas y comportamentales, así como la presencia de especies con altos grados de especialización, tipos de hábitats específicos (Patterson *et al.* 2003), apareciendo en globalidad, como un modelo bioindicador ideal en la evaluación de la transformación de las coberturas vegetales.

Con el objetivo de entender el efecto de las transformaciones de los sistemas naturales asociados al establecimiento humano en los bosques guayaneses del departamento del Guaviare, se estudió la variación en los arreglos de la comunidad de quirópteros en tres zonas que ejemplifican diferentes grados de intervención antrópica en el municipio de San José del Guaviare: 1. Panurú (zona urbana); 2. Agua Bonita

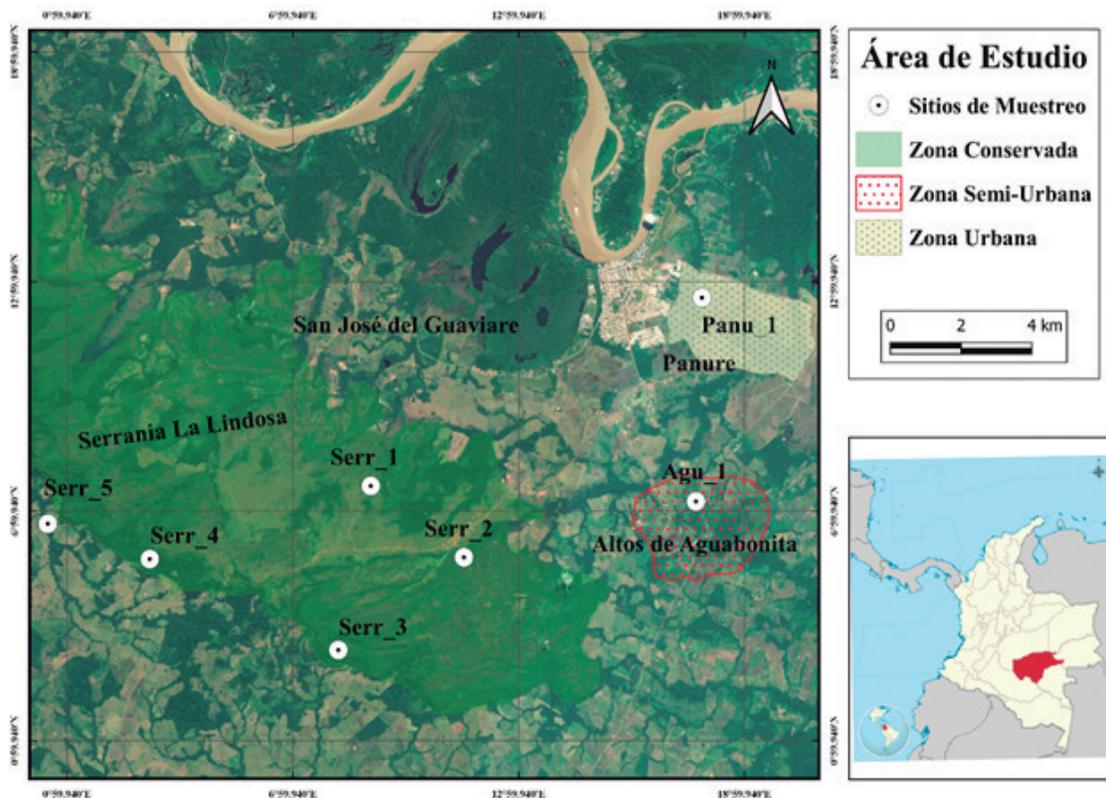
(zona semi-urbana); 3. Serranía de La Lindosa (zona conservada).

De manera paralela, este estudio aporta a la caracterización de la fauna quiróptera del Guaviare, en ambientes de bosques de afinidad guayanesa, unidad biogeográfica que a pesar de haber sido sugerida como un área de alta diversidad para especies de murciélagos en Colombia, de acuerdo con modelos predictivos de distribución construidos para las familias Phyllostomidae y Emballonuridae (Mantilla-Meluk *et al.* 2009, 2014), paradójicamente, corresponde a una de las regiones menos exploradas y menos conocidas en su quiropterofauna en el país (Mantilla-Meluk *et al.* 2009), con solo cuatro de sus especies reportadas de manera oficial en la literatura científica (Marinkelle y Cadena 1972). Finalmente, se aportan elementos que permitirán una más detallada identificación en campo de especies de murciélagos pobremente documentadas a la fecha en vida silvestre.

## Materiales y métodos

**Área de estudio.** Este estudio se llevó a cabo en el municipio de San José del Guaviare, Guaviare, Colombia (2° 34' 15" N, 72° 38' 25" W; 175 msnm), situado en la porción oriental del país, en la región de la Guayana (Figura 1). Este trabajo se desarrolló en tres zonas representando escenarios contrastantes de conservación en este municipio:

*Serranía de La Lindosa (zona conservada).* Caracterizada por la presencia bosques primarios y/o secundarios y sabanas casmófitas bien conservadas, asociadas con la presencia de formaciones rocosas de origen precámbrico (*Inselbergs*), que poseen sistemas de cárcavas, túneles y puentes naturales, que constituyen el eje de las actividades ecoturísticas en la región y de donde nacen varios cursos de agua que permanentemente abastecen amplias zonas aledañas (Cárdenas *et al.* 2008).



**Figura 1.** Localización en el área de estudio en el municipio de San José del Guaviare, en el departamento del Guaviare (área resaltada en rojo en el recuadro). El área resaltada en verde oscuro indica la Zona Conservada de la Serranía de La Lindosa; el área punteada en rojo designa la Zona Semi-urbana de Altos de Aguabonita; y el área punteada en café sobre fondo blanco designa la Zona Urbana del Resguardo Panuré, en el borde oriental del área de San José del Guaviare, capital del departamento. Finalmente, los círculos blancos, señalan la ubicación de las siete estaciones de muestreo de quirópteros.

*Altos de Agua Bonita (zona semi-urbana).* Vereda ubicada aproximadamente a 10 minutos de San José del Guaviare por la vía al Retorno. Esta zona se caracteriza por paisajes de mosaicos que alternan la presencia de bosques secundarios, y matorrales que colindan con caños y áreas de potreros donde se realizan actividades sobre todo pecuarias, con algunos predios dedicados a cultivos de pancoger y frutales.

*Resguardo indígena Panuré (zona urbana).* Se ubica al oriente del casco urbano de San José del Guaviare, capital del departamento. Esta zona incluye el mayor grado de transformación antrópica, destacando la presencia de morichales o formaciones de palmas (*Mauritia flexuosa*), asociadas con zonas anegables, consideradas importantes para la conservación del humedal urbano San José, altamente amenazado por vertimientos producto de la urbanización no planificada.

*Muestreo de quirópteros.* El trabajo de campo cubrió estratégicamente la transición entre dos temporadas climáticas, con muestreos durante febrero y marzo (época seca) y de abril a julio (época de lluvia) en el 2017. En cada zona, se instalaron cinco redes de niebla de 9 m de longitud x 2.5 m de altura, monitoreadas cada 15 min entre las 18:00-01:00 horas, por tres días seguidos en fase de luna nueva. Las redes se ubicaron en los sitios de paso de los murciélagos como bordes de fragmentos de vegetación, canales de agua, cruces de caminos o cerca de ganado (Kunz y Kurta 1988). Las zonas semi-urbana y urbana, presentaron un menor número de lugares aptos para la instalación de redes de niebla. Sin embargo, todas las zonas recibieron el mismo esfuerzo de muestreo en tiempo.

Una vez capturados en las redes, los individuos fueron guardados en bolsas de tela documentando su edad, sexo y estado reproductivo. Todos los datos fueron consignados en una ficha de captura que incluyó un registro fotográfico, con énfasis en los caracteres diagnósticos externos, sugeridos en la clave de Díaz et al. (2016).

*Documentación de información ambiental.* De manera paralela se asoció con cada captura información sobre las condiciones ambientales predominantes, incluyendo: fecha, localización del sitio, hora en que se abrieron y cerraron las redes, así como registros de nubosidad, viento y/o lluvia.

*Documentación de la variabilidad morfológica*

*y determinación taxonómica.* Se documentó la variación morfológica de los individuos capturados, incluyendo las medidas de: longitud total, de la cola, de la pata derecha, de la oreja derecha, del trago, longitud de la hoja nasal (en el caso de la diferenciación entre formas del género *Lonchorhina*), longitud del antebrazo derecho y del uropatagio.

Se prestó especial atención en la elaboración de las fichas de registro fotográfico con énfasis en los caracteres diagnósticos externos, en especial para aquellas especies que por su condición de rareza y consecuente bajo número de especímenes museológicos no son bien conocidas en la expresión de sus caracteres externos, como es el caso de las especies del género *Lonchorhina*. Los organismos fueron determinados en el campo hasta nivel específico con la ayuda de claves dicotómicas, libros especializados y monografías de las especies (Díaz et al. 2016, López-Baucells et al. 2016, Gardner 2007, Mantilla-Meluk y Montenegro 2016, Hernández-Camacho y Cadena 1978).

*Clasificación de especies de quirópteros de acuerdo con los gremios.* Las especies de murciélagos documentadas fueron clasificadas de acuerdo con gremios tróficos y funcionales con base en Kalko et al. (1996), Kalko (1998) y Sampaio et al. (2003).

*Análisis de datos.* Los atributos de los ensamblajes de los murciélagos fueron evaluados en función de la riqueza, riqueza esperada, diversidad verdadera y abundancia.

*Representatividad del muestreo.* Para evaluar la representatividad del muestreo, se construyeron curvas de acumulación de especies, basadas en el esfuerzo de muestreo como lo recomiendan Gotelli y Colwell (2001).

*Análisis de rarefacción (cobertura de muestreo).* Se utilizó el procedimiento de Chao y Jost (2012) en el paquete del programa R: iNEXT, disponible en: (<http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software/download/inextonline/>). Los análisis se realizaron con 100 aleatorizaciones y extrapolando al doble del número de individuos de la comunidad con la menor cobertura de muestra (Chao y Jost 2012).

*Similaridad entre zonas de muestreo.* La similaridad de especies entre los sitios de muestreo se evaluó por medio del índice de similaridad de Jaccard con la ayuda del programa PAST. De manera adicional, se evaluó la existencia de diferencias significativas en la

proporción de la diversidad (Shannon H) encontrada entre los tres tipos de cobertura analizados, para lo que se implementó una prueba ANOVA de una vía (datos con distribución normal).

*Análisis de disimilitud entre zonas a partir de índices de diversidad.* Se calcularon nueve índices de diversidad para cada zona de muestreo, los cuales se describen en la Tabla 1. Los índices seleccionados han sido ampliamente usados como descriptores de la diversidad y sus resultados bien entendidos y aceptados por la comunidad científica. Uno de los problemas principales con los índices de biodiversidad es que representan razones, lo que previene establecer comparaciones entre zonas. Utilizando un enfoque multivariado, se pueden interpretar a los índices de diversidad como caracteres explícitos de los elementos, la diversidad de cada localidad analizada. De esta manera y siguiendo a de la Sancha (2011), se corrió un análisis de componentes principales (APC) para los puntos de muestreo en las tres zonas analizadas, utilizando una matriz de correlación de sitios vs. índices de diversidad, donde cada valor de los índices se utilizó como una variable descriptiva. Como lo explica de la Sancha (2011), el APC permite determinar el vector que mejor describe la matriz y la(s) variable(s) o índice(s) que capta(n) la mayor variabilidad dentro de la matriz.

## Resultados

El esfuerzo de muestreo en esta investigación fue de 33.075 horas/metro/red, capturando 572 individuos pertenecientes a 50 especies. La familia Phyllostomidae fue la más diversa con 38 especies registradas y la más abundante con 329 individuos. Otras familias representadas en el estudio fueron Vespertilionidae (5 especies y 174 individuos), Emballonuridae (4 especies y 10 individuos), Molossidae (2 especie y 2 individuo) y Thyropteridae (1 especie y 1 individuo).

Según nuestros muestreos, existen diferencias con respecto a la riqueza de especies entre los tres sitios estudiados (Tabla 2). Para la *zona conservada*, ubicada en la Serranía de La Lindosa se capturaron 269 individuos (37 spp.), siendo las especies más abundantes: *Peropteryx macrotis*, *Carollia castanea*, *Artibeus planirostris* y *Anoura caudifer*. Para el ensamblaje de la *zona urbana*, correspondiente al resguardo indígena Panuré, se registraron 170 individuos, correspondientes a 24 especies, siendo las más abundantes: *Artibeus planirostris*, *Carollia perspicillata* y *Dermanura sp.* Finalmente, para la zona semiurbana, representada por el ensamblaje de Altos de Agua Bonita, se capturaron 133 individuos (20 spp.), siendo las especies más abundantes: *Carollia brevicauda*, *Artibeus planisrostris* y *Glossophaga*

**Tabla 1.** Lista de índices de diversidad usados en los análisis con su respectivo nombre corto para su identificación en la figura del APC

Índice	Nombre corto	Atributo que mide	Fuente
Número de especies	Taxa S	Riqueza	
Número de individuos	Individuos	Abundancia	
Dominancia	Dominancia D	Dominancia	(Simpson 1949)
Índice de Shannon	Shannon H	Diversidad	(Shannon 1948)
Equidad de Buzas y Gibson	Equidad e <sup>H</sup> /S	Equidad	(Buzas y Gibson 1969)
Índice de Brillouin	Brillouin	Equidad	(Brillouin 1962)
Índice de Menhinick	Menhinick	Riqueza	(Whittaker 1977)
Índice de Margalef	Margalef	Riqueza	(Clifford y Stephenson 1975)
Equitabilidad de Shannon	Equitabilidad J	Equidad	(Pielou 1969, 1975)
Índice de Fisher Alpha	Fisher alpha	Diversidad	(Hayek y Buzas 1997), (Magurran 2004)
Dominancia de Berger-Parker	Berger-Parker	Dominancia	(Berger y Parker 1970)

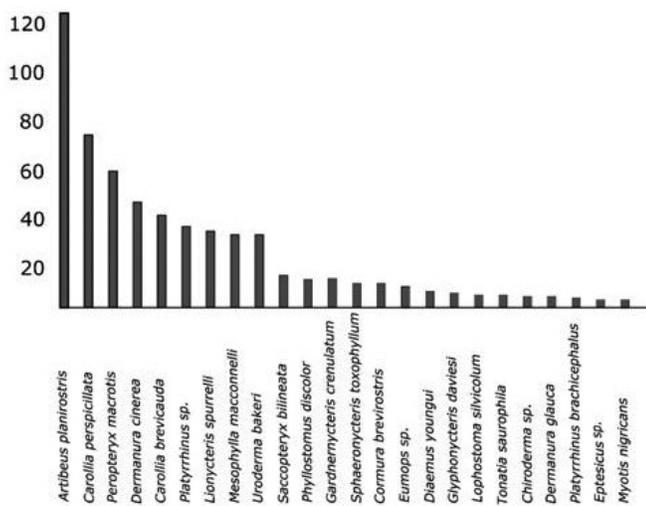


Figura 2. Abundancia relativa de murciélagos en tres zonas del departamento del Guaviare.

sp. Otras especies capturadas entre 1 y 9 individuos en menor abundancia fueron: *Artibeus obscurus*, *Chiroderma sp.*, *Eptesicus brasiliensis*, *Lasiurus blossevillii*, *Lonchorhina mankomara*, *Lonchorhina orinocensis*, *Lonchorhina marinkellei*, *Lophostoma silvicolium*, *Micronycteris hirsuta*, *Mimon crenulatum*, *Molossus molossus*, *Myotis nigricans*, *Phylloderma stenops*, *Phyllostomus hastatus*, *Sphaeronycteris toxophyllum*, *Thyroptera tricolor*.

Las especies compartidas para las tres zonas fueron: *Artibeus planirostris*, *Carollia castanea*, *Carollia brevicauda*, *Carollia perspicillata*, *Mesophylla macconnelli*, *Platyrrhinus sp.*, *Uroderma bakeri* y *Uroderma bilobatum*. Los resultados de representación taxonómica está resumidos en la Figura 2.

**Gremios tróficos.** Con respecto a la composición trófica, los gremios frugívoro e insectívoro fueron los más abundantes cada uno con 13 especies registradas, seguidos de los nectarívoro-insectívoros con cuatro especies y los omnívoros y hematófagos con 2 especies cada uno (Tabla 2).

**Especies únicas.** Para la localidad Altos de Agua Bonita, se registraron como especies únicas: *Diaemus youngi*, *Eptesicus sp.* y *Phyllostomus discolor*. Del mismo modo para la localidad Resguardo Indígena Panuré se registraron como especies únicas: *Chiroderma sp.*, *Lasiurus blossevillii*, *Lophostoma silvicolium*, *Gardnerycteris crenulatum*, *Myotis nigricans* y *Thyroptera tricolor*. Finalmente, para la zona conservada representada por la localidad de muestreo de la Serranía La Lindosa, las especies únicas fueron:

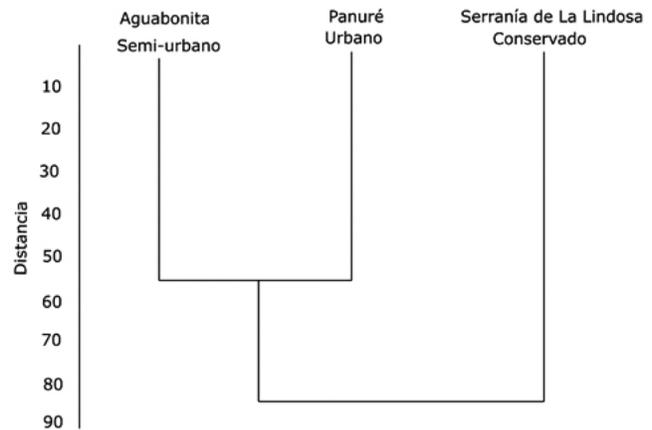


Figura 3. Análisis de agrupamiento basado similaridad en composición de quirópteros entre zonas con diferente grado de conservación: Zona urbana de Panuré, Zsemiurbana de Altos de Agua bonita, y Zona conservada, Serranía la Lindosa.

*Hsunycteris sp.*, *Lonchorhina mankomara*, *Lonchorhina orinocensis*, *Micronycteris hirsuta*, *Molossus molossus*, *Peropteryx macrotis*, *Phylloderma stenops* y *Tonatia saurophila* (Tabla 2).

**Análisis de similaridad.** El análisis de agrupamiento (clúster) relacionó en similaridad a las Zonas: urbana de Panuré y semiurbana de Altos de Agua Bonita, diferenciándolas de la Zona conservada, Serranía La Lindosa (coeficiente de correlación: 0,9258, Figura 3).

**Análisis de componentes principales de acuerdo con valores en índices de diversidad.** En el análisis de componentes principales (APC), a partir de los índices de diversidad, el componente 1 explicó el 87,8% de la varianza y estuvo asociado positivamente con los índices de diversidad (Shannon), riqueza (Margalef) y equidad (Brillouin) y de forma negativa con los índices de dominancia (Dominancia y Berger-Parker) y de equidad (Evenness<sup>H/S</sup>); de igual manera el segundo componente que explica el 8,7% de la variabilidad, estuvo asociado positivamente con la equidad (Evenness<sup>H/S</sup> y Equitability J) y la riqueza (Menhinick) que presentaron los índices de varianza más altos (Tabla 3, Figura 4).

**Estimadores de muestreo.** Para nuestro estudio se reportan diferencias en representatividad, siendo la Zona conservada de la Serranía La Lindosa la única donde se presentaron diferencias entre el número de especies observadas y las calculadas, mientras que para las Zonas de Agua Bonita y Panuré, zonas donde se documentaron menos especies, la representatividad fue mayor (Figura 5).

Tabla 2. Riqueza y abundancia por especies registradas para San José del Guaviare

Familia	Subfamilia	Especie	Gremio	Sitios			Abundancia
				Panu	Agu	Serr	
Emballonuridae	Emballonurinae	<i>Cormura brevirostris</i>	ia-epd	0	0	1	1
Emballonuridae	Emballonurinae	<i>Peropteryx macrotis</i>	ia-epd	0	0	37	37
Emballonuridae	Emballonurinae	<i>Saccopteryx bilineata</i>	ia-epd	1	3	0	4
Emballonuridae	Emballonurinae	<i>Saccopteryx leptura</i>	ia-epd	0	0	1	1
Molossidae	Molossinae	<i>Eumops sp.</i>	ia-epd	1	0	0	1
Molossidae	Molossinae	<i>Molossus molossus</i>	ia-epd	0	0	1	1
Phyllostomidae	Carollinae	<i>Carollia brevicauda</i>	fr-emd-b	7	18	3	28
Phyllostomidae	Carollinae	<i>Carollia castanea</i>	fr-emd-b	5	17	48	70
Phyllostomidae	Carollinae	<i>Carollia perspicillata</i>	fr-emd-b	4	1	51	56
Phyllostomidae	Desmodontinae	<i>Desmodus rotundus</i>	hr-emd	2	0	2	4
Phyllostomidae	Desmodontinae	<i>Diaemus youngi</i>	hr-emd	0	1	0	1
Phyllostomidae	Glossophaginae	<i>Anoura caudifer</i>	nr-emd	1	0	28	29
Phyllostomidae	Glossophaginae	<i>Anoura geoffroy</i>	nr-emd	5	0	7	12
Phyllostomidae	Glossophaginae	<i>Glossophaga sp.</i>	nr-emd	30	13	0	43
Phyllostomidae	Lonchophyllinae	<i>Hsunycteris sp.</i>	nr-emd	0	0	5	5
Phyllostomidae	Phyllonycterinae	<i>Phylloderma stenops</i>	or-emd	0	0	1	1
Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Gardnerycteris crenulatum</i>	ir-emd	2	0	0	2
Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Glyphonycteris daviesi</i>	ia-emd	0	0	1	1
Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Lionycteris spurrelli</i>	nr-emd	2	0	8	10
Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Lonchorhina orinocensis</i>	ir-emd	0	0	1	1
Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Lonchorhina mankomara</i>	ir-emd	0	0	9	9
Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Lonchorhina marinkellei</i>	ir-emd	0	2	1	3
Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Lophostoma silvicolum</i>	ir-emd	1	0	0	1
Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Micronycteris hirsuta</i>	ir-emd	0	0	1	1
Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Phyllostomus discolor</i>	or-emd	0	4	0	4
Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Phyllostomus hastatus</i>	or-emd	0	1	1	2
Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Tonatia saurophila</i>	ir-emd	0	0	1	1
Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Trachops cirrhosus</i>	cr-emd	0	0	1	1
Phyllostomidae	Stenodermatinae	<i>Artibeus lituratus</i>	fr-emd-a	5	6	22	33
Phyllostomidae	Stenodermatinae	<i>Artibeus obscurus</i>	fr-emd-a	1	2	0	3
Phyllostomidae	Stenodermatinae	<i>Artibeus planirostris</i>	fr-emd-a	54	51	14	125
Phyllostomidae	Stenodermatinae	<i>Chiroderma sp.</i>	fr-emd-b	1	0	0	1
Phyllostomidae	Stenodermatinae	<i>Chiroderma trinitatum</i>	fr-emd-b	0	0	1	1
Phyllostomidae	Stenodermatinae	<i>Dermanura cinerea</i>	fr-emd-a	29	0	3	32
Phyllostomidae	Stenodermatinae	<i>Dermanura glauca</i>	fr-emd-a	0	0	1	1
Phyllostomidae	Stenodermatinae	<i>Dermanura gnoma</i>	fr-emd-a	0	0	1	1
Phyllostomidae	Stenodermatinae	<i>Mesophylla macconnelli</i>	fr-emd-b	3	1	4	8
Phyllostomidae	Stenodermatinae	<i>Platyrrhinus brachycephalus</i>	fr-emd-a	0	0	1	1

**Tabla 2.** Riqueza y abundancia por especies registradas para San José del Guaviare

Familia	Subfamilia	Especie	Gremio	Sitios			Abundancia
				Panu	Agu	Serr	
Phyllostomidae	Stenodermatinae	<i>Platyrrhinus sp.</i>	fr-emd-a	8	1	2	11
Phyllostomidae	Stenodermatinae	<i>Sphaeronycteris toxophyllum</i>	ia-epd	0	1	1	2
Phyllostomidae	Stenodermatinae	<i>Sturnira sp.</i>	fr-emd-b	0	6	1	7
Phyllostomidae	Stenodermatinae	<i>Uroderma bakeri</i>	fr-emd-b	2	2	2	6
Phyllostomidae	Stenodermatinae	<i>Uroderma bilobatum</i>	fr-emd-b	5	3	3	11
Phyllostomidae	Stenodermatinae	<i>Vampyressa sp.</i>	fr-emd-a	0	0	4	4
Thyropteridae		<i>Thyroptera tricolor</i>	ia-epd	1	0	0	1
Vespertilionidae	Vespertilioninae	<i>Eptesicus sp.</i>	ia-epd	0	1	0	1
Vespertilionidae	Vespertilioninae	<i>Eptesicus furinalis</i>	ia-epd	0	0	1	1
Vespertilionidae	Vespertilioninae	<i>Lasiurus blossevillii</i>	ia-ea	2	0	0	2
Vespertilionidae	Vespertilioninae	<i>Myotis nigricans</i>	ir-emd	1	0	0	1
Vespertilionidae	Vespertilioninae	<i>Myotis riparius</i>	ir-emd	0	0	1	1
<b>Total</b>				<b>170</b>	<b>133</b>	<b>269</b>	<b>572</b>

GREMIO: Carnívoros Recolectores en espacios muy densos del bosque (cr-emd)\* Frugívoros Recolectores en espacios muy densos del bosque en el dosel (fr-emd a)\* Recolectores en espacios muy densos del bosque en el sotobosque (fr-emd b)\* Hematófagos Recolectores en espacios muy densos del bosque (hr-emd)\* Nectarívoros Recolectores en espacios muy densos del bosque (nr-emd)\* Omnívoros Recolectores en espacios muy densos del bosque (or-emd)\* Piscívoros Recolectores en espacios muy densos del bosque (pr-emd) Insectívoros Recolectores en espacios muy densos del bosque (ir-emd)\* Aéreos en espacios pocos densos del bosques (ia-epd) Aéreos en espacios muy densos del bosques (ia-emd) Aéreos en espacios abiertos (ia-ea) ; PANU: Resguardo indígena Panuré; AGU: Altos de Agua Bonita; SERR: Serranía La Lindosa; ABUNDANCIA: Abundancia absoluta.

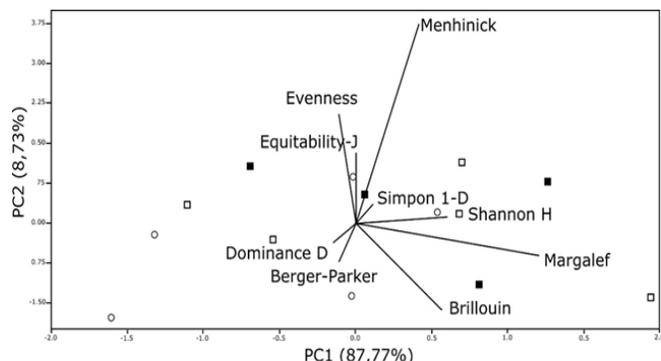
**Tabla 3.** Resultados de la importancia (carga) de cada índice en los dos componentes principales que mejor explican la variación en el APC realizado con los índices de diversidad

	Componente 1 (87,7%)	Componente 2 (8,7%)
Dominance D	-0.083743	-0.075571
Simpson 1	0.083743	0.075571
Shannon H	0.38294	0.015238
Evenness <sup>e</sup> H/S	-0.06032	0.40924
Brillouin	0.36962	-0.33521
Menhinick	0.27513	0.77167
Equitability J	-0.00067967	0.27419
Berger-Parker	-0.074747	-0.15392
Margalef	0.786	-0.11901

## Discusión

*Efecto de la intervención antrópica sobre los ensamblajes de murciélagos.* A pesar de que la prueba ANOVA no arroja diferencias significativas entre las tres zonas analizadas, es notable que la zona de menor intervención en la Serranía de La Lindosa

obtuvo un mayor número de especies (N=37 spp.), con respecto a las zonas caracterizadas por una mayor intervención: Zona urbana de Panuré (N=24 spp.) y Zona semiurbana de Altos de Agua Bonita (N=20 spp.). Es de anotar que la no significancia en cuanto a riqueza reportada en globalidad para este estudio en la prueba ANOVA, está relacionada con el alto

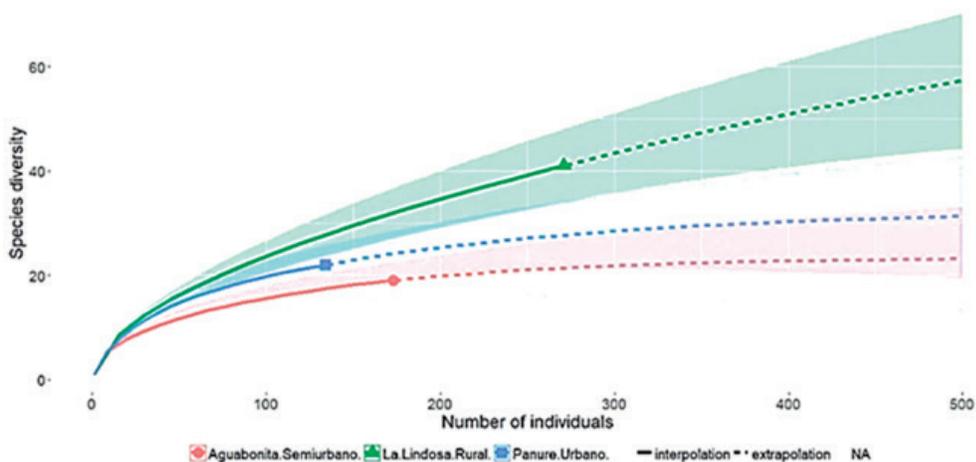


**Figura 4.** Análisis de componentes principales (APC), con los índices de diversidad murciélagos calculados para 7 unidades de muestreo, en tres zonas con diferentes niveles de intervención en el municipio de San José del Guaviare. Zona: Serranía de La Lindosa (cuadros blancos), Panuré (cuadros negros) y Altos de Agua bonita (círculos blancos).

grado de similaridad encontrado entre las dos zonas de mayor intervención (Figuras 3 y 5).

De manera interesante, la zona de menor intervención en la Serranía de La Lindosa obtuvo en nuestros muestreos no solo la mayor riqueza de especies de quirópteros, sino también los mayores valores de abundancia documentados, así como además fue la zona con menor representatividad (Figura 5), indicando que el número de especies reportado puede aumentar con un mayor esfuerzo de muestreo. La mayor diversidad y abundancia de quirópteros reportada para esta zona, se asocia en este estudio, con la complejidad ambiental inherente a su naturaleza de mosaico, con múltiples microambientes que favorecen la acomodación de especies con distintos requerimientos (i.g., especies de forrajeo en espacios

abiertos sobre cursos de agua; especies de interior de bosque). De otra parte, los bosques multiestratificados, potencialmente presentan una mayor y más variada oferta de recursos (alimento y refugio) que teóricamente aumentan su capacidad de carga y disminuyen la competencia intra e interespecífica. Se ha señalado que uno de los factores limitantes para el establecimiento de colonias de murciélagos es la disponibilidad de recursos alimenticios y refugios, siendo estos últimos seleccionados de acuerdo con su estabilidad micro-ambiental (temperatura y humedad), así como su cercanía a parches de forrajeo. La zona de la Serranía de La Lindosa ofrece múltiples opciones de refugio para la quiróptero fauna a lo largo de sus escarpes y sistemas de túneles. Igualmente importantes son los ambientes de sabanas casmófitas, usualmente asociadas con cuerpos de agua de diferente naturaleza, que en su curso favorecen la dinámica sucesional y la aparición de plantas pioneras con altas ofertas continuas de alimento para nectarívoros y frugívoros, reclutando además presas para las formas animalívoras. Todo lo anterior señala el carácter multivariado de la biodiversidad de estos ambientes caracterizados por su complejidad estructural, aspecto que es rescatado en nuestros resultados de ACP sobre los índices de diversidad, en donde el PC1 y PC2 señalan variaciones tanto positivas como negativas con respecto a los índices analizados (Tabla 3, Figura 4). Lo anterior quiere decir que entre las unidades de muestreo, la diversidad es explicada por participaciones diferenciales de la estructura y la composición de los ensamblajes de murciélagos recuperados en las



**Figura 5.** Curva de acumulación de especies de murciélagos capturados en San José del Guaviare, en las tres zonas de muestreo.

coberturas analizadas; es decir, que los patrones de diversidad observados no se pueden explicar con un solo índice manifestando la gran versatilidad en el uso de los ambientes que exhiben los murciélagos, en especial los filostómidos.

*Especies bioindicadoras de murciélagos.* Se ha sugerido que los murciélagos responden de manera diferencial frente a los disturbios de origen antrópico (Jiménez-Ortega y Mantilla-Meluk 2008). Según Galindo-González (2004), las especies de quirópteros se pueden dividir de acuerdo con su respuesta frente a las transformaciones humanas a los ambientes naturales en tres grupos: las adaptables, las dependientes del hábitat y las vulnerables. Las especies designadas como adaptables, se caracterizan por su capacidad de utilizar una amplia variedad de recursos de acuerdo con su disponibilidad en el entorno o por aprovechar recursos que aparecen como resultado del disturbio como lo son los frutos e infrutescencias de plantas pioneras.

*Especies de murciélagos adaptables a las modificaciones humanas.* En este estudio se identifican como especies adaptables a los frugívoros en la subfamilia filostómida Stenodermatinae: *A. planirostris* y *Dermanura sp.*, especies que presentan en sus dietas no solo una alta variedad de recursos vegetales, sino que pueden aprovechar recursos introducidos a través de los sistemas productivos agrícolas. También han sido identificadas en otros estudios, como forrajeros nómadas que pueden efectuar largos desplazamientos entre parches de recursos. Los ambientes transformados (semi-urbanos y urbanos) analizados en el Guaviare, aportan en oferta en frutos, polen, néctar y partes florales, derivada de los sistemas productivos, situación identificada en estudios previos como clave en el establecimiento de los quirópteros (Zortéa y Mendes 1993, Bonilla y Turriago 2011).

Igualmente, en este grupo de especies adaptables, aparece en nuestro muestreo: *C. brevicauda*, señalada como una de las especies quirópteras más frecuentes en muestreos realizados en zonas intervenidas tropicales (Coutinho y Bernard 2012). En algunas clasificaciones funcionales, las especies del género *Carollia* se reconocen como frugívoros sedentarios, que utilizan parches de recursos en áreas limitadas usualmente del sotobosque, pudiendo subsistir en parches de bosques reducidos. Análisis de la dieta de especies del género *Carollia* identifican su especialización en el consumo

de piperáceas, plantas típicas de estados tempranos de la línea sucesional, que en nuestro estudio fueron frecuentes a las aquí llamadas Zonas urbanas y semi-urbanas. De manera interesante otras especies del género *Carollia* (*C. castanea* y *C. perspicillata*) registraron abundancias altas en la localidad más conservada en la Serranía de La Lindosa.

Finalmente, se reportan como especies adaptables a la insectívora embalonúrida *Peropteryx macrotis*, reportada en otros estudios como una especie relativamente común para ambientes intervenidos (Yee 2000); de igual modo el murciélago insectívoro *Lasiurus blossevillii* recuperado en ambientes intervenidos en nuestro estudio, ha sido reportado en la literatura científica dentro de las especies encontradas en áreas intervenidas (Acosta y Lara 1950, Elmore et al. 2005, López-González 2005). Si bien se ha reportado que la oferta de presas de insectos disminuye en diversidad en ambientes intervenidos, los centros urbanizados seleccionan y reclutan ciertos grupos de insectos que pueden ser aprovechados por algunas especies de murciélagos animalívoros, en especial por insectívoros forrajeadores de espacios abiertos. Finalmente, en este grupo de especies adaptables aparece el murciélago vampiro común *D. rotundus* cuya asociación a áreas de actividad ganadera ha sido ampliamente documentada (Medellín et al. 2000). En general se considera que la urbanización tiene un efecto negativo sobre los murciélagos (Kurta y Termino 1992), pese a esto, algunas especies altamente sinantrópicas se han adaptado a los hábitats urbanos (Bredt y Uieda 1996).

*Especies de murciélagos vulnerables al cambio del hábitat.* Las especies de murciélagos identificadas bajo la categoría de vulnerables a la transformación del hábitat por Galindo-González (2004), corresponden a formas de quirópteros que toleran cierto grado de perturbación y pueden llegar a utilizar fragmentos y vegetación riparia, utilizando los corredores de vegetación boscosa que atraviesan áreas de vegetación abierta, pero sin salir de su protección hacia campo abierto. En nuestro muestreo identificamos al omnívoro *Phyllostomus discolor*, especie reportada en un amplio rango de ambientes, incluyendo plantaciones de banano (Smith 2009, Kwiecinski 2006), coincidiendo con los ambientes donde fue capturada en nuestro trabajo en la Zona semiurbana: Altos de Agua Bonita.

En esta categoría ubicamos también para nuestros muestreos al frugívoro *Platyrrhinus sp.* y al insectívoro *Saccopteryx bilineata*, especie que se ha asociado con bosques o bordes de bosque, pudiendo utilizar la infraestructura humana como refugios (Yancey *et al.* 1998, Galindo-González y Sosa 2003).

*Especies de murciélagos dependientes del hábitat.* En la categoría murciélagos dependientes del hábitat, se incluyen las especies especializadas con respecto a su alimentación y/o cualquier otro tipo de requerimiento específico de hábitat, situación que los hace sensibles a las transformaciones ambientales. Se ha aceptado como paradigma que la presencia y abundancia de especies de quirópteros carnívoros en la familia Phyllostomidae, al ubicarse en los escalones más altos de la cadena trófica, se compromete tras la pérdida de la complejidad estructural de los bosques (Medellín *et al.* 2000). Lo anterior se relaciona con el tipo de adaptaciones al forrajeo que estos organismos han seleccionado, las cuales implican modificaciones morfológicas y comportamentales orientadas con la detección de presas de insectos y pequeños vertebrados sobre el follaje de diversos estratos en el sotobosque.

Dentro de estas especies en nuestros muestreos se señalan a los murciélagos animalívoros: *Trachops cirrhosus*, reportado en estudios publicados en Panamá (Kalko *et al.* 1999) como un quiróptero selectivo en su alimentación, con respecto al tipo de ranas que consume; *Lonchorhina mankomara* (Mantilla-Meluk y Montenegro 2016) y *Lonchorhina marinkellei*, especies con estructuras sensoriales altamente especializadas y que se encontraron asociadas con formaciones de sabana casmófito y bosques húmedos tropicales multiestratificados poco intervenidos (Hernández-Camacho y Cadena 1978, Muños y Mantilla-Meluk 2008); *Tonatia saurophila* considerada una especie típica de bosques poco intervenidos, que posee hábitos alimenticios y comportamientos especializados en su forrajeo por presas de insectos (Montero y Espinoza 2005); *Phylloderma stenops* una especie poco conocida, donde hay vacíos de información en su hábitat y ecología (Handley 1978, Emmons y Feer 1997, Reid 2009) y *Glyphonycteris daviesi* especie de interior de bosque también pobremente conocida. Las especies arriba identificadas son clasificadas según Galindo-González (2004), como especies dependientes del hábitat y se han reconocido como

bioindicadoras del buen estado del hábitat (Kalko *et al.* 1996). La asociación específica a bosques en mayor grado de conservación no es una condición exclusiva de las formas animalívoras; en nuestros muestreos identificamos al frugívoro *Chiroderma trinitatum* como especie propia del interior de bosque (Tirira 2007).

*Análisis funcional de gremios y coberturas analizadas.* En términos de la estructura funcional, las estrategias frugívoras demostraron aportar el mayor número de individuos en nuestro muestreo con un total de 393 individuos, representando 68,7% de las capturas. De manera análoga a lo observado con la diversidad de especies, la abundancia de formas frugívoras fue diferencial para las zonas estudiadas. La Zona de conservación (Serranía de La Lindosa) fue mejor representada en formas frugívoras acumulando 40,9% de las capturas y 16 de las 18 especies documentadas en este gremio trófico. La zona urbana obtuvo el segundo valor en abundancia (31,5%), valor que se explica por las capturas de las dos especies reportadas en este trabajo como adaptables: *A. planirostris* (N=54) y *D. cinerea* (N=29), siendo esta última exclusiva del ambiente urbano en nuestros muestreos. La zona urbana (Resguardo Panuré) acumuló 12 del total de especies de frugívoras registradas. Finalmente, la zona semi-urbana (Altos de Agua Bonita), sumó 27,4% de las capturas con 11 de las 18 especies frugívoras. En estos ambientes predominaron las especies aquí identificadas como adaptables: *A. planirostris* (N=51) y *C. brevicauda* (N=18), verificando que los murciélagos frugívoros de las subfamilias Caroliinae y Stenodermatinae a menudo incrementan en proporción en bosques donde hay presencia de perturbación antrópica (Coutinho y Bernard 2012) como se ha visto en muestreos de murciélagos en gradientes de perturbación de selvas de Perú y México respectivamente y otros estudios en ambientes fragmentados (Moreno y Halfpeter 2001, Montiel *et al.* 2006). Este parece ser un patrón aplicable a diversas áreas en el neotrópico, como lo demuestran Wilson *et al.* (1996) y Medellín *et al.* (2000).

En globalidad, nuestro análisis de la partición de formas frugívoras en las zonas evaluadas no indica que existe una fuerte influencia de los ambientes boscosos conservados sobre la composición de formas frugívoras en los muestreos en áreas intervenidas

antrópicamente. Este efecto de matriz natural fue reportado por Jiménez-Ortega y Mantilla-Meluk (2008) para áreas intervenidas por la tala selectiva en zonas aledañas a centros poblados en ambientes selváticos del Chocó colombiano. De manera interesante y análoga a lo descrito por estos autores, si bien no existen cambios estadísticamente significativos en diversidad entre las zonas analizadas, si son perceptibles los cambios en abundancia entre formas con diferentes grados de sinantropía. Este último punto es importante porque abre una ruta de trabajo en el diseño de mecanismos que provean alertas tempranas sobre las alteraciones de las coberturas naturales. De manera adicional, es importante anotar que funcionalmente, las formas frugívoras en estos ambientes cumplen un rol fundamental como dispersoras de semillas y, por ende, dinamizadores de los procesos de regeneración de los bosques (Noguera y Xóchitl 2002) y cualquier cambio en el número de especies o en la abundancia de estas incidirá de manera directa en la estructura y composición de la comunidad (Pérez-Torres y Ahumada 2004).

El patrón más marcado de bioindicación funcional en nuestro estudio lo determinan las formas animalívoras en el gremio funcional: recolectores en espacios muy densos del bosque (ir-emd), que acumularon 71,4% de sus capturas en el ambiente más conservado de la Serranía de La Lindosa, para el cual se recuperaron 7 de las 10 especies de estas formas, presentándose nuevamente un mayor número de capturas para la Zona urbana (Resguardo Panuré) (19%) con tres del total de las especies en este gremio funcional, que para la Zona semi-urbana de Altos de Aguabonita (9,5%) con tan solo una especie de las 10 en este gremio funcional.

En nuestro escenario de disturbio, las Zonas semi-urbanas fueron consistentemente menos diversas y menos complejas en su estructura funcional, indicando que las actividades pecuarias con erradicación de la cobertura boscosa tiene un efecto fuerte equiparable al de la urbanización típica en esta porción del país donde las construcciones siguen intercalándose con árboles ornamentales y/o frutales que están aportando recursos a la comunidad de quirópteros, situación a la que se señala como importante el mantenimiento de las formaciones de morichales en cercanías al Resguardo Panuré, cobertura que está aportando a la diversidad en nuestros muestreos. Si bien para

Colombia existen estudios clásicos de quirópteros en escenarios transformados, en los que ya se planteaba la existencia de una fauna quiróptera que persiste en ambientes colonizados por el hombre, y se proponía la existencia de cambios perceptibles y cuantificables en la estructura funcional de los ensamblajes como una medida de la transformación antropogénica de los ambientes naturales (Tamsitt *et al.* 1964, Valdivieso 1964, Arata y Vaughn 1970, Marques 1979, Alberico y Orjuela 1982, Sánchez-Palomino *et al.* 1993, 1996, Muñoz-Saba *et al.* 1995, 1997), se hace un llamado de atención sobre el bajo número de estudios comparativos entre sistemas prístinos y zonas disturbadas adyacentes.

*La transformación de los sistemas en el Guaviare.* El país ha sufrido en el último siglo una transformación fuerte de muchas de sus regiones naturales, con pérdidas en coberturas vegetales originales que llegan al 92% en la región Caribe (Samper y García 2016), y al 65% en la región Andina (Etter 2011), por mencionar algunos ejemplos. Las zonas de transición andino-amazónica de los departamentos de Meta, Caquetá y Guaviare han sido focos de colonización humana y transformación de sus coberturas vegetales originales, situación principalmente asociada con el establecimiento de cultivos ilícitos, acentuada por la dinámica del conflicto armado en Colombia (Romero *et al.* 2008). Para el año 2016, se estimó que en el departamento del Guaviare se perdieron aproximadamente 140.000 ha de bosques, sin que existan antecedentes científicos que permitan una ponderación de tal transformación (IDEAM 2015). El bajo número de estudios desarrollados en la región guayanesa colombiana y en particular en el Guaviare, se asocia principalmente a dos causas: las históricas dificultades logísticas de acceso a la región (Mantilla-Meluk *et al.* 2009) y la problemática de orden político, donde el departamento es una de las zonas más golpeadas por conflictos de orden socio-económico, a lo que se sumó la aparición y establecimiento de grupos armados ilegales, así como, la proliferación de cultivos de uso ilícito. Estas situaciones no solo impidieron el desarrollo de la actividad científica, sino que, en conjunto, resultaron en el aumento del grado de transformación de sus sistemas naturales (Romero *et al.* 2008).

De manera interesante, el país en la actualidad enfrenta un proceso de reconciliación nacional, siendo

uno de los ejes de las estrategias del posconflicto la designación del territorio del Guaviare como una de las zonas de reubicación de población reinsertada a la vida civil, promoviendo colateralmente un nuevo frente de colonización. El registro histórico del cambio en los modos de producción y su efecto sobre la cobertura vegetal indican que procesos análogos de migración humana masiva asociados con las bonanzas del caucho (1942-1945) y la coca (1994), han resultado en pérdidas significativas de los bosques prístinos de la región (Molano 1987). Al ser el territorio del Guaviare designado área de reubicación a la población desplazada por el conflicto armado, se prevé una fuerte transformación, sobre todo de los bosques, con una asociada dinámica de cambios en la configuración espacial de los mismos, un incremento en el número de fragmentos producto de la extracción selectiva, la tala y la expansión agrícola y ganadera, y la consecuente pérdida de la diversidad, situación que ha sido documentada para otros sistemas de bosque prístinos (Olf y Ritchie 2002, Baillie *et al.* 2004, Jiménez-Ortega y Mantilla-Meluk 2008).

*Ausencia de datos publicados sobre la diversidad quiróptera en el Guaviare.* Con 209 especies, Colombia es reconocido como el país que alberga la mayor diversidad de murciélagos en el Neotrópico (Ramírez-Chávez *et al.* 2016). Sin embargo, a la fecha aún existen grandes vacíos de información sobre la composición de los ensamblajes de quirópteros para regiones biogeográficas como la Guayana colombiana, sugerida de acuerdo con modelos de distribución de riqueza, como la región potencialmente más diversa para este grupo de vertebrados en el territorio nacional (Mantilla-Meluk *et al.* 2009, 2014). El bajo nivel de conocimiento sobre la quiropterofauna guaviarense, contrasta con los altos grados de transformación de sus sistemas naturales (Romero *et al.* 2008).

De manera interesante, a pesar de que modelos de diversidad de quirópteros señalan en particular a los enclaves guayanese de las Serranías del Chiribiquete y de La Lindosa en el departamento del Guaviare, como las áreas de mayor riqueza potencial de quirópteros en subcontinente suramericano, a la fecha tan solo cuatro especies de filostómidos han sido documentados en la literatura científica para este departamento (Marinkelle y Cadena 1972). Parte de la explicación de esta alta diversidad de murciélagos, se sustenta en su estratégica posición biogeográfica,

adyacente a putativos centros de especiación (Amazonas, Andes, Escudo Guayanés) (Mantilla-Meluk *et al.* 2017), y a la variabilidad de ambientes propios de la región, que incluyen ambientes contrastantes como bosques primarios, sabanas casmófitas y formaciones rocosas de origen precámbrico, entre otros, que permiten la acomodación de arreglos complejos de taxones en estos mosaicos de ambientes (Mantilla-Meluk *et al.* 2017, 2019). Teniendo en cuenta el efecto que las dinámicas de transformación asociadas con migraciones de población humana tendrán sobre los sistemas prístinos de la región guayanesa de Colombia y debido a la importancia biogeográfica que la misma tiene sobre el entendimiento de los patrones de la diversidad regional, es clave adelantar iniciativas en pro de la documentación de los cambios en diversidad asociados con el establecimiento humano en esta porción del país.

Lo anterior llama la atención sobre la urgencia en la generación de líneas base sobre la diversidad de quirópteros que permitan la generación de modelos predictivos sobre las tendencias de los cambios en biodiversidad, sus atributos y servicios ecosistémicos, en este escenario de transformación cultural de la región. Los quirópteros han sido sugeridos como bioindicadores sensibles a cambios en los atributos de la cobertura vegetal (Fenton *et al.* 1992, Moreno *et al.* 2005, Clarke *et al.* 2005a, b, Peters *et al.* 2006, Jiménez-Ortega y Mantilla-Meluk 2008, Mena 2010, Bernardi y Passos 2012), además de jugar un papel significativo en la estructura y dinámica de sistemas boscosos (Charles-Dominique 1986, Brosset *et al.* 1996). Por tal razón, variaciones en los atributos de la diversidad de los quirópteros han sido utilizados como un proxy en estudios del impacto producido por la deforestación y otros tipos de alteraciones de origen antrópico (Charles-Dominique 1986, Fleming 1986, Fenton *et al.* 1992, Jones *et al.* 2009). Trabajos previos sugieren que la alteración en la estructura y composición vegetal tiene un efecto directo sobre la estructura y composición de los ensamblajes de murciélagos, siendo los cambios en abundancias de las especies los primeros indicadores de sensibilidad, que anteceden cambios más definitivos, como la extirpación local de ciertos linajes (Ochoa 2000, Jiménez-Ortega y Mantilla-Meluk 2008).

Del total de especies registradas en nuestro estudio, 48 corresponden a nuevos reportes para el de-

partamento del Guaviare, lo que sumado a las cuatro especies documentadas previamente, elevan a 50 el número de especies para el departamento (Tabla 2). Se espera de acuerdo con nuestros análisis de cobertura de muestreo que el número de especies potencialmente presentes en las áreas de estudio aumente con una mayor intensidad de muestreo, particularmente en la zona conservada de la Serranía La Lindosa (Figura 6).

*Necesidad de recolección de especímenes testigo para la verificación taxonómica.* Una de las mayores limitaciones de nuestro estudio está representada por la ausencia de permisos para la recolección de especímenes testigo a ser preservados en colecciones museológicas, lo que hubiese permitido la verificación de caracteres diagnósticos internos, craneales y/o del esqueleto axial en las determinaciones taxonómicas, las cuales en nuestro caso fueron obtenidas en campo a partir de caracteres externos. Lamentablemente, al no contar con esta importante evidencia, las determinaciones taxonómicas aquí propuestas son de carácter preliminar y requieren de una validación de las hipótesis taxonómicas, con investigación futura que esperamos nuestro trabajo ayude a promover.

Teniendo en cuenta lo anterior, hemos querido aportar en nuestro estudio, evidencia fotográfica que contribuye a la diferenciación taxonómica de formas de rara ocurrencia y pobremente documentadas en colecciones científicas, como lo son los representantes de gran tamaño del género *Lonchorhina*, *L. mankomara* y *L. marinkellei*, identificados como especies típicas de ambientes guyaneses (Mantilla-Meluk y Montenegro 2016, Mantilla-Meluk et al. 2017, Morales-Martínez y López 2018).

Este aporte es de relevancia, teniendo en cuenta que en la revisión de los registros de *Lonchorhina* para Colombia, Morales-Martínez y López (2018), señalan: “Agudelo et al. (2018) y Mantilla-Meluk et al. (2017) muestran registros de una o las dos especies (*L. mankomara* y *L. marinkellei*) para los departamentos de Guaviare y Caquetá, siendo estas externamente indistinguibles consideramos que los registros de estas dos especies no cuentan con la suficiente certeza taxonómica para ser considerados en este trabajo”. Entendemos la omisión en la inclusión de estos registros, como un sesgo derivado del limitado hipodigio (número de especímenes) *in vivo* de estas dos especies de rara ocurrencia, lo que potencialmente puede haber impedido a los autores una mayor resolución taxonómica.

*La Serranía de La Lindosa como área de importancia para la conservación de murciélagos en Colombia.* Finalmente, se deja sugerida el área de la Serranía de La Lindosa como área de importancia para la conservación de murciélagos (AICOM) debido a la alta diversidad de especies de quirópteros reportada que incluye especies endémicas de ambientes guyaneses. Entre estas especies se cuentan las raramente representadas en colecciones científicas *L. mankomara* y *L. marinkellei*, siendo el área propuesta a la fecha la única localidad donde estas dos especies se reportan de manera simpátrica. La presencia de estos dos taxones en la misma localidad ha permitido por primera vez la comparación de caracteres que verifican su identidad como entidades evolutivas independientes (Figuras 7 y 8). Detalles sobre la diferenciación taxonómica entre estas especies en Mantilla-Meluk et al. (En prensa).

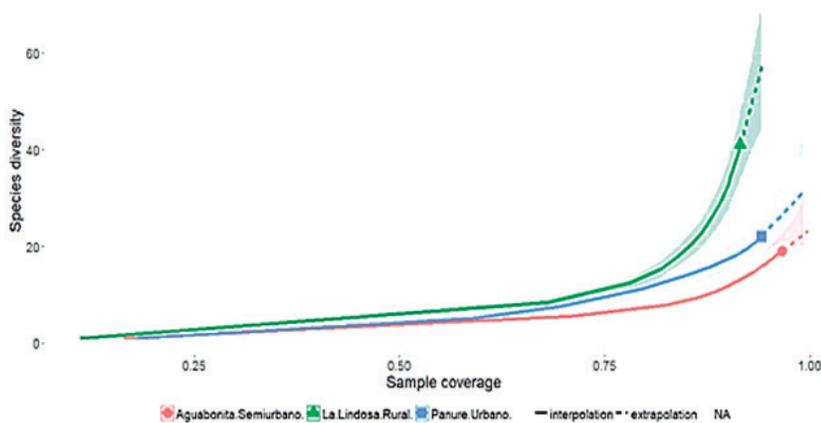


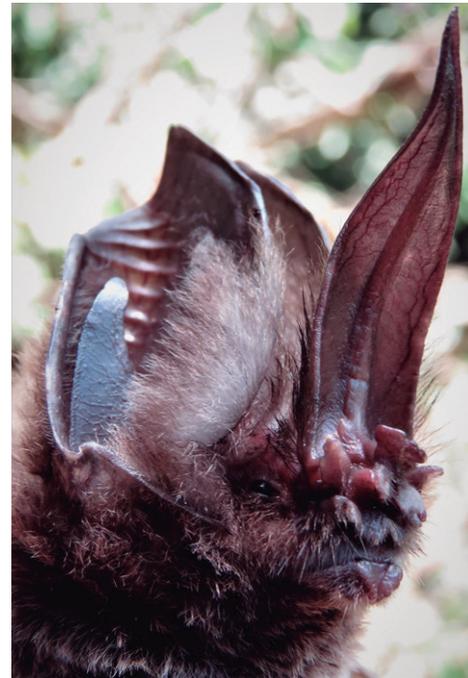
Figura 6. Cobertura de muestreo de murciélagos para las tres zonas estudiadas en el departamento.



**Figura 7.** Comparación entre especímenes simpátricos de *Lochorhina mankomara* y *L. marinkellei*, provenientes de La Serranía de La Lindosa, indicando diferencias en el tamaño y forma de: la hoja nasal, pinna auditiva; trago; y estructuras de la sella entre estos dos taxones. Debido a una putativa ausencia de diferenciación morfológica en caracteres externos, registros de estas dos especies en Mantilla-Meluk y Montenegro (2016), Agudelo et al. (2018) y Mantilla-Meluk et al. (2017) no fueron incluidos en la más reciente revisión de registros del género en Colombia por Morales-Martínez y López (2018). Fotos: Agudelo-Liz.

## Literatura citada

- Acosta, Lara EF. 1950. Quirópteros del Uruguay. *Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo*. 58: 1-74.
- Alberico M, Orejuela J. 1982. Diversidad específica de dos comunidades de murciélagos en Nariño, Colombia. *Cespedesia*. 3: 31-9.
- Arata AA, Vaughn JB. 1970. Analyses of the relative abundance and reproductive activity of bats in southwestern Colombia. *Caldasia*. 10 (50): 517-28. Disponible en: [https://www.jstor.org/stable/23641428?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/23641428?seq=1#page_scan_tab_contents)
- Baillie J, Hilton-Taylor C, Stuart, SN. 2004. *IUCN red list of threatened species: a global species assessment*. Union Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
- Bernardi IP, Passos FC. 2012. Estrutura de comunidade de morcegos em relictos de floresta estacional decidual no sul do Brasil. *Mastozool Neotrop*. 19 (1): 9-20. Disponible en: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0327-93832012000100002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0327-93832012000100002&script=sci_arttext)
- Berrio-Martínez J. 2009. *Riqueza, composición y abundancia de murciélagos en tres tipos de coberturas en agroecosistemas cafeteros, en el municipio de Belén de Umbria, Risaralda (Colombia)*. (Trabajo de grado). Medellín: Instituto de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquía.
- Bonilla Hde, Turriago G. 2011. Ciclo reproductivo del murciélago *Carollia perspicillata* en el campo. *Acta Biol Colomb*. 1 (4): 49-61. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/25992>
- Brosset A, Charles-Dominique P, Cockle A, Cosson JF, Masson D. 1996. Bat communities and deforestation in French Guiana. *Can J Zool*. 74 (11): 1974-82. Disponible en: <https://bit.ly/2Gg4Fdo>
- Cárdenas DC, Castaño N, Zubieta M, Jaramillo M. 2008. *Flora de las formaciones rocosas de la serranía de La Lindosa*. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI). Disponible en: [https://www.sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/Flora\\_lindosa%20para%20web.pdf](https://www.sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/Flora_lindosa%20para%20web.pdf)
- Chao A, Jost L. 2012. Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*. 93 (12): 2533-47. Disponible en: <https://bit.ly/2KutsP6>
- Charles-Dominique P. 1986. Inter-relations between frugivorous vertebrates and pioneer plants: Cecropia, birds and bats in French Guyana. In: Estrada A, Fleming TH (eds). *Frugivores and seed dispersal*. Dordrecht: Dr. W. Junk Publishers; p. 119-35.
- Clarke FM, Pio DV, Racey PA. 2005a. A comparison of logging systems and bat diversity in the Neotropics. *Conservation Biology*. 19 (4): 1194-204. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00086.x-1>
- Clarke FM, Rostant LV, Racey PA. 2005b. Life after logging: post-logging recovery of a neotropical bat community. *Journal of Applied Ecology*. 42 (2): 409-20. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01024.x>
- Cosson J-F, Pons J-M, Masson D. 1999. Effects of forest fragmentation on frugivorous and nectarivorous bats in



**Figura 8.** *Lonchorhina mankomara* PNN Chiribiquete (Foto: H. Mantilla-Meluk).

- French Guiana. *Journal of Tropical Ecology*. 15 (4): 515-34. Disponible en: <https://bit.ly/2URDMET>
- Coutinho G, Bernard E. 2012. Neotropical bats as indicators of environmental disturbance: what is the emerging message? *Acta Chiropterologica*. 14 (1): 143-51. Disponible en: <https://doi.org/10.3161/150811012X654358>
- de la Sancha, NU. 2011. Effects of habitat fragmentation on non-volant small mammals of the Interior Atlantic Forest of eastern Paraguay. *Mastozoología Neotropical*. 18 (1): 147-57. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/457/45719986017.pdf>
- Díaz M, Solari S, Aguirre LF, Aguiar L, Barquez R. 2016. Clave de identificación de los murciélagos de Sudamérica. Publicación especial Programa Argentino de Conservación de Murciélagos, 157p.
- Elmore LW, Miller DA, Vilella FJ. 2005. Foraging aread size and habitat use by red bats (*Lasiurus borealis*) in an intensively managed pine landscape in Mississippi. *The American Midland Naturalist*. 153 (2): 405-17. Disponible en: <https://bit.ly/2Z1Opwk>
- Emmons LH, Feer F. 1997. *Neotropical rainforest mammals: a field guide*. 2<sup>nd</sup> ed. Chicago: The Chicago University Press. Disponible en: <https://www.amazon.com/Neotropical-Rainforest-Mammals-Field-Guide/dp/0226207218>
- Etter A, Baptiste BLG, Córdoba M, Muñoz-Saba Y. 2001. *Puinawai y Nukak: Caracterización ecológica de dos reservas nacionales naturales de la Amazonía colombiana*. Serie Ambiente y Desarrollo Vol. 2. Bogotá: Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Pontificia Universidad Javeriana. Disponible en: [https://books.google.com.co/books?id=QdMv8eLkdvwC&pg=PP1&source=hp\\_read\\_button&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?id=QdMv8eLkdvwC&pg=PP1&source=hp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Fenton MB, Acharya L, Audet D, Hickey MBC, Merriman C, Obrist MK, Syme DM, Adkins B. 1992. Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the neotropics. *Biotropica*. 24 (3): 440-6. Disponible en: [https://www.jstor.org/stable/pdf/2388615.pdf?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/pdf/2388615.pdf?seq=1#page_scan_tab_contents)
- Fleming TH. 1986. Opportunism versus specialisation: the evolution of feeding strategies in frugivorous bats. In: Estrada A, Fleming TH (eds). *Frugivores and seed dispersal*. Dordrecht: Dr. W. Junk Publishers; p. 105-18.
- Galindo-González J, Sosa VJ. 2003. Frugivorous bats in isolated trees and riparian vegetation associated with human-made pastures in a fragmented tropical landscape. *The Southwestern Naturalist*. 48 (4): 579-89. Disponible en: [https://www.jstor.org/stable/3672770?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/3672770?seq=1#page_scan_tab_contents)
- Galindo-González J. 2004. Clasificación de los murciélagos de la región de los Tuxtlas, Veracruz, respecto a su respuesta a la fragmentación del hábitat. *Acta Zool Mex*. 20 (2): 239-43. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0065-17372004000200017](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372004000200017)
- Gallo PH, dos Reis NR, Andrade FR, de Almeida IG. 2010. Bats (Mammalia: Chiroptera) in native and reforested areas in Rancho Alegre, Paraná, Brazil. *Rev Biol Trop*. 58 (4): 1311-22. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21246993>
- Gardner AL (ed.). 2007. *Mammals of South America*. Volume 1: Marsupials, xenarthrans, shrews and bats. Chicago: The University of Chicago Press Books; 690 pp. Disponible en: <https://www.press.uchicago.edu/ucp/books/book/chicago/M/bo5417914.html>
- Gorresen PM, Willig MR. 2004. Landscape responses of bats to habitat fragmentation in Atlantic Forest of Paraguay. *Journal of Mammalogy*. 85 (4): 688-97. Disponible en: <https://doi.org/10.1644/BWG-125>
- Gotelli NJ, Colwell RK. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*. 4 (4): 379-91. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1046/j.1461-0248.2001.00230.x>
- Handley Jr. CO. 1978. Mammals of the Smithsonian Venezuelan Project. Brigham Young University Science Bulletin, *Biological Series*. 20 (5): 1-98. Disponible en: <https://scholarsarchive.byu.edu/byuscib>
- Hernández-Camacho J, Cadena-G A. 1978. Notas para la revisión del género *Lonchorhina* (Chiroptera, Phyllostomidae). *Caldasia*. 12 (57): 199-251. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/34433/34639>
- IDEAM. 2015. Reporte de alertas tempranas de deforestación para Colombia. Segundo semestre del 2014. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia. Disponible en: [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022968/at\\_deforestacion\\_4\\_2015.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022968/at_deforestacion_4_2015.pdf)
- Jiménez-Ortega AM, Mantilla-Meluk H. 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): 100-8. Disponible en: <https://bit.ly/2P0KvNG>
- Johns AD. 1985. Selective logging and wildlife conservation in tropical rain-forest: problems and recommendations. *Biological Conservation*. 31 (4): 355-75. Disponible en: <https://bit.ly/2v0PqP8>
- Jones G, Jacobs DS, Kunz TH, Willig MR, Racey PA. 2009. Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endang Species Res*. 8: 93-115. Disponible en: <https://www.int-res.com/articles/esr2009/8/n008p093.pdf>
- Kalko EKV, Friemel D, Handley Jr CO, Schnitzler HU. 1999. Roosting and foraging behavior of two Neotropical gleaning bats, *Tonatia silvicola* and *Trachops cirrhosis*. *Biotropica*. 31 (2): 344-53. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1744-7429.1999.tb00146.x>
- Kalko EKV, Handley Jr CO, Handley D. 1996. Organization, diversity and long-term dynamics of a Neotropical bat community, pp. 503-53. En: Smallwood JA, Cody ML (eds.) *Long-term studies of vertebrate communities*. San Diego: Academic Press.
- Kalko EKV. 1998. Organisation and diversity of tropical bat communities through space and time. *Zoology*. 101 (4): 281-97.
- Kunz TH, Kurta A. 1988. Capture methods and holding devices,

- pp. 1-29. In: Kunz TH (ed.). *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. Washington DC: Smithsonian Institution Press; xxii + 533 pp.
- Kurta A, Teramino JA. 1992. Bat community structure in an urban park. *Ecography*. 15 (3): 257-61. Disponible en: [https://www.jstor.org/stable/3683154?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/3683154?seq=1#page_scan_tab_contents)
- Kwieceński GG. 2006. *Phyllostomus discolor*. *Mammalian Species*. 801: 1-11. Disponible en: <https://academic.oup.com/mspecies/article/doi/10.1644/801.1/2600854>
- López-Baucells A, Rocha R, Bobrowiec P, Bernard E, Palmeirim J, Meyer CFJ. 2016. *Field guide to the bats of the Amazon*. 2<sup>nd</sup> ed. Serie Bat Biology and Conservation; 176 pp.
- López-González C. 2005. *Murciélagos del Paraguay*. Sevilla: Publicaciones del Comité Español del Programa Mab y de la Red IberoMab de la UNESCO.
- Mantilla-Meluk H, Jiménez-Ortega AM, Baker RJ. 2009. *Phyllostomid bats of Colombia: annotated checklist, distribution, and biogeography*. Texas Tech University, Universidad Tecnológica del Chocó. Lubbock: Special Publications of the Museum of Texas Tech University, N° 56, pp. 1-37. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/322154427\\_Phyllostomid\\_bats\\_of\\_Colombia\\_annotated\\_checklist\\_distribution\\_and\\_biogeography](https://www.researchgate.net/publication/322154427_Phyllostomid_bats_of_Colombia_annotated_checklist_distribution_and_biogeography)
- Mantilla-Meluk H, Montenegro O. 2016. A new species of *Lonchorhina* (Chiroptera: Phyllostomidae) from Chiribiquete, Colombian Guayana. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 6 (2): 171-87.
- Mantilla-Meluk H, Mosquera-Guerra F, Trujillo F, Pérez N, Velásquez-Valencia A, Vargas-Pérez A. 2017. Mamíferos del sector norte del Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete. *Revista Colombia Amazónica* 10 (1):99-134. Disponible en: <https://bit.ly/2UN4H4B>
- Mantilla-Meluk H, Ramírez-Chaves HE, Jiménez-Ortega AM, Rodríguez-Posada ME. 2014. Emballonurid bats from Colombia: Annotated checklist, distribution, and biogeography. *Therya* 5 (1): 229-55. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/therya/v5n1/v5n1a6.pdf>
- Marinkelle CJ, Cadena A. 1972. Notes on bats new to the fauna of Colombia. *Mammalia*. 36: 49-58.
- Marques SA. 1979. *Levantamento preliminar da fauna de morcegos do Parque Nacional da Amazonia com algumas inferencias sobre sua ecologia*. Mimeografiado inédito; 35 pp.
- Medellín RA, Equihua M, Amin MA. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforests. *Conservation Biology* 14 (6): 1666-75. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2000.99068.x>
- Mena JL. 2010. Respuestas de los murciélagos a la fragmentación del bosque en Pozuzo, Perú. *Revista Peruana de Biología*. 17 (3): 277-84. Disponible en: <https://doi.org/10.15381/rpb.v17i3.2>
- Molano A. 1987. *Selva adentro. Una historia oral de la colonización del Guaviare*. Bogotá: Ancora Editores; 142 pp.
- Montero J, Espinoza C. 2005. *Murciélagos filostómidos (Chiroptera, Phyllostomidae) como indicadores del estado del hábitat en el Parque Nacional Piedras Blancas, Costa Rica*. San José: Instituto Nacional de Biodiversidad; 24 pp. Disponible en: <https://bit.ly/2UaWmDm>
- Montiel S, Estrada A, León P. 2006. Bat assemblages in a naturally fragmented ecosystem in the Yucatán Peninsula, Mexico: species richness, diversity and spatio-temporal dynamics. *Journal of Tropical Ecology* 22 (3): 267-76. Disponible en: <https://bit.ly/2IqM7ZF>
- Morales-Martínez DM, López HF. 2018. Distribución y conservación de los murciélagos del género *Lonchorhina* (Chiroptera: Phyllostomidae) en Colombia. *Caldasia*. 40 (2): 349-65. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/70415/67716>
- Moreno CE, Halffter G. 2001. Spatial and temporal analysis of the alpha, beta and gamma diversities of bats in a fragmented landscape. *Biodiversity and Conservation*. 10 (3): 367-82. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1016614510040>
- Moreno EA, Roa Y, Abella CS, Jiménez-Ortega AM. 2005. Murciélagos dispersores de semillas en bosques secundarios y áreas cultivadas de la cuenca del río Cabi, Chocó, Colombia. *Revista Institucional Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba*. 23: 45-50.
- Muñoz A, Mantilla-Meluk H. 2008. *Lonchorhina marinkellei*. The International Union for the Conservation of Nature (IUCN) Red List of Threatened Species.
- Muñoz-Saba Y, Cadena A, Rangel-Ch JO. 1995. Gremios de murciélagos forrajeadores de néctar-polen en un bosque de galería de la serranía La Macarena, Colombia. *Caldasia*. 17 (82-85): 459-61. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/17306/18142>
- Muñoz-Saba Y, Cadena A, Rangel-Ch JO. 1997. Ecología de los murciélagos antófilos del sector La Curía, Serranía de la Macarena (Colombia). *Rev Acad Colomb Cienc*. 21 (81): 473-86. Disponible en: [http://www.accefyn.com/revista/Vol\\_21/81/473-486.pdf](http://www.accefyn.com/revista/Vol_21/81/473-486.pdf)
- Noguera FA, Xóchitl M. 2002. *Historia Natural de Chamela*. México, DF: Instituto de Biología.
- Ochoa J. 2000. Efectos de la extracción de maderas sobre la diversidad de mamíferos pequeños en bosques de tierras bajas de la Guayana Venezolana. *Biotropica*. 32 (1): 146-64. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00457.x>
- Olff H, Ritchie ME. 2002. Fragmented nature: consequences for biodiversity. *Landscape and Urban Planning*. 58: 83-92. Disponible en: <http://cedarcreek.umn.edu/biblio/fulltext/t1856.pdf>
- Patterson BD, Willig MR, Stevens RD. 2003. Trophic strategies, niche partitioning, and patterns of ecological organization. Pp. 536-79. En: Kunz TH, Fenton MB, eds. *Bat Ecology*. Chicago: University of Chicago Press. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/233884764\\_Trophic\\_strategies\\_niche\\_partitioning\\_and\\_patterns\\_of\\_ecological\\_organization](https://www.researchgate.net/publication/233884764_Trophic_strategies_niche_partitioning_and_patterns_of_ecological_organization)
- Pérez-Torres J, Ahumada JA. 2004. Murciélagos en bosques alto-andinos, fragmentados y continuos, en el sector occidental de la sabana de Bogotá (Colombia). *Universitas Scientiarum* 9: 33-46. Disponible en: <https://revistas.jave->

- [riana.edu.co/index.php/scientarium/article/view/5024](http://riana.edu.co/index.php/scientarium/article/view/5024)
- Peters SL, Malcolm JR, Zimmerman BL. 2006. Effects of selective logging on bat communities in the southeastern Amazon. *Conserv Biol.* 20 (5): 1410-21. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17002759>
- Ramírez-Chaves HE, Suárez-Castro AF, González-Maya JF. 2016. Cambios recientes a la lista de los mamíferos de Colombia. *Mammalogy Notes.* 3 (1): 1-9. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/303313338\\_Cambios\\_recientes\\_a\\_la\\_lista\\_de\\_mamiferos\\_de\\_Colombia](https://www.researchgate.net/publication/303313338_Cambios_recientes_a_la_lista_de_mamiferos_de_Colombia)
- Reid F. 2009. *A field guide to the mammals of Central America and southeast Mexico.* 2<sup>nd</sup> ed. New York: Oxford University Press.
- Reis NR, Gallo PH, Peracchi AL, Lima LP, Fregonezi MN. 2012. Sensitivity of populations of bats (Mammalia: Chiroptera) in relation to human development in northern Paraná, southern Brazil. *Braz J Biol.* 72 (3): 511-8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22990822>
- Romero M, Cabrera E, Ortiz N. 2008. Informe sobre el estado de la Biodiversidad en Colombia 2006-2007. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; 181 pp. Disponible en: <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/34293/146.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sampaio EM, Kalko EKV, Bernard E, Rodríguez-Herrera B, Handley Jr. CO. 2003. A biodiversity assessment of bats (Chiroptera) in a tropical lowland rainforest of central Amazonia, including methodological and conservation considerations. *Studies on Neotropical Fauna and Environment.* 38 (1): 17-31. Disponible en: [https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/2239/sampaio\\_et\\_al\\_2003.pdf](https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/2239/sampaio_et_al_2003.pdf)
- Samper C, García Martínez H. 2016. Plan nacional de jardines botánicos de Colombia. Biodiversidad siglo XXI. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Disponible en: <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/31437>
- Sánchez-Palomino P, Rivas-Pava MdLP, Cadena A. 1993. Composición, abundancia y riqueza de especies de la comunidad de murciélagos en bosques de galería en la Serranía de La Macarena (Meta-Colombia). *Caldasia.* 17 (2): 301-12. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/17236/18084>
- Sánchez-Palomino P, Rivas-Pava MdLP, Cadena A. 1996. Diversidad biológica de una comunidad de quirópteros y su relación con la estructura del hábitat de bosque de galería, Serranía de La Macarena, Colombia. *Caldasia.* 18 (3): 343-53. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/17375/18230>
- Santos T, Tellería JL. 2006. Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas.* 2: 3-12. Disponible en: [https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-33471/2006\\_Ecosistemas\\_2\\_3.pdf](https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-33471/2006_Ecosistemas_2_3.pdf)
- Smith P. 2009. *Phyllostomus discolor.* Fauna: Paraguay Handbook of the Mammals of Paraguay. 37: 1-17. Disponible en: <https://bit.ly/2UJkNwl>
- Solari S, Muñoz-Saba Y, Rodríguez-Mahecha JV, Defler TR, Ramírez-Chaves HE, Trujillo, F. 2013. Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. *Mastozoología Neotropical.* 20 (2): 301-65. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/259368488\\_Riqueza\\_endemismo\\_y\\_conservacion\\_de\\_los\\_mamiferos\\_de\\_Colombia](https://www.researchgate.net/publication/259368488_Riqueza_endemismo_y_conservacion_de_los_mamiferos_de_Colombia)
- Tamsitt JR, Valdivieso D, Hernández-Camacho J. 1964. Bats of the Bogota Savanna, Colombia, with notes on altitudinal distribution of neotropical bats. *Rev Biol Trop.* 12 (1): 107-15. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/31347/31050>
- Tirira DG. 2007. Guía de campo de mamíferos del Ecuador. *Mastozoología Neotropical.* 14 (2): 300-2. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/317539307\\_Guia\\_de\\_campo\\_de\\_los\\_Mamiferos\\_del\\_Ecuador](https://www.researchgate.net/publication/317539307_Guia_de_campo_de_los_Mamiferos_del_Ecuador)
- Valdivieso D. 1964. La fauna del departamento de Cundinamarca, Colombia. *Rev Biol Trop.* 12 (1): 19-45.
- Wilson JB, Wells TCE, Trueman IC, Jones G, Atkinson MD, Crawley MJ, et al. 1996. Are there assembly rules for plant species abundance? An investigation in relation to soil resources and successional trends. *J Ecol.* 84 (4): 527-38. Disponible en: [https://www.jstor.org/stable/2261475?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/2261475?seq=1#page_scan_tab_contents)
- Yancey FD, Goetze JR, Jones C. 1998. *Saccopteryx bilineata.* *Mammalian Species.* 581: 1-5. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/3504459>
- Yates MD, Muzika RM. 2006. Effect of forest structure and fragmentation on site occupancy of bat species in Missouri Ozark forests. *Journal of Wildlife Management.* 70 (5): 1238-48. Disponible en: <https://www.efis.psc.mo.gov/mpsc/commoncomponents/viewdocument.asp?DocId=935970789>
- Yee DA. 2000. *Peropteryx macrotis.* *Mammalian Species.* 643: 1-4. Disponible en: [http://www.bio-nica.info/Mammalia/Peropteryx\\_macrotis.pdf](http://www.bio-nica.info/Mammalia/Peropteryx_macrotis.pdf)
- Zortéa M, Mendes SL. 1993. Folivory in the big fruit-eating bat, *Artibeus lituratus* (Chiroptera: Phyllostomidae) in eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology.* 9 (1): 117-20. Disponible en: <https://bit.ly/2G5Q2bc>