

# **Aproximación de la diversidad taxonómica y funcional del ensamblaje de murciélagos en un fragmento de bosque seco tropical en La Unión, Sucre- Colombia**

Approach to the knowledge of the taxonomic and functional diversity of the bat assemblage in a fragment of tropical dry forest in La Unión, Sucre- Colombia

**Jorge Peña-Peinado**<sup>1</sup>, Jesús Ballesteros-Correa<sup>2</sup>, Julio J. Chacón-Pacheco<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Biología, Universidad de Córdoba, [georgedavidp96@gmail.com](mailto:georgedavidp96@gmail.com)

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Básicas, Grupo de Investigación Biodiversidad Unicórdoba, Universidad de Córdoba, Carrera 6 No. 77-305. Montería-Córdoba, [jballesteros@correo.unicordoba.edu.co](mailto:jballesteros@correo.unicordoba.edu.co)

<sup>3</sup>Institución Educativa José María Córdoba, Grupo de Investigación AMDAC, [jchacon@correo.unicordoba.edu.co](mailto:jchacon@correo.unicordoba.edu.co)

**Cita recomendada:** Peña-Peinado, J., Ballesteros-Correa, J. & Chacón-Pacheco, J. (2021). Aproximación de la diversidad taxonómica y funcional del ensamblaje de murciélagos en un fragmento de bosque seco tropical en La Unión, Sucre- Colombia. Trabajo de Grado. Montería, Colombia: Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Básicas, Departamento de Biología. 27 pp.

## **ABSTRACT**

Bats are part of functional groups that participate in different ecological processes, and are functionally important elements in the dynamics of tropical ecosystems. In this work, the objective was to determine the taxonomic and functional diversity of the bat assembly in a fragment of tropical dry forest (bs-T), located at Finca Buenos Aires, municipality of La Unión, department of Sucre, Colombia. During the months of March and June 2019, and February 2020, the samplings were carried out in three field trips during 16 effective nights of sampling. Twelve 6x3 meter fog nets were used, deployed from 18:00 - 24:00 hours, for a sampling effort of 1152 hours-network-night. The mist nets were checked every 40 minutes, and the captured bats were deposited individually in cloth bags, for their subsequent processing and recording of the information. 52 individuals from four families, 14 genera and 20 species were captured. The family with the highest species richness was Phyllostomidae with 11 species (57.6% of the catches). *Molossus molossus* and *Glossophaga soricina* presented the highest abundance. The

frugivorous and insectivorous guilds presented the highest abundance and richness of species. The analysis of functional diversity evidenced relationships between species based on morphometric and life history traits, allowing a greater understanding of functional groups, and the degree of functional importance in the various ecological processes and dynamics of tropical ecosystems.

**Keywords:** Chiroptera, functional diversity, functional groups, trophic structure.

## **RESUMEN**

Los murciélagos integran grupos funcionales que participan en diferentes procesos ecológicos, y son elementos funcionalmente importantes en la dinámica de los ecosistemas tropicales. En este trabajo, se tuvo como objetivo determinar la diversidad taxonómica y funcional del ensamblaje de murciélagos en un fragmento de bosque seco tropical (bs-T), localizado en la Finca Buenos Aires, municipio de La Unión, departamento de Sucre, Colombia. Durante los meses de marzo y junio 2019, y febrero de 2020, se realizaron los muestreos en tres salidas de campo durante 16 noches efectivas de muestreo. Se utilizaron 12 redes de niebla de 6x3 metros, desplegadas desde las 18:00 - 24:00 horas, para un esfuerzo de muestreo de 1152 horas-red-noche. Las redes de niebla fueron revisadas cada 40 minutos, y los murciélagos capturados se depositaron en forma individual en bolsas de tela, para su posterior procesamiento y registro de la información. Se capturaron 52 individuos de cuatro familias, 14 géneros y 20 especies. La familia con mayor riqueza de especies fue Phyllostomidae con 11 especies (57,6% de las capturas). *Molossus molossus* y *Glossophaga soricina* presentaron la mayor abundancia. Los gremios frugívoros e insectívoros presentaron la mayor abundancia y riqueza de especies. El análisis de la diversidad funcional evidenció relaciones entre las especies a partir de los rasgos morfométricos y de historia de vida, permitiendo una mayor comprensión de los grupos funcionales, y el grado de importancia funcional en los diversos procesos ecológicos y dinámica de los ecosistemas tropicales.

**Palabras claves:** Chiroptera, diversidad funcional, grupos funcionales, estructura trófica.

## INTRODUCCIÓN

Los mamíferos voladores (Chiroptera) por sus diversos hábitos de alimentación, alta diversidad taxonómica (Solari & Martínez 2014), y gran vagilidad en paisajes fragmentados, ejercen diversos papeles funcionales en la dinámica de los ecosistemas (Medellín & Gaona 1999, Kalka & Kalko 2006, Lobova et al. 2009), participando activamente en procesos de polinización de plantas, dispersión de semillas y control de poblaciones de invertebrados, entre otros (Kunz et al. 2011, Aguirre & Bárquez 2013). Más del 70% de las especies arbóreas de tierras bajas en áreas tropicales tienen adaptaciones para la dispersión, siendo favorecidas por la alta movilidad de los murciélagos (Terborgh et al. 2002). Estas interacciones permiten que estas plantas colonicen nuevas áreas, proceso importante para la regeneración de los bosques neotropicales (Casallas-Pabón 2016). En este contexto, murciélagos frugívoros y nectarívoros (Phyllostomidae) son de gran importancia como agentes dispersores y polinizadores de plantas, con influencia directa sobre la composición de especies, la diversidad y dinámica de las comunidades vegetales (Kunz et al. 2011, Aguirre y Bárquez 2013).

La transformación del paisaje lleva a la fragmentación y pérdida de hábitat, produciendo afectación en los servicios ecosistémicos, con efectos negativos sobre el ensamblaje y riqueza funcional de los murciélagos (Collinge 2009, Krauss et al. 2010, Tarrasón et al. 2010, García-Morales et al. 2016). Tal alteración reduce la oferta alimenticia, sitios de refugios y perchas para los murciélagos en bs-T (Durán & Pérez 2015), así como las estrategias de forrajeo y uso de recursos disponibles (Jackson & Fahrig 2014). Por tanto, cambios ambientales generados por la transformación del paisaje, afectan las relaciones ecológicas de los murciélagos y la dinámica funcional de los procesos donde estas especies participan (Ballesteros y Racero-Casarrubia 2015, Ramírez- Fráncel 2015, Durán y Pérez 2015, Cabrera-Ojeda et al. 2016, García-Herera et al. 2019).

Las interacciones murciélagos-plantas se consideran como un proceso de coevolución difusa, donde las respuestas adaptativas no ocurren de forma específica (Futuyma 2005), pudiendo los murciélagos alimentarse de diferentes plantas, y estas, utilizar diferentes dispersores de semillas o polinizadores; no obstante las amenazas de los murciélagos por procesos antropogénicos

ponen en riesgo su supervivencia y pueden tener un efecto negativo sobre las especies clave, influyendo en las interacciones mutualistas, con afectación en la estabilidad y dinámica natural de la comunidad (Heithaus 1982, Waser et al. 1996). Los estudios sobre la dieta de los murciélagos frugívoros y nectarívoros permiten identificar nuevas interacciones mutualistas para una mejor comprensión de los procesos ecológicos y determinar la diversidad funcional, lo que facilita comprender el valor funcional de las especies (Trindade-Filho et al. 2012, Pereira et al. 2019).

En Colombia, los bs-T han sufrido grandes modificaciones como consecuencia de la deforestación para la implementación de sistemas agropecuarios (Pardo-Vargas & Payan-Garrido 2015), lo que origina fragmentación y pérdida de hábitat, llevando a cambios en la estructura del paisaje (García-García y Santos-Moreno 2014). Estas modificaciones producen efectos negativos en la diversidad y movilidad de las especies, así como también, cambios en la dinámica de las poblaciones y comunidades naturales (Pineda-Guerrero et al. 2014). En la región Caribe, los principales factores que afectan directamente al ensamblaje de murciélagos y de otros tipos de fauna, son la transformación de hábitats naturales para el establecimiento de sistemas de ganadería extensiva, cuya expansión ha generado la pérdida de grandes áreas de vegetación de bs-T (Calonge 2009, Ballesteros 2015).

En el departamento de Sucre, los bs-T han sido claramente impactados como consecuencia de esta transformación, y hoy, solo se encuentran pequeños fragmentos y relictos de vegetación secundaria de bs-T inmersos en paisajes de ganadería extensiva, con efectos significativos sobre la biodiversidad general (Ballesteros 2015). A pesar de tal degradación, estos ecosistemas secos, complejos y frágiles albergan una diversidad de especies endémicas (CARSUCRE 2007, Sanmartín-Sierra et al. 2016). Este trabajo tiene como objetivo caracterizar la diversidad taxonómica y funcional del ensamblaje de murciélagos en una localidad del municipio de La Unión, departamento de Sucre, Colombia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Descripción del área de estudio.** El trabajo se llevó a cabo en la Finca Buenos Aires, municipio de La Unión, departamento de Sucre, Colombia, ubicado a 8°51'26" N y 75°16'36" W, con una temperatura promedio de 30°C y precipitación promedio anual de 1800 mm (DANE 2015). El fragmento de bs-T (~25 ha) se caracterizó por presentar bosques secundarios con heterogeneidad de hábitat, herbáceas, trepadoras, arbustos y árboles. La zona de estudio comprende zonas de sabanas en la subregión del San Jorge, cuya formación geológica surge del proceso de regresión de las aguas marinas producto de fuerzas endógenas que levantaron la corteza (Calderón 2021). Los suelos han sido claramente impactados como consecuencia de la transformación de los bosques para la implementación de sistemas de ganadería extensiva y áreas de cultivos durante la época de lluvia.

### Métodos de campo y laboratorio

Durante los periodos de sequía y lluvia entre los meses de marzo y junio de 2019 y febrero de 2020, se realizaron tres salidas de campo, con 16 noches efectivas de muestreo. Se utilizaron 12 redes de niebla de 6x3 metros, desplegadas desde las 18:00 a las 24:00 horas, para un esfuerzo de muestreo de 1152 horas-red-noche. Las redes fueron desplegadas en zonas de tránsito y cerca a lugares de forrajeo de los murciélagos, puntos de muestreo que se determinaron mediante observaciones previas, estas redes fueron revisadas cada 40 minutos. Los murciélagos capturados en las redes fueron depositados de forma individual en bolsas de tela y luego procesados siguiendo la metodología propuesta por Brower et al. (1989) y Kunz & Parsons (2009). A cada individuo capturado se le tomó las medidas morfométricas estándar: longitud de antebrazo, tibia, pata, oreja, trago, calcáneo, cuerpo-cola, cabeza y envergadura alar, usando un calibrador vernier CLP06U 150 mm, con precisión 0.05 mm; una regla estándar de 30 cm para el caso de la envergadura, y para el peso del cuerpo una balanza electrónica portátil de precisión 0.001 g; mediciones tomadas por una sola persona para evitar sesgos. Los datos fueron registrados en formato estandarizado. Se colectaron las excretas de los murciélagos depositados en las bolsas, recogidas en viales Eppendorf con alcohol al 70%, para luego ser procesadas en el laboratorio.

**Los murciélagos se identificaron** con base en las claves taxonómicas de Linares (1998), LaVal & Rodríguez (2002), Díaz et al. (2016), y las descripciones de Gardner (2007); y posteriormente fueron liberados. Para el tratamiento taxonómico se siguió a Wilson & Reeder (2005) y Solari et al. (2013). Se colectaron algunos especímenes de referencia que fueron depositados en la Colección de Mamíferos de la Universidad de Córdoba, preservados en fresco en alcohol etílico al 70%. Para la manipulación de los murciélagos se siguió de las recomendaciones y normativas internacionales, propuestas por la Sociedad Americana de Mastozoólogos (Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research and education) (Sikes et al. 2016).

La determinación de la dieta se hizo a partir de las fecas y contenidos estomacales colectados, los cuales fueron procesados en laboratorio utilizando un estereoscopio según el método descrito por Galindo-González et al. (2000). Se separaron las semillas e identificaron utilizando las claves taxonómicas de Linares & Moreno-Mosquera (2010) y Magalhaes Oliveira (2016). La determinación de los insectos a nivel de Orden taxonómico, se realizó a partir de los restos presentes en las fecas, usando las claves taxonómicas de Shiel et al. (1997) y Whitaker et al. (2009).

**Determinación de rasgos funcionales y gremios tróficos.** En este estudio se incluyeron 12 rasgos funcionales (**Tabla 1**), de los cuales se seleccionaron nueve morfométricos y tres de historia de vida (Castillo & Pérez-Torres 2018). Las medidas de envergadura, longitud cuerpo, longitud oreja, longitud trago, longitud calcar, longitud de antebrazo y longitud de la tibia, fueron tomadas dorsalmente de la parte derecha de los especímenes. Con respecto a los rasgos de historia de vida se tuvieron en cuenta las estrategias de forrajeo, hábitos de forrajeo y gremios tróficos según consideraciones de Soriano (2000), Suárez-Castro y Montenegro (2015), Dezinguer & Schinzler (2013), y se complementó con información sobre dieta registrada en campo y de registros de publicaciones para conocer los recursos alimenticios que explotan los murciélagos (Soriano 2000, Giannini & Kalko 2005).

**Análisis de información.** Para evaluar la representatividad y completitud del muestreo se realizaron curvas de rarefacción (Jiménez & Hortal 2003) y se calculó el esfuerzo de muestreo para la zona de estudio en horas-noche/red, y se determinó el éxito de captura como número de

individuos capturados respecto al esfuerzo de muestreo (Medellín 1993, Bejarano-Bonilla et al. 2007, Flores-Saldaña 2008). Para la descripción de la estructura y composición del ensamblaje de murciélagos se tuvieron en cuenta parámetros como riqueza de especies, abundancia absoluta, proporción de sexo y gremio trófico. El análisis de la diversidad del ensamblaje de murciélagos se hizo teniendo en cuenta el concepto de diversidad verdadera (Jost 2006), método robusto ajustado a los conceptos biológicos (García et al. 2011, Moreno et al. 2011, Calderón-Patrón et al. 2013), utilizando el paquete iNEXT Online (Hsieh y Chao 2016) a través del editor de comandos externo RStudio <https://chao.shinyapps.io/iNEXTOnline/> en el lenguaje R versión 2016.

Los análisis de la diversidad funcional se calcularon empleando índices, de riqueza funcional (-FRic), equitatividad funcional (-FEve), divergencia funcional (-FDid), dispersión funcional (FDis) y entropía funcional (RaoQ) descritos por; Bellwood et al. (2006) y Villéger et al. (2008), se hicieron agrupaciones de especies teniendo en cuenta los rasgos funcionales mediante conglomerados jerárquicos empleando el método de Ward (Casanoves y Di Rienzo, 2011), que emplea medidas de similitud basadas en la composición de las especies (Wright et al. 2006), y los análisis de diversidad funcional se realizaron con el paquete FD del software R 3.6.3.

**Tabla 1.** Rasgos funcionales morfométricos y de historia de vida del ensamblaje de murciélagos en bs-T, en el municipio La Unión, departamento de Sucre, Colombia. Estrategias de forrajeo: IAR= insectívoros aéreos rápidos, NR= nectarívoros recolectores, IR= insectívoros recolectores, FS= frugívoros sedentarios, FN= frugívoros nómadas, PAR= piscívoros aéreos recolectores. Hábitos de forrajeo: FARAEA= Forrajeadores aéreos de recogida activa de espacios estrechos de follaje, FAEBD= forrajeadores aéreos de espacio de borde de dosel, FBAESA= Forrajeadores de borde de arrastré espacial sobre la superficie del agua, FAEA= forrajeadores aéreos de espacios abiertos, FPEEVS= forrajeadores pasivos de espacios estrechos entre la vegetación del sotobosque, FPEEF= Forrajeadores pasivos de espacios estrechos de follaje, FAEA= forrajeadores activos de espacios abiertos, FACAESD= forrajeadores aéreos de espacios abiertos entre y sobre el dosel.

Rasgos Funcionales	Fundamento de variable como rasgo funcional	Atributo	Definición del atributo
<b>Morfométricos</b>			
Peso (g)	Relacionado con la búsqueda de alimento, tasa metabólica, cantidad y calidad del recurso alimenticio. Se ha determinado que los murciélagos frugívoros con peso > 40 g pueden dispersar semillas más pesadas, es común encontrarlos en ambientes transformados (Saldaña-Vázquez 2014, Saldaña-Vázquez & Schondub 2016). Por otra parte, en ambientes de bs-T, mejores condiciones ambientales fomentan el peso en <i>Artibeus lituratus</i> mejorando las condiciones corporales de los individuos (Chacón-P & Ballesteros 2019).	peso en gramos	Peso del espécimen.

Longitud antebrazo (mm)	Esta medida está ligada al tamaño corporal, se ha demostrado una relación positiva entre la longitud del antebrazo y el tamaño de las presas. Estudios en matrices bs-T concluyeron una relación entre el aumento de talla en murciélagos con disponibilidad de recursos alimenticios (Houston et al. 2004)	Valor en milímetros	Medición tomada desde la base del codo hasta donde se unen los carpos.
Longitud del cuerpo (mm)	Relación entre el tamaño corporal y el estado de desarrollo, basados en la proporción de recursos empleados como fuente de alimento y la energía requerida por los murciélagos (Castillo-Figueroa & Pérez-Torres 2018).	Valor en milímetros	Medida desde el inicio de la cola hasta el inicio de la cabeza.
Longitud oreja (mm)	Estructura que posibilita a los murciélagos la localización de presas. El tamaño de las orejas está relacionado con las diferentes estrategias de forrajeo que realizan las especies de murciélagos (H'kansson et al. 2017).	Valor en milímetros	Medida desde la base de oreja hasta la parte distal
Longitud trago (mm)	Accesorio de la oreja que otorga un rendimiento adicional para los murciélagos para la detección y captura de sus presas (Muller 2004)	Valor en milímetros	medición desde la base del tragus hasta el ápice
Longitud calcáneo (mm)	Estructura que contribuye al uropatagio a dar flexibilidad y rigidez, generando mayor maniobrabilidad y aerodinámica del vuelo, y es utilizada por murciélagos insectívoros para capturar sus presas (Adams & Thibault 1999).	Valor en milímetros	Medida tomada desde la base del calcar hasta la punta del mismo.
Longitud tibia (mm)	Medida que, al igual que longitud de antebrazo está relacionada con el tamaño de los murciélagos, que ayuda a dar maniobrabilidad al uropatagio (Swartz & Middleton, 2008).	Valor en milímetros	Medida de articulación con el fémur, hasta la articulación con la pata
Índice de condición corporal (g/mm)	Relación directamente proporcional a la calidad del hábitat, se ha encontrado que un hábitat con disponibilidad de alimento, refugio y sitios de perchas favorecen a las condiciones corporales de los murciélagos (Chacón-P & Ballesteros 2019)	Valor de la relación g/mm	Estimación tomada del cociente entre peso y la talla.
Envergadura	La envergadura y amplitud de las alas se correlaciona con la capacidad de los murciélagos frugívoros para dispersar semillas a cortas, medianas y largas distancias, también se relaciona con el tamaño y la carga alar (Claramunt et al. 2012)	Valor en milímetros	Medida que va de extremo a extremo de las alas extendidas.

### Rasgos de historia de vida

Gremio trófico (1, 2, 3, 4 y 5)	Este aspecto del ensamblaje de murciélagos proporciona información acerca de la partición de recursos y uso de hábitat, la determinación de los gremios proporciona sobre el papel funcional de los murciélagos. Los gremios tróficos están relacionados, en cierto grado, con la dinámica de los ecosistémicas (Lobova et al. 2003, Kalko et al. 1996).	1: Frugívoro, 2: Insectívoro, 3: Hematófago, 4: Nectarívoro, 5: Piscívoro	Basado en información primaria y secundaria en publicaciones indexadas
Estrategias de forrajeo (EF1, EF2, EF3, EF4, EF5, EF6)	El modo o estrategia para atrapar el alimento, permite a los murciélagos explotar la heterogeneidad del hábitat y generar una mayor partición de recursos en los ecosistemas. Se ha sugerido a mayor diversidad estructural de la vegetación, más recursos y hábitats pueden ser utilizados por los murciélagos, lo que pueden estar vinculados a un mayor número de procesos ecológicos (Mora-Fernández et al. 2013).	EF1: IAR, EF2:NR, EF3:IR, EF4: FS, EF5:FN, EF6: PAR	Basado en información secundaria (Schinzler & Kalko 2001, Suárez-Castro & Montenegro 2015)
Hábitos de Forrajeo (HF1, HF2, HF3, HF4, HF5, HF6, HF7, HF8, HF9, HF10)	Este comportamiento está relacionado con las condiciones de ecolocalización y estrategia de forrajeo, los murciélagos pueden utilizar, dependiendo del hábitat donde se encuentren, diferentes hábitos de forrajeo para conseguir los recursos alimenticios, lo cual está relacionado con la morfología alar y oídos (Denzinger & Schnitzler 2013, Luck et al. 2013)	FARAEAF, FAEBD, FBAESA, FAEA, FPPEVS, FPPEVF, FPPEVD, FAEA, FACAESD,	Basado en información secundaria (Denzinger & Schnitzler 2013, Luck et al. 2013)

## RESULTADOS

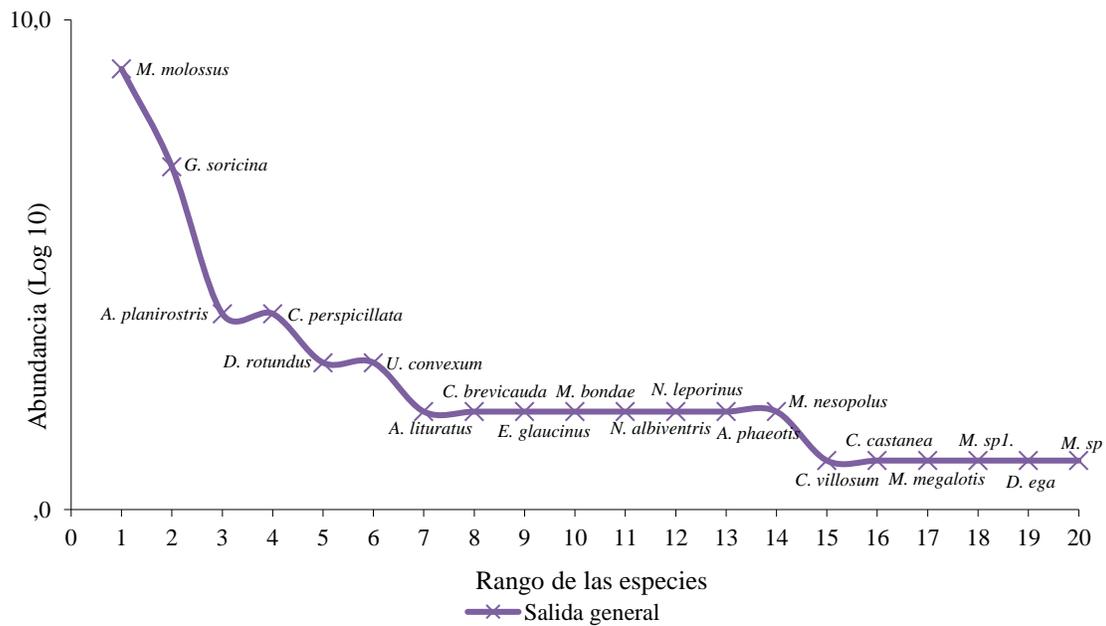
Con un esfuerzo de muestreo de 16 noches para un total de 1152 horas-noche/red, se capturaron 52 murciélagos (30 machos, 22 hembras), distribuidos en 4 familias, 14 géneros y 20 especies,

con un éxito de captura de 14.4 individuos/hora-noche-red. Se encontró representación de las familias Phyllostomidae con 30 individuos significando el 57.6%, Molossidae (28.8%), Noctilionidae (7.7%) y Vespertilionidae (5.8%).

Se identificaron los **grupos funcionales** frugívoros, insectívoros, nectarívoros, piscívoros y hematófagos (**Tabla 2, Figura 1**), siendo los insectívoros (40%) y frugívoros (40%) los gremios con mayor riqueza de especies. *M. molossus*, *C. perspicillata*, *A. lituratus*, *M. bondae* y *N. albiventris* fueron comunes para las dos épocas climáticas. En época seca, se registraron trece especies *A. planirostris*, *G. soricina*, *N. leporinus*, *A. phaeotis*, *C. castanea*, *C. villosum*, *D. rotundus*, *M. megalotis*, *P. nasutus*, *U. convexum*, *M. nesopolus*, *D. ega*, y *Molossus sp*; y para la época lluviosa *C. brevicauda* y *E. glaucinus*.

**Tabla 2.** Listado taxonómico de especies de murciélagos en la Finca Buenos Aires, municipio de La Unión, departamento de Sucre (2019). Gremio: F= frugívoro, I= insectívoro, N= nectarívoro, H= hematófago, P= piscívoro.

FAMILIA/ Subfamilia	GÉNERO	ESPECIE	Capturas				Gremio
			Feb.	Mar.	Jun.	Total	
<b>PHYLLOSTOMIDAE</b>							
Stenodermatinae	<i>Artibeus</i>	<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	1		1	2	F
		<i>Artibeus planirostris</i> (Spix, 1823)		4		4	F
		<i>Artibeus phaeotis</i> (Miller, 1902)		2		2	F
Carolliinae	<i>Chiroderma</i>	<i>Chiroderma villosum</i> (Goodwin, 1758)		1		1	F
		<i>Uroderma</i>	<i>Uroderma convexum</i> Peters, 1866	2	1		3
	<i>Carollia</i>	<i>Carollia brevicauda</i> (Schinz, 1821)			2	2	F
		<i>Carollia castanea</i> (H. Allen, 1890)		1		1	F
		<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)		1	3	4	F
Desmodontinae	<i>Desmodus</i>	<i>Desmodus rotundus</i> (E. Geoffroy, 1810)	2	1		3	H
Glossophaginae	<i>Glossophaga</i>	<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1766)	4	3		7	N
Micronycterinae	<i>Micronycteris</i>	<i>Micronycteris megalotis</i> (Gray, 1842)		1		1	I
<b>MOLOSSIDAE</b>							
	<i>Eumops</i>	<i>Eumops glaucinus</i> (Wagner, 1843)			2	2	I
	<i>Molossus</i>	<i>Molossus bondae</i> (Allen, 1904)	1		1	2	I
		<i>Molossus molossus</i> (Pallas, 1766)	8		1	9	I
		<i>Molossus sp</i> (E. Geoffroy, 1805)	1			1	I
		<i>Promops</i>	<i>Molossus sp 1</i> (E. Geoffroy, 1805)		1		1
<b>VESPERTILIONIDAE</b>							
Vespertilioninae	<i>Dasypterus</i>	<i>Dasypterus ega</i> (Gervais, 1856)	1			1	I
Myotinae	<i>Myotis</i>	<i>Myotis nesopolus</i> (Miller, 1900)	2			2	I
<b>NOCTILIONIDAE</b>							
	<i>Noctilio</i>	<i>Noctilio albiventris</i> (Desmarest, 1818)		1	1	2	I
		<i>Noctilio leporinus</i> (Linnaeus, 1758)		2		2	P



**Figura 1.** Curva rango-abundancia para la salida realizada en la finca Buenos Aires municipio la Unión, para las fechas de marzo, junio de 2019 y febrero de 2020.

**La Diversidad  $\alpha$  Verdadera** de orden  $^{\circ}D$ ,  $^1D$  y  $^2D$  en los muestreos de la época seca fue significativamente mayor, comparada con la diversidad para la época de lluvias (**Tabla 3**). Así, en los muestreos de la época seca, la riqueza de especies ( $^{\circ}D$ ) fue mayor con  $18 \pm 7.59$  especies efectivas, mientras que en los muestreos de la época de lluvia presentó menor riqueza ( $7.0 \pm 4.6$  especies efectivas). La diversidad alfa verdadera tipo  $^1D$  siguió la misma tendencia con una mayor riqueza de especies en época seca  $13.17 \pm 7.62$  especies; entre tanto, durante el muestreo en la época lluviosa mostró una menor riqueza; es decir, en los muestreos de la época seca fue 6.83 veces más diversa que en época lluviosa. Para la diversidad verdadera de tipo  $^2D$ , también evidenció una mayor diversidad en época seca, comparada con la época de lluvia, presentando 3.79 veces más especies efectivas.

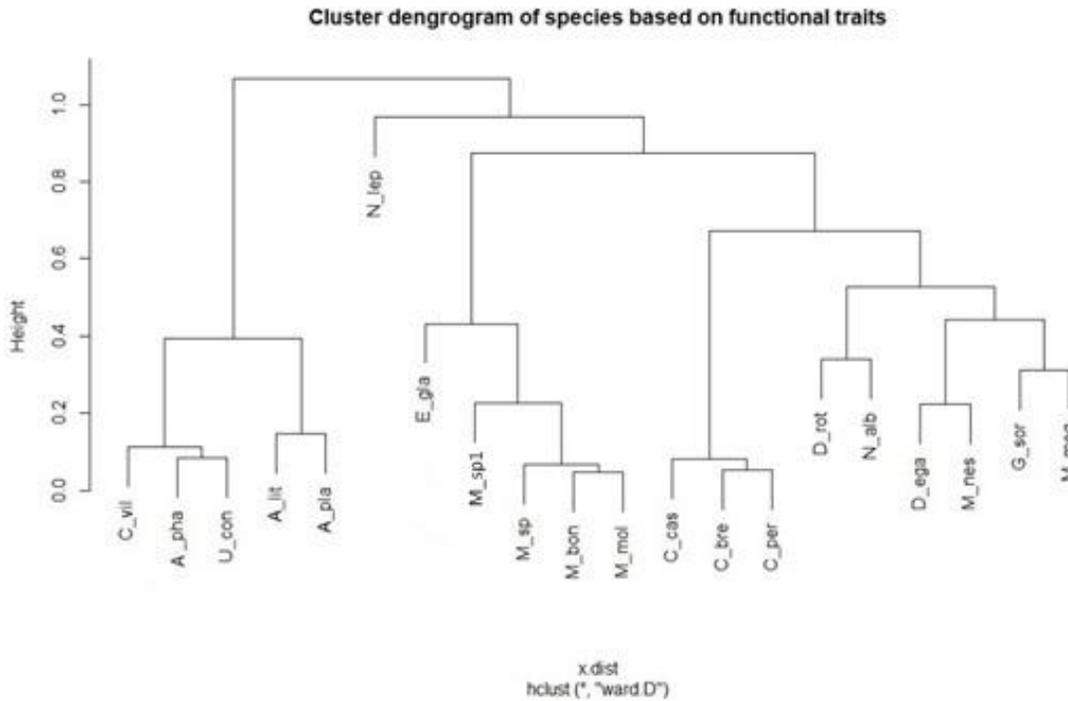
**Tabla 3.** Diversidad  $\alpha$  verdadera de murciélagos en un fragmento de bs-T en la finca Buenos Aires, municipio La Unión, departamento de Sucre.

Muestreos	Abundancia (# individuos)	Diversidad °D (Riqueza spp.)	Diversidad 1°D Exp (entropía $H'$ )	Diversidad 2°D (1/Simpson)	Compleitud (%)
General	52	20.0 ± 6.48	15.73 ± 6.84	12.40 ± 5.91	0.89 (89)
Época seca	41	18.0 ± 7.59	13.17 ± 7.62	9.55 ± 6.52	0.70 (70)
Época lluvias	11	7.0 ± 4.6	6.34 ± 4.7	5.76 ± 4.55	0.67 (67)

**La diversidad funcional** calculada con base en doce rasgos funcionales morfométricos y de historia de vida, indican características diferentes a la diversidad verdadera, riqueza funcional (FRic= 1.9989), la equitatividad funcional (FEve= 0.8005), índice de divergencia funcional (FDiv= 0.8691), dispersión funcional (FDis= 0.2495), y la entropía funcional (RaoQ= 0.0704).

El dendrograma de agrupamiento de las especies basado en los rasgos funcionales (**Figura 2**), indica la formación de **cinco grupos**: Grupo uno, de izquierda a derecha, indica una relación de cinco especies de murciélagos frugívoros, separadas en dos subgrupos. *A. lituratus* y *A. planirostris* relacionados por su índice de condición corporal (ICC), y *C. villosum*, *A. phaeotis*, *U. convexum* relacionados con estrategias de forrajeo (frugívoros nómadas), especies identificadas como forrajeadores pasivos de espacios estrechos entre la vegetación del dosel; *A. phaeotis* y *U. convexum* se relacionan por su índice de condición corporal. Un Grupo dos, aislado formado por la especie *Noctilio leporinus*, especie piscívora con características morfométricas particulares.

El Grupo tres, asocia especies insectívoras (Molossidae) relacionadas por sus estrategias de forrajeo como insectívoros aéreos rápidos. *M. bondae*, *M. molossus* y *Molossus sp.* se relacionan por la longitud de tibia, donde *M. bondae* y *M. molossus* guardaron correlación por su longitud del cuerpo. *Molossus sp1* y *M. molossus* se correlacionan por la longitud de trago, pero no presentan relación con la longitud de tibia y sus hábitos de forrajeo (forrajeadores aéreos de espacios abiertos entre y sobre el dosel); *E. glaucinus* se aleja de las especies de Molossus, debido a que solo guardó relación en sus estrategias de forrajeo y gremio trófico.



**Figura 2.** Dendrograma de similitud según los rasgos funcionales del ensamblaje de murciélagos mediante el método de Ward, en un fragmento de bs-T en La Unión, Sucre.

En el Grupo cuatro, las especies *C. brevicauda*, *C. perspicillata* y *C. castanea* se relacionan por sus estrategias de forrajeo (Frugívoros sedentarios), hábitos de forrajeo, asociándose también por la longitud de la tibia, antebrazo y longitud del cuerpo. Y el Grupo cinco, seis especies de las familias Noctilionidae, Phyllostomidae y Vespertilionidae se relacionan por la longitud de trago. *D. rotundus* y *N. albiventris* tienen relación por longitud del antebrazo; *D. ega* y *M. nesopolus* se relacionan por sus hábitos de forrajeo (forrajeadores aéreos de espacio de borde de dosel); *G. soricina* y *M. megalotis* estuvieron relacionadas por su ICC, pero sus hábitos de forrajeo únicos, les aleja un poco del grupo.

Con relación a la **Dieta de los murciélagos**, en 18 muestras fecales procesadas, se encontraron restos de pulpa de fruta, semillas y restos de insectos (**Tabla 4**). En ocho muestras se encontraron semillas de las familias Moraceae, Solanaceae, Urticaceae, Fabaceae, Malvaceae y Piperaceae, identificándose los géneros *Cecropia*, *Ficus*, *Guazuma* y *Piper*. Pulpa de frutas indeterminada se encontró en cuatro muestras; y en seis muestras se encontraron restos de insectos (antenas, patas,

restos de alas, fragmento de insectos), pertenecientes a especies de orden taxonómico-Coleóptera, Hymenoptera y un morfotipo no identificado.

**Tabla 4.** Dieta de murciélagos asociados a un fragmento de bs-T en la Finca Buenos Aires, en el municipio de La Unión, departamento de Sucre, Colombia.

Especies Murciélagos	Ítems	FAMILIA	ESPECIE plantas	ORDEN insectos
<i>A. lituratus</i>	Semillas	Urticaceae	<i>Cecropia sp.</i>	
<i>A. lituratus</i>	Semillas	Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	
<i>A. lituratus</i>	Restos de insectos			Coleoptera
<i>A. phaeotis</i>	Semillas	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	
<i>A. planirostris</i>	Semillas	Solanaceae		
<i>C. villosum</i>	Semillas	Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	
<i>U. convexum</i>	Pulpa de frutas		Morfotipo 1	
<i>C. brevicauda</i>	Pulpa de frutas		Morfotipo 1	
<i>C. brevicauda</i>	Restos de insectos			Indeterminado
<i>C. castanea</i>	Pulpa de frutas		Morfotipo 1	
<i>C. perspicillata</i>	Semillas	Solanaceae		
<i>C. perspicillata</i>	Semillas	Fabaceae		Coleoptera
<i>C. perspicillata</i>	Restos de insectos			Hymenoptera
<i>G. soricina</i>	Pulpa de frutas		Morfotipo 2	
<i>G. soricina</i>	Semillas	Piperaceae	<i>Piper sp.</i>	
<i>M. bondae</i>	Restos de insectos			Coleoptera
<i>P. nasutus</i>	Restos de insectos			Coleoptera

## DISCUSIÓN

**La Diversidad taxonómica** con 20 especies de murciélagos registradas para el fragmento de bs-T estudiado, corresponde al 9.5% de las especies que se registran para el país (Ramírez-Chávez et al. 2020), y al 30% de las especies registradas para el departamento de Sucre (Chacón-Pacheco et al. en preparación). Esta diversidad de especies de murciélagos es similar a lo que se esperaría para una zona Neotropical altamente heterogénea en términos de relieve, clima y vegetación (Solari & Martínez 2014), y para fragmentos de bs-T en Colombia (Sánchez et al. 2007). En Sudamérica se han encontrado ensamblajes de murciélagos con más de 30 especies (Stoner 2005, Avila-Cabadilla et al. 2012). Se sabe que la mayoría de los bs-T se ha reducido a fragmentos inmersos en matrices de ganadería extensiva y áreas de cultivos (Murphy & Lugo 1986, García & Santos 2014, Pardo & Payan 2015), y que esta transformación del

hábitat modifica las características estructurales de la vegetación, favoreciendo a las especies de murciélagos de la familia Phyllostomidae y subfamilia Stenodermatinae (Stoner 2005, Velásquez et al. 2009). La plasticidad fenotípica adaptativa de algunas especies Stenodermatinae, le otorgan la capacidad de explotar toda una variedad de recursos alimenticios y, por ende, beneficiarse de estos recursos en ambientes modificados, un aspecto que concuerda con los trabajos de Calonge (2009), Ballesteros (2015) y Duran & Pérez (2015).

La tolerancia de los murciélagos a las modificaciones del paisaje depende de su vagilidad, que les permite desplazarse entre fragmentos, abarcando grandes distancias y potenciando el acceso a una variedad de recursos de alimento y refugios (Castro-Luna et al. 2007, Meyer et al. 2008); de modo similar, la calidad del hábitat en los fragmentos favorece la diversidad de las especies generalistas, comunes, especialistas y raras (Ballesteros 2015). Las especies más representativas *M. molossus*, *G. soricina*, *A. planirostris* y *C. perspicillata*, resultaron ser especies comunes registradas para otras regiones del Caribe colombiano (Sampedro et al. 2007, Calonge 2009, Cabrera Duran 2011, Vela-V & Pérez-Torres 2012, López & Yulieth 2012, Olarte-González & Vela-Vargas 2013, Duran & Pérez 2015, Ballesteros 2015).

Desde el punto de vista de la **diversidad funcional**, las especies registradas para el fragmento de bs-T evaluado en la finca Buenos Aires, indican un buen funcionamiento del ecosistema, y está relacionada con el número de especies (Petchey & Gaston 2006, Saldaña et al. 2013 y Oliveira et al. 2016). En igual forma, los rasgos funcionales morfométricos y de historia de vida analizados resultaron ser particulares, agregando información sobre el papel ecológico que tienen las especies.

En el área evaluada, la **equitatividad funcional (FEve)** indica una homogeneidad en la distribución de las abundancias de las especies, así como una distribución equivalente de los rasgos a lo largo del ensamblaje (Villéger et al. 2010), aunque, para las especies *N. leporinus*, *N. albiventris* y *G. soricina*, se describieron funciones únicas. Algunos grupos pueden presentar funciones redundantes como especies frugívoras (Stenodermatinae y Carollinae), e insectívoras (Molossidae, Phyllostominae, Vespertilioninae y Myotinae). Se argumenta que una mayor riqueza de especies funcionalmente redundantes, apoya la resiliencia ante las perturbaciones, garantizando el funcionamiento de los ecosistemas (Córdova-T & Zambrano 2015, Fuentes Montejo 2019). La dominancia de los frugívoros e insectívoros pudo ser producto

de la disponibilidad de recursos como frutos e insectos, recursos tróficos que se encuentran en fragmentos de bs-T con perturbaciones (Vargas-Contreras et al. 2009, García-García y Santos Moreno 2014, Ballesteros 2015, Rangel-Acosta et al. 2016b).

El análisis de la **riqueza funcional** del ensamblaje de murciélagos con base en la utilización de los recursos potencialmente disponibles, indica un alto valor (FRic= 1.998) y que algunos de los recursos están siendo explotados, manteniendo una buena productividad (Mason et al. 2005, Córdova & Zambrano 2015). Mientras que, el índice de **divergencia funcional** presentó un valor intermedio (FDiv= 0.8691), indica en las especies dominantes un alto grado de diferenciación de nicho, lo que pudo reducir la competencia e incrementar la productividad como resultado de un uso más eficiente de los recursos (Vásconez Echeverría 2020).

La baja **dispersión funcional** (FDis= 0.2495) evidencia que no se encontró redundancia para todas las funciones del ensamblaje (Pla et al. 2012). Esta inequidad indica funciones únicas para algunas especies como: piscívoros aéreos recolectores (*N. leporinus* y *N. albiventris*), nectarívoros recolectores (*G. soricina*), forrajeadores activos de espacios abiertos (*D. rotundus*), resultados concordantes con el índice de equitatividad funcional (Fuentes Montejó 2019). Es importante tener en cuenta que las especies no tienen la misma equivalencia funcional, y la pérdida o adición de especies puede tener un impacto mayor o menor en los procesos ecosistémicos (Tilman et al. 1997, Magurran 2005). Por otra parte, **la entropía funcional** mostró un valor muy bajo (RaoQ= 0.0704), aunque al presentar un valor distinto a 0, se establece que existió diferenciación funcional entre las especies (Laliberté y Legendre 2010), lo que indica que la productividad del fragmento no es afectada (Villéger et al. 2010, Vásconez Echeverría 2020).

Los **rasgos funcionales** permitieron realizar agrupaciones con relaciones filogenéticas, como es el caso de las especies de la subfamilia Stenodermatinae, que al ser frugívoras posibilitan la movilización de semillas, apoyando el potencial regenerativo del ecosistema y de este modo ayudando a la estabilidad ecosistémica (Cadotte et al. 2011). Esto concuerda con lo encontrado por Fuentes-Montejó (2019) que, a través de los rasgos de historia de vida encontró en las relaciones de frugívoros nómadas y sedentarios, una mayor diversidad funcional. Por ejemplo, el género *Artibeus* con el rasgo de ICC más alto para los murciélagos frugívoros, fue representado por *A. lituratus* y *A. planirostris*, relación importante en la dispersión de semillas

más pesadas (López & Vaughan 2004), y en la regeneración de la vegetación (Saldaña-Vázquez & Schondube 2016).

Las especies insectívoras (Molossidae), por sus estrategias de forrajeo como insectívoros aéreos rápidos con alas larga y angostas que le permiten cazar sus presas, indican una relación en común (Freeman 2000), cuya ecolocalización ha evolucionado para emitir llamados de larga duración en búsqueda de insectos (Schnitzler y Kalko 2001). Se asume, con base a la teoría de nicho (Arleztaz et al. 1997), que las especies que utilizan diferentes estrategias y hábitos en la búsqueda de alimento minimizan la competencia por el mismo recurso, y posibilitan una mejor partición del nicho (Schinzler y Kalko 2001, Dezinguer & Schinzler 2013), agregando estabilidad ecosistémica (Dezinguer et al. 2016). El gremio de los insectívoros *Molossus spl* y *M. bondae* consumieron insectos (Coleoptera), coincidiendo con la aproximación de Vázquez-Mota (2011), demostrándose que la selección de las presas está ligada con la morfología, el comportamiento y la disposición de las mismas (Zang et al. 2011, Barber et al. 2015).

El género *Carollia*, utilizando diferentes hábitos y estrategias para buscar el alimento, evita el solapamiento con otras especies de murciélagos frugívoros, en particular con frugívoros nómadas que se caracterizan por buscar el recurso trófico en los estratos más altos, con lo que evitan la competencia (Casallas-Pabón 2009). La contribución funcional redundante de estos grupos apoya la resiliencia de la comunidad y estabilidad del sistema (Flynn et al. 2009, Farias & Jaksic 2011). Mientras que, *G. soricina* única especie nectarívora registrada en el muestreo, por sus estrategias de forrajeo nectarívoros recolectores, aportan a la eficiencia como polinizadores, promoviendo el cruzamiento de las plantas, siendo esta especie importante por ser funcionalmente única (Muchhala & Thomson 2010).

Los análisis de **diversidad alfa verdadera** del ensamblaje de murciélagos coinciden con lo descrito por Ballesteros (2015) en el departamento de Córdoba. Comparando los datos de diversidad de especies en muestreos de época seca y lluviosa, se nota alguna disparidad, pues la abundancia y riqueza de especies de los gremios tróficos aumenta en época lluviosa, probablemente en respuesta a la disponibilidad de recursos (Ávila-Cabadilla et al. 2009, Ramos-Pereira et al. 2010, Ballesteros 2015). Sin embargo, Willig et al. (2007) y Rothenwöhler et al. (2011) encontraron que fragmentos de bs-T neotropicales inmersos en áreas de potreros y cultivos, se caracterizan por presentar mosaicos de vegetación donde plantas típicas de

sucesiones tempranas florecen y fructifican de forma continua, fomentan la presencia de murciélagos filostómidos frugívoros y nectarívoros (García-García y Santos Moreno 2014); resultados que coinciden con los datos de este trabajo, donde la familia Phyllostomidae presentó dominancia para ambas épocas climáticas (seca y lluviosa). Se observó que todos los gremios tróficos fueron registrados en época seca, mientras que en la época de lluvia solo se hallaron frugívoros, insectívoros y piscívoros.

*A. planirostris*, *G. soricina* y *M. molossus* fueron las especies más representativas en esta época seca, contrario a lo reportado en fragmentos de bs-T en Córdoba, donde estas especies son abundantes en época lluviosa (Calonge 2009, Ballesteros 2015). Para este sitio, la abundancia de *M. molossus* se debe principalmente a que es común en ambientes con constantes perturbaciones (uso del suelo para ganadería y cultivos), dado que estos ambientes le ofrecen áreas abiertas para poder alimentarse, y por sus hábitos de forrajeo, tienden a ser uno de los murciélagos insectívoros que se capturan regularmente con redes de niebla (Schnitzeler & Kalko 2001 y Jung & Kalko 2011). La dominancia de *A. planirostris* y *G. soricina* se atribuye probablemente a su dieta generalista, y que se alimentan de variados recursos que son menos susceptibles a una variación temporal (Willig et al. 2007). Estos resultados muestran concordancia por lo encontrado en bs-T, donde estas especies fueron abundantes en época seca, explicado por que algunas plantas presentan floración y fructificación entre los meses de enero y marzo (Oyola-Rodríguez 2009), especialmente en la transición entre el periodo seco y lluvioso (Vela-Varga & Pérez-Torres 2012). La baja abundancia reportada para las fechas de la época lluviosa puede deberse a que, durante los días de muestreo llovió mucho durante la noche, condición que generalmente impide que los murciélagos salgan (MacCain 2007, Bracamonte 2018), reportándose bajas capturas.

Con relación a la **dieta** registrada, se nota una relación trófica entre las especies *A. lituratus*, *C. brevicauda*, *C. perspicillata* y *G. soricina*, coincidiendo con otros estudios en el Neotrópico donde la relación frugívoro-insectívoro es la más común en murciélagos (Arias y Pacheco 2019). Por otra parte, las especies *A. planirostris*, *C. castanea*, *C. villosum*, *A. phaeotis* y *U. convexum* presentaron una dieta estrictamente frugívora, lo que puede entenderse como una estrategia para evitar la competencia de los recursos (Giannini y Kalko 2004, Gonçalves da Silva et al. 2008). Los datos indican que el 37.5% de especies frugívoras se concentraron en

determinadas familias de plantas (Horn 1966). En este escenario, según las relaciones tróficas, los murciélagos se agrupan en frugívoros estrictos (Stenodermatinae), frugívoros-insectívoros (Caroliinae), nectarívoros-insectívoros (Glossophaginae) y los insectívoros estrictos (Vespertilionidae, Molossidae y algunos Phyllostomidae). Los hematófagos con *D. rotundus* no reporta dominancia en el ensamblaje, sin embargo, estos paisajes con presencia de ganado bovino son un factor clave para que los murciélagos hematófagos puedan mantener su población (Sampedro et al. 2008).

Análisis de dieta en murciélagos frugívoros develan la importancia de los géneros *Piper*, *Solanum* y *Ficus*, especies pioneras que contribuyen a la regeneración de áreas fragmentadas y degradadas, en las primeras etapas de sucesión vegetal; un aspecto que puede generar conectividad estructural, mejorando la calidad del hábitat para la fauna asociada (Ballesteros 2015). En este proceso ecológico, se demuestra la importancia funcional de los murciélagos frugívoros en la dispersión de las semillas, un servicio ecosistémico fundamental en la dinámica y regeneración natural de los bosques tropicales (García-Herrera 2019).

**La riqueza de especies** refleja el esfuerzo de muestreo realizado, con 20 especies de murciélagos para el fragmento de bs-T, el bajo esfuerzo de muestreo, y el hecho de emplear solo una técnica de captura con redes de niebla, pudo influir en los resultados (Stoner 2005, Prone et al. 2012). Muestreos complementarios con técnicas de detección electrónica y trampas de arpa podría mejorar la riqueza de especies detectada (Ballesteros et al. 2007, López & Díaz 2013, Garcés-Restrepo et al. 2016), especialmente de especies insectívoras de las familias Molossidae, Vespertilionidae y Emballonuridae (Delgado-Jaramillo et al. 2011).

## **Conclusiones**

Se comprueba la hipótesis, donde los murciélagos de la familia Phyllostomidae presentaron dominancia sobre las demás familias, más sin embargo la oferta de alimento evidenciado en los análisis procedentes de las dietas favoreció a la diversidad de la quiróptero-fauna tanto de especies comunes y raras contribuyendo en la continuidad temporal del ensamblaje. Los distintos grupos funcionales formados a partir de los rasgos morfométricos y de historia de vida, demuestran que especies frugívoras e insectívoras presentan redundancia funcional y que, junto a las especies funcionalmente únicas, determinan en buena parte la estabilidad y funcionamiento de los ecosistemas.

## Recomendaciones

Incrementar el esfuerzo de muestreo a lo largo del ciclo anual utilizando diferentes métodos de captura, incluyendo métodos de detección electrónica de las especies, a fin de determinar con mayor certeza la estructura y composición del ensamblaje de murciélagos. De igual manera, es importante realizar el estudio de la estructura y composición de la vegetación y de otros grupos faunísticos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, R. A., & Thibault, K. M. (1999). Growth, development, and histology of the calcar in the little brown bat, *Myotis lucifugus* (Vespertilionidae). *Acta chiropterologica*, 1(2), 215-221.
- Aguirre, L. F. (2002). Structure of a Neotropical savanna bat community. *Journal of Mammalogy*, 83(3):775-784.
- Aguirre, L.F. & Bárquez, R.M. (2013). Critical Areas for bat Conservation: Latin American Conservationists Build a Grand Strategy. *Bats Spring* 31(1):10-12.
- Anthony, E. L. P. (1988). Age determination in bats. *Ecological and behavioural methods for the study of bats*, 1-28.
- Arias, E. y Pacheco, V. (2019). Dieta y estructura trófica de un ensamblaje de murciélagos en los bosques montanos del Santuario Nacional Pampa Hermosa, Junín, Perú. *Revista peruana de biología* 26(2): 169 - 182 (2019) doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v26i2.16375>.
- Arlettaz, R., Perrin, N., & Hausser, J. (1997). Trophic resource partitioning and competition between the two sibling bat species *Myotis* and *Myotis blythii*. *Journal of animal ecology*, 897-911.
- Ávila-Cabadilla LD, Sánchez-Azofeifa GA, Stoner KE, Álvarez-Añorve MY, Quesada M, et al. (2012) Local and landscape factors determining occurrence of phyllostomid bats in tropical secondary forests. *PLoS One* 7: e (35):228.
- Ballesteros Correa, J. y Racero-Casarrubia, J. (2015). Mamíferos de Córdoba. En J. Ballesteros Correa (Ed.), *Fauna de Córdoba, Colombia Grupo de investigación Biodiversidad Unicórdoba. Facultad de Ciencias Básicas* (pp. 324). Fondo Editorial Universidad de Córdoba. Colombia. <https://n9.cl/ed04d>.
- Ballesteros, J. (2015). *Efecto del manejo silvopastoril y convencional de ganadería extensiva sobre el ensamblaje de murciélagos asociados a fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia* (Tesis Doctoral). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- Barber, J. R., Leavell, A. L. Keener, J. W. Breinholt, B.A. Chadwell, C, J. McClure, G. H. Hill, A. Y. Kawahara. (2015). Moth tails divet bats attack; evolution of acoustic deflections. *P. Nalt. Aca. Sci.* 112(28):12-281.
- Bejarano-Bonilla, D.A., Yate-Rivas, A., Bernal-Bautista, M.H. (2007). Diversidad y distribución de la fauna quiróptera en un transecto altitudinal en el departamento de Tolima, Colombia. *Caldesia* 29 (2): 297-308.

- Bellwood, D.R., Wainwright, P.C., Fulton, C.J., Hoey, A. S. (2006). Functional versatility supports coral reef biodiversity. *Proceedings of the Royal Society* (273): 101-107.
- Bracamonte, J. C. (2018). Protocolo de muestreo para la estimación de la diversidad de murciélagos con redes de niebla en estudios de ecología. *Ecología Austral*, 28(2), 446-454.
- Brower J, Zar J, Von C (1989) Field and laboratory methods for general Ecology. Wm C. Brown Publishers.
- Cabrera-Duran, Y. (2011). *Composición, estructura y distribución del ensamble de murciélagos durante la época de lluvia presentes en el departamento de Sucre-Colombia*. (Tesis pregrado). Universidad del Magdalena, Colombia.
- 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.
- Cadotte, M. W., Carscadden, K., & Mirotchnick, N. (2011). Beyond species: functional diversity and the maintenance of ecological processes and services. *Journal of applied ecology*, 48(5), 1079-1087.
- Calderón, R. ( 06 de abril de 2021). La Union. *Colombiaturismoweb*. <http://www.colombiaturismoweb.com/DEPARTAMENTOS/SUCRE/MUNICIPIOS/LA%20UNION/LA%20UNION.htm>
- Calderón-Patrón JM, Briones M, Moreno CE (2013) Diversidad de murciélagos en cuatro tipos de bosque de la Sierra Norte de Oaxaca, México. *Therya* 4:121-137.
- Calonge- Camargo, B. (2009). *Dieta y estructura trófica del ensamblaje de Murciélagos en un sistema de ganadería Extensiva en Remates de bosque seco tropical en Córdoba (Colombia)*. (Tesis pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- CARSUCRE. (2007). Plan de acción Trienal 2007-2009. Corporación Autónoma Regional de Sucre. Sincelejo, Colombia. 125.
- Casallas-Pabón DF. (2016). *Estrategías para la restauración ecológica de bosques tropicales mediante la dispersión de semillas por murciélagos frugívoros*. (Tesis Doctoral). Universidad Nacional de Colombia.
- Casallas-Pabón, D. (2009). Estratificación vertical y horario de actividad del ensamble de murciélagos en un bosque primario del trapecio Amazónico Colombiano (trabajo de grado). *Bogotá: Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia*, 47.
- Casanoves, F., Pla, L., y Di Rienzo, J. A. (eds). (2011). Valoración y análisis de la diversidad funcional y su relación con los servicios ecosistémicos. Turrialba, Costa Rica. *Catie*. 102.
- Castillo-Figueroa, D., y Pérez-Torres, J. (2018). Respuestas funcionales de murciélagos asociados a fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba (Colombia): implicaciones del tipo de manejo en sistemas de ganadería extensiva. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 8(3), 197-211.
- Castro-Luna, 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 southeastern Mexico. *Animal Conservation*, 10: 219-229.
- Chacón- Pacheco, J. J., Salcedo- Rivera, G. A., & Zarate-Charry D. (En preparación). Mamíferos del departamento de Sucre, Colombia. *Sometido a Biota*.

- Chacón-Pacheco, J. J., y Ballesteros-Correa, J. (2019). Mejor condición corporal de *artibeus lituratus* en fragmentos de bosque seco asociados a sistemas silvopastoriles que en sistemas convencionales de ganadería en Córdoba, Colombia. *Oecologia Australis*, 23(3):589-605.
- Claramunt, S., E. P. Derryberry, J. V. Remsem, Jr., y R. T. Brumfeld. (2012). High dispersal ability inhibits speciation in a continental radiation of passerine bird. *Proceeding of the Royal society of London serie B* 279: 1567-1574.
- Collinge SK. (2009). Ecology of fragmented landscapes: Foreword by Forman RT. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Colwell, R. K., Mao, C. X. y Chang, J. (2005). Interpolando, extrapolando y comparando las curvas de acumulación de especies basadas en su incidencia.
- Córdova F y Zambrano L. (2015). La diversidad funcional en la ecología de comunidades. *Revista Ecosistemas*, 24(3): 78-87.
- Cornejo, F., & Janovec, J. (2010). *Seeds of Amazonian plants* (Vol. 64). Princeton University Press.
- DANE. Departamento de Planeación Nacional de Estadísticas. (2015-2020). *Resultados y proyecciones*, Recuperado de [http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepoblacion06\\_20/Proyeci onMunicipios2005\\_2020.xls](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepoblacion06_20/Proyeci onMunicipios2005_2020.xls)
- Delgado-Jaramillo, M., Machado, M., J García, F., y Ochoa, J. (2011). Murciélagos (Chiroptera: Mammalia) del Parque Nacional Yurubí, Venezuela: listado taxonómico y estudio comunitario. *Revista de Biología Tropical*, 59(4), 1757-1776.
- Denzinger, A., & Schnitzler, H. U. (2013). Bat guilds, a concept to classify the highly diverse foraging and echolocation behaviors of microchiropteran bats. *Frontiers in physiology*, 4, 164.
- Denzinger, A., Kalko, E. K., Tschapka, M., Grinnell, A. D., & Schnitzler, H. U. (2016). Guild structure and niche differentiation in echolocating bats. In *Bat bioacoustics*. Springer, New York, NY 141-166.
- Díaz, M. M., Solari, S., Aguirre, L. F., Aguiar, L., & Barquez, R. M. (2016). Clave de identificación de los murciélagos de Sudamérica/Chave de identificação dos morcegos da América do Sul. *Publicación Especial Nro*, 2, 160.
- Durán, A. A. y Pérez, S. C. (2015). Ensamblaje de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) en dos zonas del Departamento de Sucre, Colombia. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.), 31(3): 358-3.
- EKV, Handley CO. (2001). Neotropical bats in the canopy: diversity, community structure, and implications for conservation. *Plant Ecology*. (153):319–333.
- Farias, A. A. & Jaksic, F. M. (2011). Low functional richness and redundancy of a predator assemblage in native forest fragments of Chiloe Island, Chile. *Journal of Animal Ecology*, 80: 809–817
- Fleming TH, Heithaus ER. (1981). Frugivorous bats, seed shadows, and the structure of tropical forests. *Biotropica*. 1981; 13:45-53. Doi:10.2307/2388069
- Flores-Saldaña, M. G. (2008). Estructura de las comunidades de murciélagos en un gradiente ambiental en la reserva de la biosfera y tierra comunitaria de origen Pilon Lajas, Bolivia. *Mastozoología neotropical*, 15(2), 309-322.

- Flynn, D. F. B., Gogol-Prokurant, M., Nogueira, T., Molinari, N., Trautman, B., Lin, B. B., Simpson, N., Mayfield, M. M. & DeClerk, F. (2009). Loss of functional diversity under land use intensification across multiple taxa. *Ecology Letters*, 12: 22–33.
- Freeman, P. W. (2000). Macroevolution in Microchiroptera: Recoupling morphology and ecology with phylogeny. *Evolutionary Ecology Research*, 2: 317-335.
- Fuentes Montejo, C.E. (2019). *Análisis de la diversidad funcional de los murciélagos (Mammalia: Chiroptera) y su señal filogenética según sus hábitos alimenticios dentro del Área de usos múltiples hawaii, santa rosa, Guatemala*, (Tesis pregrado). Universidad DE san Carlos de Guatemala.
- Futuyma DJ. (2005). *Evolutionary Biology*. Sinauer Associates, Inc. Publishers. Massachusetts, EUA. 543 p.
- Galindo-González, J., Guevara, S., & Sosa, V. J. (2000). Bat-and bird-generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. *Conservation biology*, 14(6):1693-1703.
- Garcés-Restrepo, M. F., Giraldo, A., López, C., y Ospina-Reina, N. F. (2016). Diversidad de murciélagos del campus Meléndez de la Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia: *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 20(1), 116-125.
- García R, Moreno CE, Bello J. (2011). Renovando las medidas para evaluar la diversidad en comunidades ecológicas: el número de especies efectivas de murciélagos en el sureste de Tabasco, México. *Therya* 2:205-215.
- García-García JL, Santos-Moreno A. (2014). Variación estacional en la diversidad y composición de ensamblajes de murciélagos filostómidos en bosques continuos y fragmentados en Los Chimalapas, Oaxaca, México *Revista Mexicana de Biodiversidad*. (85): 228-241.
- García-Herera, L. V., Ramírez- Fráncel L. A., y Flórez, G. R. (2019). Consumo de plantas pioneras por murciélagos frugívoros en un fragmento de bosque seco tropical (Colombia). *Ciencia en desarrollo*, 10(2).
- García-Morales, R., Moreno, C. E., Badano, E. I., Zuria, I., Galindo-González, J., Rojas-Martínez, A. E., & Ávila-Gómez, E. S. (2016). Deforestation impacts on bat functional diversity in tropical landscapes. *PLoS One*, 11, e0166765. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166765>
- Gardner AL. (2007). *Mammals of South America, Volume 1. Marsupials, Xenarthrans, Shrews and Bats*. The University of Chicago Press. Chicago
- Giannini N.P & Kalko EKV. (2004). Trophic structure in a large assemblage of phyllostomids bats in Panama. *Oikos* (105):209-220.
- Giannini, N. P., & Kalko, E. K. (2005). The guild structure of animalivorous leaf-nosed bats of Barro Colorado Island, Panama, revisited. *Acta Chiropterologica*, 7(1), 131-146.
- Gonçalves da Silva A.G., Gaoma y Medellín R.A. (2008). Diet and Trophic in a community of fruit-eating bats in Lacandon forest. Mexico. *Journal of Mammalogy* 89(1): 43-49.
- Hackathon, R., Boker, B., Butler, M., Cowan, P., de Vienne, D., Eddelbuettel, D., Holder, M., Jombart, T., Kembel, S., Michonneau, F., Orme, D., O’Meara, B., Paradis, E., Regetz, J. y Zwickl, D. (2017). Phylobase: Base package for phylogenetic structures and comparative data. R package, version 0.8.4. <https://github.com/fmichonneau/phyloba>
- Heithaus ER. (1982). Coevolución entre murciélagos y plantas. Pp. 321-367. En: Kunz, TH (ed.). *Ecología de murciélagos*. Plenum Press, Nueva York, 425 p.

- Horn, H. S. (1966). Measurement of "overlap" in comparative ecological studies. *The American Naturalist*, 100(914), 419-424.
- Houston, R. D., Boonman, A. M., & Jones, G. (2004). Do echolocation signal parameters restrict bats' choice of prey. *Echolocation in bats and dolphins*, 339- 345.
- Hsieh, T.C., Ma, K.H. & Chao, A. (2016). iNEXT: An R package for interpolation and extrapolation of species diversity (Hill numbers). To appear in *Methods in Ecology and Evolution*.
- Jackson, H. B., & Fahrig, L. (2014). Are ecologists conducting research at the optimal scale *Global Ecology and Biogeography*, 24, 52–63. <https://doi.org/10.1111/geb.12233>
- Jiménez-Valverde, A. y J. Hortal. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*. 8, (31)-XII: 151 – 161.
- Jost L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos* (113):363-375.
- Jung, K., y Kalko, E. K. (2011). Adaptability and vulnerability of high-flying Neotropical aerial insectivorous bats to urbanization. *Diversity and Distributions*, 17(2), 262-274.
- Kalacska ME, Sánchez-Azofeifa GA, Calvo JC, Rivard B, Quesada M. (2005). Effects of season and successional stage on leaf area index and spectral vegetation indices in three mesoamerican tropical dry forests. *Biotropica* 37:486-496.
- Kalka, M. & E. Kalko. (2006). Gleaning bats as underestimated predators of herbivorous insects: diet of *Micronycteris microtis* (Phyllostomidae) in Panama. *J. Trop. Ecol.* 22: 1-10.
- Kalko EKV, Herre EA, Handley CO, Jr. (1996). Relation of fig fruit characteristics to fruit-eating bats in the New and Old-World tropics. *Journal of Biogeographic* 23(4):565-576.
- Krauss J, Bommarco R, Guardiola M, Heikkinen R, Helm A, Kuussaari M, Lindborg R, Öckinger EPärtel M, et al., (2010). Habitat fragmentation causes immediate and timedelayed biodiversity loss at different trophic levels. *Ecology Letters*. (13):597-605.
- Kunz T, Parsons S. (2009). Ecological and behavioral methods for the study of bats. The Johns Hopkins University Press, Baltimore
- Kunz, T. H., & Anthony, E. L. (1982). Age estimation and post-natal growth in the bat *Myotis lucifugus*. *Journal of Mammalogy*, 63(1): 23-32p.
- Kunz, T. H., Braun de Torrez, E., Bauer, D., Lobova, T., & Fleming, T. H. (2011). Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223(1), 1-38.
- Laliberté, E., y Legendre, P. (2010). A distance-based framework for measuring functional diversity from multiple traits. *Ecology*, 91(1), 299-305.
- LaVal RK, Rodríguez B. (2002). Murciélagos de Costa Rica, Bats. Instituto Nacional de Biodiversidad, INBio, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica
- Linares O. (1998). Mamíferos de Venezuela. Sociedad Conservacionista Audobun de Venezuela, Caracas
- Linares, E.L.; Moreno-Mosquera, E.A. (2010). Morfología de los frutiolos de *Cecropia* (Cecropiaceae) del pacífico colombiano y su valor taxonómico en el estudio de dietas de murciélagos. *Caldasia* 32(2):275-287.
- Lobova, T.A.; Kulen, K.; Geiselman, K. y Mori, S. A. (2009). *Seed Dispersal by Bat in the Neotropics*. The New York Botanical Garden, USA.
- López Berrizbeitia, M. F., & Díaz, M. M. (2013). Diversidad de murciélagos (Mammalia, Chiroptera) en la ciudad de Lules, Tucumán. *Acta zoológica mexicana*, 29(1), 234-239.

- Lopez, J. E., & Vaughan, C. (2004). Observations on the role of frugivorous bats as seed dispersers in Costa Rican secondary humid forests. *Acta chiropterologica*, 6(1), 111-119.
- López, N., Y Yulieth, L. (2012). *Murciélagos asociados a cuatro tipos de ambientes en el parque nacional natural Tayrona, Caribe colombiano* (Tesis Doctoral) Universidad de Magdalena, Colombia.
- Luck, G. Smallbone, L. Threlfall, C y Law, B. (2013). Paterns in bats guld across multiple urban centres in South-easterns Australia. *Landscape. Ecol* 28. 455-469.
- Magurran, A. (2005). *Measuring biological diversity*. Blackwell Science, Estados Unidos
- Mason N, Mouillot D, Lee W y Wilson J. (2005). Functional richness, functional evenness, and functional divergence: the primary components of functional diversity. *Oikos*, 111(1): 112-118.
- McCain, CM (2007). ¿Podría la temperatura y la disponibilidad de agua impulsar los patrones de riqueza de especies en altura? Un estudio de caso global para murciélagos. *Ecología global y biogeografía*, 16 (1), 1-13.
- Medellín, R. & O. Gaona. (1999). Seed dispersal by bats and birds in forest and disturbed habitats of Chiapas, Mexico. *Biotropica*. 31: 478-485.
- Medellín, RA. (1993). Estructura y diversidad de la comunidad de murciélagos en el trópico húmedo mexicano. 334-354.
- Meyer C, Frund J, Pineda W, Kalko E. (2008). Ecological correlates of vulneravility to fragmentation in Neotropical bats. *Journal of Applied Ecology* 45:381-391.
- Mora-Fernández, C., y Peñuela-Recio, L. (2013). Salud ecosistémica de las sabanas inundables asociadas a la cuenca del río Pauto, Casanare, Colombia. *Yoluka ONG, Fundación de Investigación en Biodiversidad y Conservación, Fundación Horizonte Verde y Ecopetrol SA*.
- Morales, R. (2006). *Composición y sobreposición alimentaria de murciélagos frugívoros en el "Santuario de Vida Silvestre Cavernas del Repochón" (Parque Nacional Carrasco-Cochobamba)*. (Tesis pregrado), Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba.
- Moreno CE, Barragán F, Pineda E, Pavón NP. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. (82):1249-1261.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza, España: M&TManuales y Tesis SEA.
- Muchhala, N., & Thomson, J. D. (2010). Fur versus feathers: pollen delivery by bats and hummingbirds and consequences for pollen production. *The American Naturalist*, 175(6), 717-726.
- Müller, R. (2004). A numerical study of the roles of the tragus in the big brown bat of the Acoustical. *Society of America* 116 (6):12-3701
- Murphy, P. G. & Lugo, A. E. (1986). Ecology of tropical dry forest. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 17, 67-88.
- Olarte-González, G., y Vela-Vargas, I. M. (2013). Composición y estructura del ensamblaje de murciélagos en tres coberturas vegetales del Parque Nacional Natural Tayrona. *BoletínAlúna*, 4, (2).
- Oliveira B, Machac A, Costa G, Brooks T, Davidson A, Rondinini C y Graham C. H. (2016). Species and functional diversity accumulate differently 30 in mammals. *Global Ecology and Biogeography*, 25(9), 1119- 1130.

- Oloya- Rodríguez, M. H. (2009). *Análisis de extratificación vertical del ensamblaje de murciélagos en un fragmento de bosque seco tropical* (Tesis pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- Pardo-Vargas LE, Payan-Garrido E. (2015). Mamíferos de un agropaisaje de palma de aceite en las sabanas inundables de Orocué, Casanare, Colombia. *Biota Colombiana*. 16(1):54-66.
- Pereira, A. D., I. P. De lima. N. R. Dos reis. (2019). Changes in bats diversity in agrosystems in the atlantics rain forest brazil. *Mastozoología Neotropical*. ISSN 1666-0536.
- Pereira, E. F. B. (2016). Guía de sementes dispersas por morcegos (Mammalia: Chiroptera) da América Latina.
- Petchey, O. L. y Gaston, K. J. (2006). Functional diversity: back to basics and looking forward. *Ecology Letters*, 9: 741-758. doi: 10.1111/j.1461-0248.2006.00924.x.
- Pineda-Guerrero A., González-Maya J.F. y Pérez-Torres J. (2014). En prensa. Conservation value of forest fragments for medium-sized carnivores in a silvopastoral system in Colombia. *Mammalia*.
- Pla, L., Casanoves, F. y Di Rienzo, J. (2012). *Quantifying Functional Biodiversity*. Dordrecht: Springer, 98 pp.
- Ramírez Fráncel, L. A. (2015). Murciélagos insectívoros de dos fragmentos de bosque seco tropical, Tolima-Colombia. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 1(27).
- Ramírez-Chaves, H. E., Noguera-Urbano, E. A., Morales-Martínez, D. M., Zurc, D., Vargas-Arboleda, A. F., y Mantilla-Meluk, H. (2020). Endemic bats (Mammalia: Chiroptera) of Colombia: State of knowledge, distribution, and conservation. *Universitas Scientiarum*, 25(1), 55-94.
- Ramos Pereira, MJ, Marques, JT y Palmeirim, JM. (2010). Respuestas ecológicas de los murciélagos frugívoros a la fluctuación estacional en la disponibilidad de frutos en los bosques amazónicos. *Biotropica*, 42 (6), 680-687.
- Rangel-Acosta, J.L., Martínez-Hernández, N.J., Gutiérrez-Rapalino, B.P., Gutiérrez-Moreno, L.C., y Borja-Acuña, R.A. (2016b). - Efecto del tamaño de la ronda hidráulica sobre las comunidades de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en la cuenca media y baja del río Cesar, Colombia. *Entomotropica*, 31 (15): 109-130.
- Rothenwöhler, C., Becker, N. I., & Tschapka, M. (2011). Resource landscape and spatio-temporal activity patterns of a plant-visiting bat in a Costa Rican lowland rainforest. *Journal of Zoology*, 283(2), 108-116.
- Saldaña, A. (2013). Relación entre riqueza de especies y diversidad funcional de atributos foliares en dos ensambles de especies siempreverdes de un bosque templado lluvioso. *Gayana. Botánica*, 70(2), 177-187.
- Saldaña-Vázquez, R. A. (2014). Intrinsic and extrinsic factor affecting dietary specialization in Neotropical frugivorous bats. *Mammal Review*, 44: 215-224.
- Saldaña-Vázquez, R. A., & Schondube, J. E. (2016). La masa corporal explica la dominancia de Artibeus (Phyllostomidae) en ambientes urbanos. In *Memorias en Extenso del I Congreso de Fauna Nativa en Medios Antropizados* (A. Ramírez-Bautista, y R. Pineda-López, eds.). CONACYT-UAQ, México 23-33pp.
- Sampedro, A., Martínez, C. M., De La Ossa, K., Otero, Y. L., Santos, L.M., Osorio, S. y Mercado, A. M. (2007). Nuevos registros de especies de murciélagos para el

- Departamento de Sucre y algunos datos sobre su ecología en esta región colombiana. *Caldasia*. (29): 355-362.
- Sampedro-Marin A., Martinez Bravo C., Mercado Ricardo A., Osorio Ozuna S. Otero Fuentes y., Santos Espinosa L y Diaz Tono R. (2008). Refugios, periodo reproductivo y composición social de las poblaciones de *Desmodus rotundus* (Geoffroy, 1810) (CHIROPTERA: PHYLLOSTOMIDAE), en zonas rurales del departamento de Sucre, Colombia. *Caldasia* 30 (1): 123-130.
- Sanmartín-Sierra, D. R., Angarita-Hernández, D. F., Mercado-Gómez, J. D. (2016). Estructura y composición florística del bosque seco tropical de Sanguaré-Sucre (Colombia). *Ciencia en Desarrollo*, 7 (2): 43-56. ISSN 0121-7488.
- Sánchez F, Alvarez J, Ariza C, Cadena A. (2007). Bat assemblage structure in two dry forest of Colombia: Composition, species richness, and relative abundance. *Mammalian Biology* 72(2):82-92
- Schnitzler, H. U., y Kalko, E. K. (2001). Echolocation by insect-eating bats we define four distinct functional groups of bats and find differences in signal structure that correlate with the typical echolocation tasks faced by each group. *Bioscience*, 51(7): 557-569.
- Sikes, R. S., & Animal Care and Use Committee of the American Society of Mammalogists. (2016). 2016 Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research and education. *Journal of mammalogy*, 97(3), 663-688. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyw078>.
- Shiel CB, McAney CM, Sullivan C, Fairley JS. (1997). Identification of arthropod fragments in bat droppings. *Occasional publication Mammal Society*, 17.
- Solari S y Martínez- Arias V. (2014). Recent changes in systematics and taxonomy of Neotropical bats (Mammalia: Chiroptera). *THERYA*, 5(1):167-1.
- 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.
- Soriano, P. (2000). Functional structure of bat communities in tropical rainforest and Andean Cloud Forest. *Ecotropicos*, 13(1):1-20.
- Stoner, K. E. (2005). Phyllostomid bat communities' structure and abundance in two contrasting tropical dry forest. *Biotropica* 37(4):591-599.
- Suárez-Castro, A. F., y Montenegro, O. L. (2015). Consumo de plantas pioneras por murciélagos frugívoros en una localidad de la Orinoquía Colombiana. *Mastozoología neotropical*, 22(1), 125-139.
- Swartz, S. M., & Middleton, K. M. (2008). Biomechanics of the bat limb skeleton: scaling, material properties and mechanics. *Cells Tissues Organs*, 187(1), 59-84.
- Swenson, N. G. (2014). *Functional and phylogenetic ecology in R*. Nueva York, EEUU: Springer.
- Tarrasón, D., T. Urrutia, F. Ravera. (2010). Conservation status of tropical dry forest remnants in Nicaragua: Do ecological indicators and social perception tally? *Biodivers Conserv*. (19):813–827.
- Terborgh, J., Van Schaik, C., Davenport, L., & Rao, M. (Eds.). (2002). *Making parks work: strategies for preserving tropical nature*. Island Press.
- Tilman, D., Knops, J., Wedin, D., Reich, P., Ritchie, M., & Siemann, E. (1997). The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. *Science*, 277(5330), 1300-1302.

- Tirira, D. (1998). Técnicas de campo para el estudio de mamíferos silvestres. *Biología, Sistemática y Conservación de los Mamíferos del Ecuador. Museo de Zoología, Centro de Biodiversidad y Ambiente. Pontificia Universidad Católica del Ecuador*, 93-126.
- Tirira, D. (2007). Mamíferos del Ecuador. Guía de campo. Ediciones Murciélago Blanco. Quito, Ecuador.
- Trindae-Filho, J., F. L. Sobral., M. V. Cianciaruso, & R. D. Loyola. (2011). Using indicator groups to represent bird phylogenetic and functional diversity. *Biological Conservation* 146 (1): 155-162.
- Vargas-Contreras, J., R. Medellín, G. EscalonaSegura, & L. Interián-Sosa, L. (2009). Vegetation complexity and bat-plant dispersal in Calakmul, Mexico. *Journal of Natural History* 43(3-4):219-243.
- Vásconez Echeverría, Á. N. (2020). *Ensamblaje de mamíferos terrestres según sus patrones de actividad y diversidad funcional en el Refugio de Vida Silvestre Pasochoa* (Tesis de pregrado), Universidad Central del Ecuador.
- Vaughan. T.A., J.M. Ryan, N.J. Czaplewski (2010) *Mammalogy Doestication*, Jones & Bartlett Publishers, USA.
- Vázquez Mota, C. I. (2011). *Identidad taxonómica y tamaño de las presas consumidas por algunas especies de murciélagos de la familia Molossidae (Mammalia: Chiroptera)*. (Tesis de grado), Universidad Veracruzana, Veracruz, México.
- Vela, I. y Pérez, J. (2012). Murciélagos asociados a remanentes de bosque seco tropical en un sistema de ganadería extensiva (Colombia). *Chiroptera Neotropical* 18: 1089-1100.
- Velásquez, J., González, L. A., & ARCAS, A. P. (2009). Composición, diversidad y categorías tróficas de dos comunidades de murciélagos en zonas xerofíticas del estado sucre, Venezuela. *SABER. Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente*, 21(1), 3-11.
- Villéger, S., Mason, N.W.H., Mouillot, D. (2008). New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology. *Ecology*. (89): 2290-2301.
- Villéger, S., Miranda, J.R., Hernández, D.F., Mouillot, D. (2010). Contrasting changes in taxonomic vs. functional diversity of tropical fish communities after habitat degradation. *Ecological Applications* 20: 1512-1522.
- Waser NM, Chittka L, Price MV, Williams NM, Ollerton J. (1996). Generalization in pollination systems, and why it matters. *Ecology*, 77: 1043-1060.
- Whitaker JO, McCracken GF, Siemer BM. (2009). Food habitats analysis of insectivorous bats, pp 529-592, in: *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. Kunz TH & Passons S (eds.). The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Willig MR, Presley SJ, Bloch CP, Hice CL, Yanoviak., S. (2007). Phyllostomid bats of lowland Amazonia: Effects of habitat alteration on abundance. *Biotropica* 39:737-746
- Wilson D. E. Reeder D. M. (Eds.). (2005). *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference*. 3rd ed. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland. Vols. 1 and 2.
- Wright, J. P., Naeem, S., Hector, A., Lehman, C., Reich, P. B., Schmid, B. & Tilman, D. (2006). Conventional functional classification schemes underestimate the relationship with ecosystem functioning. *Ecology Letters*, 9: 111–120.
- Zang. J., N. Xiang. L., Jiang, G., Jones., Zheng, B., Liu y Zhang. (2011). Moth wing scales slightly increase the absorbance of bats echolocation calls. *PLoS ONE* 6:27190