









Murciélagos (Chiroptera) en un fragmento de bosque húmedo premontano en Norte de Santander, Colombia

Alejandra Rodríguez-González¹, Karol J. Baez-Bernal^{1*}, Carlos A. Contreras-Vega¹, Claudia M. Quintero-Parales¹, Diego R. Gutiérrez-Sanabria¹, Dilan A. Vergara-Comas²

1 Grupo de Investigación en Ecología y Biogeografía (GIEB), Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de Pamplona, Km 1 Vía a Bucaramanga, Pamplona, Colombia.

2 Grupo de Investigación Biología Evolutiva, Departamento de Biología, Universidad de Sucre, Cra. 28 #5-267, Puerta Roja, Sincelejo, Sucre, Colombia.

* Correspondencia: karol.baez@unipamplona.edu.co

Resumen

Los murciélagos, por su alta diversidad ecológica y facilidad de muestreo, son un grupo clave para evaluar cambios. En Colombia, representan el 40,2% de los mamíferos, pero la destrucción de sus hábitats amenazan sus poblaciones, favoreciendo especies generalistas y reduciendo aquellas con necesidades específicas. En Norte de Santander, la variedad de pisos térmicos sustenta una gran biodiversidad, pero el conocimiento sobre murciélagos en bosques premontanos sigue siendo limitado en comparación con otras regiones del país. Aquí se describe la comunidad de murciélagos asociados a un fragmento de bosque húmedo premontano en La Granja Experimental Villa Marina de la Universidad de Pamplona. Con un esfuerzo total de 1.080 red-horas, se capturaron 169 individuos pertenecientes a 17 especies, siete géneros, seis subfamilias y dos familias, con una efectividad de muestreo del 89,5%. La familia Phyllostomidae representó la mayor diversidad con seis especies y el mayor porcentaje de individuos capturados. Las especies con mayor abundancia relativa fueron *Carollia perspicillata* (31,95%) y *Dermanura cf. glauca* (15,97%), mientras que las más raras fueron *Myotis cf. nigricans* (2,36%) y *Lonchophylla sp.* (1,18%). La alta abundancia registrada principalmente de especies generalistas como *C. perspicillata* y *D. cf. glauca* muestran un grado de intervención en la zona, con funcionalidad de corredor biológico para otros remanentes de bosque más conservados, en tanto que la baja presencia de insectívoros puede estar influenciada por el método de captura. No obstante, la actividad de estos murciélagos favorece los procesos de sucesión ecológica, lo cual, es de gran importancia en paisajes dominados por pastos y cultivos del Nororiente colombiano.

Palabras clave: Abundancia relativa, paisajes fragmentados, Phyllostomidae, riqueza.

Abstract

Bats, due to their high ecological diversity and ease of sampling, are a key group for assessing changes. In Colombia, they represent 40.2% of mammals; however, habitat destruction threatens their populations, favoring generalist species while reducing those with specific ecological requirements. In Norte de Santander, the variety of thermal floors supports great biodiversity, but knowledge about bats in premontane forests remains limited compared to other regions of the country. This study describes the bat community associated with a fragment of premontane humid forest at La Granja Experimental Villa Marina of the University of Pamplona. With a total sampling

effort of 1,080 mist-net hours, 169 individuals were captured, belonging to 17 species, seven genera, six subfamilies, and two families, with a sampling efficiency of 89.5%. The family Phyllostomidae exhibited the highest diversity, with six species and the largest percentage of captured individuals. The most abundant species were *Carollia perspicillata* (31.95%) and *Dermanura* cf. *glauca* (15.97%), while the rarest were *Myotis* cf. *nigricans* (2.36%) and *Lonchophylla* sp. (1.18%). The high abundance recorded, mainly of generalist species such as *C. perspicillata* and *D. cf. glauca*, indicates a degree of human intervention in the area, with potential functionality as a biological corridor connecting other, more preserved forest remnants. Meanwhile, the low presence of insectivorous species may be influenced by the sampling method. Nonetheless, the activity of these bats promotes ecological succession processes, which is of great importance in landscapes dominated by pastures and crops in northeastern Colombia.

Key words: Relative abundance, fragmented landscapes, Phyllostomidae, richness.

1. INTRODUCCIÓN

Los efectos de la fragmentación se evidencian de acuerdo con el grupo taxonómico (Fahrig, 2003), dependiendo del entorno circundante, las características de las especies y su vagilidad. De los mamíferos, los murciélagos son importantes para evaluar los cambios por la fragmentación de los ecosistemas por su alta diversidad ecológica y facilidad de muestreo (Fenton et al. 1992; Wilson, 1996; Medellín et al. 2000; Jones et al. 2009).

Colombia alberga 551 especies de mamíferos, de las cuales el 40,2% pertenecen al orden Chiroptera (Ramírez-Chaves et al. 2024). Los murciélagos prestan servicios ecosistémicos, como la polinización, la dispersión de semillas y el control de poblaciones como predadores y presas (Findley, 1993; Wilson, 2002). Sin embargo, la destrucción de sus hábitats representa una potencial amenaza que puede llegar a afectar sus comunidades, favoreciendo a las especies generalistas y reduciendo especies con necesidades específicas (Sánchez & López, 1988; Tirira, 1998). Tal es el caso de *Carollia perspicillata* y *Artibeus lituratus*, especies con amplio nicho trófico, que están mejor representadas en ecosistemas perturbados, a diferencia de especies del género *Glossophaga*, cuya baja variabilidad en el uso de recursos limita su presencia (Medellín et al. 2000; Alavéz-Martínez et al. 2020).

El conocimiento sobre las comunidades de murciélagos en bosques premontanos es limitado, en comparación con bosques de otras regiones del país (Sánchez 2007; Estrada-Villegas et al. 2010; Zurc et al. 2017; Solari et al. 2020; Rosero-Taramuel et al. 2023). Teniendo en cuenta que estos bosques se encuentran en riesgo por la transformación antropogénica en los últimos 50 años (Etter & Wyngaarden, 2000; Armenteras et al. 2003), en este estudio determinamos la riqueza y abundancia de la comunidad de murciélagos en un fragmento de bosque húmedo premontano en Norte de Santander (Colombia), para entender mejor a la comunidad de murciélagos en paisajes dominados por pastos y cultivos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio

Este estudio se realizó en un fragmento de bosque húmedo premontano (Holdridge, 1947), con un área 7921 m², en la quebrada La Tigra, de la Granja Experimental Villa Marina de la Universidad de Pamplona, ubicada en la fracción de Matajira, jurisdicción Municipal de

Pamplonita, kilómetro 49 sobre la vía Pamplona-Cúcuta, Norte de Santander-Colombia (7.5332 N, -72.6362 W), en una altitud entre 1100 y 1800 msnm (FIGURA 1). Según la estación meteorológica Finca La Palmita, con número 16015140, del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (2024), ubicada a 2,22 kilómetros de la granja, el área de estudio presenta una temperatura promedio de 20 °C y una precipitación promedio anual de 1650 mm.

La Granja es un centro de atracción turística y de investigación de la Universidad de Pamplona, en donde predomina una matriz de remanentes de bosques rodeados por pastizales para ganado y tierras agrícolas dedicadas al cultivo de café, plátano, caña de azúcar, naranja, entre otros. El fragmento de bosque húmedo premontano empleado en este estudio está representado por las familias Piperaceae (*Piper* sp., *Peperomia* sp.), Solanaceae (*Solanum dolichosepalum*), Euphorbiaceae (*Croton* sp., *Acalypha* sp., *Alchornea triplinerva*), Malvaceae (*Guazuma ulmifolia*, *Heliocarpus americanus*), Myrtaceae (*Myrcia* sp.), Sapindaceae (*Cupania americana*), Lauraceae (*Nectandra mollis*), Apocynaceae (*Aspidosperma* sp.), Moraceae (*Ficus* cf. *tequendamae*), Urticaceae (*Cecropia* sp.), Fabaceae (*Inga oerstediana*), Marantaceae (*Calathea* sp.), Heliconiaceae (*Heliconia* sp.), Hypericaceae (*Vismia baccifera*) y Rutaceae (*Zanthoxylum rhoifolium*) (Universidad de Pamplona, 2022).

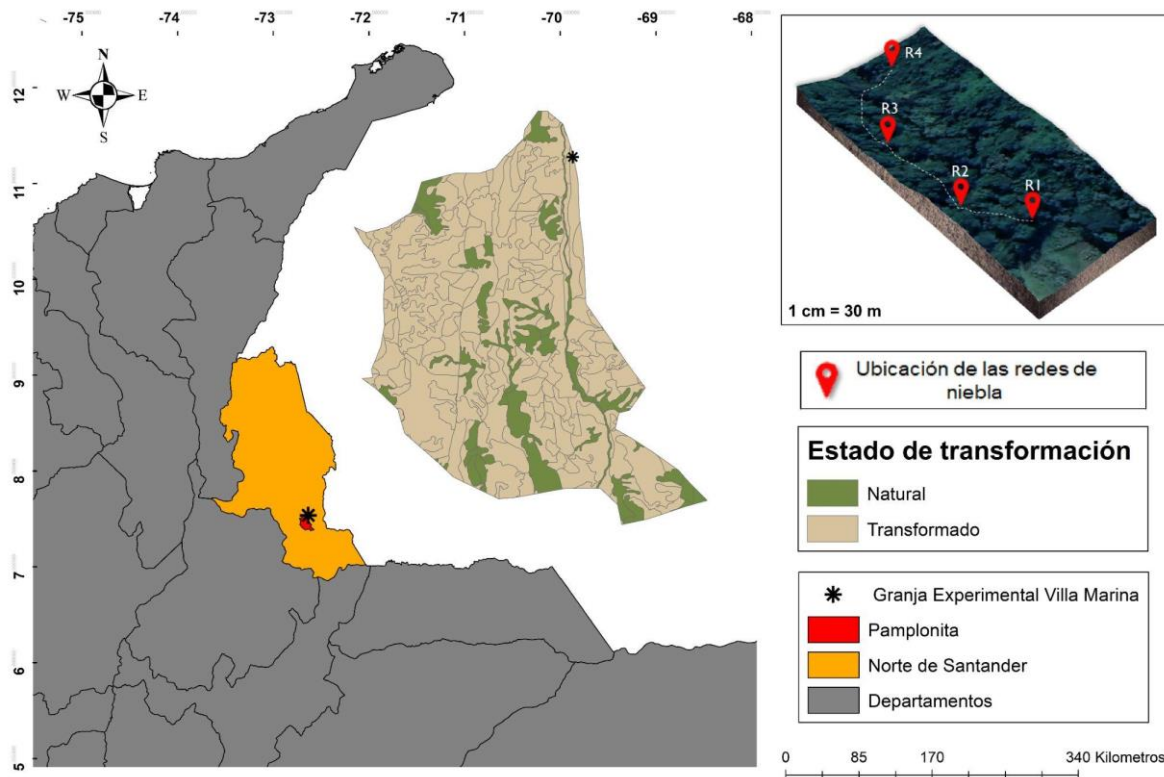


FIGURA 1. Mapa del área de estudio con la ubicación de las redes de niebla. El asterisco negro indica el fragmento de bosque húmedo premontano en la Granja Experimental Villa Marina, Pamplonita, Norte de Santander. Las zonas naturales se representan en verde, en tanto que las áreas transformadas aparecen en beige dentro del municipio de Pamplonita. Los límites administrativos fueron obtenidos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), la imagen satelital proviene del satélite Landsat 7 (USGS - Science for a Changing World) y la capa de estados de transformación corresponde al paquete de ecorregiones 2017 del World Wildlife Fund (WWF).

2.2. Metodos

Durante seis visitas entre el 25 de noviembre del 2023 y el 13 de enero del 2024, se realizaron muestreos empleando cuatro redes de niebla (Borell, 1937); tres de 6 m × 2,5 m y una de 12 m × 2,5 m, con un ojo de malla de 30 mm. Las redes se ubicaron a una altura entre 1200 y 1290 msnm en diferentes sitios: fragmento de bosque, borde del fragmento de bosque y sobre un cuerpo de agua (Mena, 2010), separadas por una distancia mínima de 50 m (Durán & Canchila, 2015), desde las 18:00 hasta las 00:00 horas, con revisiones cada 30 minutos.

Los murciélagos capturados fueron identificados usando claves taxonómicas (Díaz et al. 2011, 2016, 2021; Lopez-Baucells et al. 2016). A cada ejemplar se le tomaron medidas morfométricas: total, antebrazo, pata, tibia, oreja y cola, con un calibrador digital vernier con una precisión de 0,05 mm. También se registró el sexo y se clasificaron los individuos según el gremio trófico al que pertenecían, siguiendo las categorías generales propuestas por Bonaccorso (1979) y Soriano (2000), basadas en la dieta y la estrategia de forrajeo. Finalmente, los murciélagos fueron marcados con esmalte para uñas para evitar conteo por recaptura (Rodríguez-Posada & Santa-Sepúlveda, 2013), fotografiados y liberados. No se realizó la colecta de ejemplares ni depósito de individuos en una colección biológica, por lo que no se cuenta con especímenes de referencia.

2.3. Análisis de datos

Se calculó el esfuerzo de muestreo empleando la fórmula $E_m = \text{Metros red} \times \text{horas de muestreo}$ (Medellín, 1993) y el éxito de captura mediante la fórmula $E_c = \text{Número de individuos capturados} / \text{Esfuerzo de muestreo}$ (Straube & Bianconi, 2002).

Para determinar la representatividad del muestreo, se elaboró una curva de rarefacción y extrapolación basada en el tamaño de la muestra y en las abundancias de las especies, utilizando el estimador no paramétrico Chao 1 en el software iNext (Chao et al. 2005, 2016). Este análisis permitió comparar la riqueza de especies observada con la estimada, a partir de lo cual se calculó la completitud del muestreo mediante la fórmula $C_m = \text{Riqueza observada} / \text{Riqueza estimada} \times 100$. Chao 1 fue seleccionado debido a que, al ser un estimador de riqueza mínima, proporciona un límite inferior realista en comunidades altamente diversas con un elevado número de especies de baja detectabilidad (Pineda-López, 2019), como los murciélagos, cuya alta vagilidad y sensibilidad a factores ambientales y metodológicos pueden dificultar su detección completa (Bravo, 1998). Además, se elaboró una curva de rango-abundancia siguiendo a Whittaker (1965) para identificar la distribución de la abundancia de las especies en las comunidades, en función de su dominancia o rareza. Para ello, las abundancias de las especies se ordenaron de manera descendente y se transformaron a logaritmo con base 10 (Barrientos et al. 2016).

2.4. Declaración ética

Este estudio se llevó a cabo siguiendo los protocolos de la guía para la investigación de mamíferos publicada por la Sociedad Americana de Mastozoología (Sikes & the Animal Care and Use Committee of the American Society of Mammalogists, 2016) y bajo el Permiso Marco de Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Investigación Científica No Comercial, otorgado a la Universidad de Pamplona por la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR), según la Resolución No. 0108 del 13 de abril de 2015.

3. RESULTADOS

El muestreo comprendió un total de 30 m/red con 36 horas trabajadas durante seis noches para un esfuerzo de 1.080 red-horas totales, 180 red/hora por noche, con un éxito de captura de 0,15 individuos/hora-red, capturando 169 murciélagos distribuidos en 17 especies, siete géneros, seis subfamilias y dos familias.



FIGURA 2. Especies de murciélagos en el fragmento de bosque estudiado. a) *Carollia perspicillata*, b) *Carollia brevicauda*, c) *Desmodus rotundus*, d) *Artibeus planirostris*, e) *Artibeus lituratus*, f) *Artibeus obscurus*, g) *Dermanura cf. glauca*, h) *Dermanura cf. gnoma*, i) *Platyrrhinus vittatus*, j) *Sturnira erythromos*, k) *Lonchophylla sp.*, l) *Myotis cf. nigricans*.

La familia Phyllostomidae fue la más diversa y abundante, con 16 especies y 165 individuos (97,6%), mientras que la familia Vespertilionidae se presentó en una especie con cuatro individuos. Entre los Phyllostomidae, la subfamilia Stenodermatinae fue la más diversa con 10 especies capturadas en este estudio. Dado que la identificación taxonómica de algunos murciélagos presentó limitaciones, los individuos que no pudieron identificarse a nivel de especie se designaron con el epíteto "sp.", a la vez que aquellos cuya identificación es provisional y requiere confirmación adicional fueron marcados con "cf." (TABLA 1).

La curva de rarefacción y extrapolación formó una asíntota (FIGURA 3A), indicando que el muestreo fue representativo de la comunidad de murciélagos, con una completitud del muestreo del 89,5%, valor calculado a partir de las 17 especies detectadas respecto a las 19 esperadas, según el estimador Chao 1.

TABLA 1. Clasificación taxonómica, gremio trófico y número de individuos registrados de las especies de murciélagos asociados al fragmento de bosque estudiado. I = Insectívoro, IVB = Insectívoro de Vuelo Bajo, H = Hematófago, N = Nectarívoro, F = Frugívoro, FN= Frugívoro Nómada, FS= Frugívoro Sedentario (Bonaccorso, 1979; Soriano, 2000; Zurc et al. 2017).

Familia	Subfamilia	Especie	Gremio trófico	Individuos capturados	
Phyllostomidae	Carollinae	<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	F - FS	54	
		<i>Carollia brevicauda</i> (Schinz, 1821)	F - FS	2	
		<i>Carollia</i> sp.	F - FS	8	
	Desmodontinae	<i>Desmodus rotundus</i> (E. Geoffroy, 1810)	H	7	
		Stenodermatinae	<i>Dermanura cf. glauca</i> (Thomas, 1893)	F - FN	27
	<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)		F - FN	4	
	<i>Artibeus obscurus</i> (Schinz, 1821)		F - FN	8	
	<i>Artibeus planirostris</i> (Spix, 1823)		F - FN	13	
	<i>Dermanura cf. gnoma</i> (Handley, 1987)		F - FN	1	
	<i>Artibeus</i> sp.		F - FN	3	
	<i>Platyrrhinus vittatus</i> (Peters, 1860)		F - FN	4	
	<i>Platyrrhinus</i> sp.		F - FN	3	
			<i>Sturnira erythromos</i> (Tschudi, 1844)	F - FS	16
			<i>Sturnira</i> sp.	F - FS	12
		Lonchophyllinae	<i>Lonchophylla</i> sp.	N	2
	Phyllostominae	sp. 1	-	1	
Vespertilionidae	Myotinae	<i>Myotis cf. nigricans</i> (Schinz, 1821)	I - IVB	4	
			TOTAL	169	

De acuerdo con los resultados de la curva de rango-abundancia (FIGURA 3B), las tres especies dominantes fueron *Carollia perspicillata* (31,95%), *Dermanura cf. glauca* (15,97%) y *Sturnira erythromos* (9,47%) con 54, 27 y 16 individuos respectivamente, representando el 57,39% del total de capturas. Por otro lado, las especies raras fueron *Myotis cf. nigricans* (2,36%), *Platyrrhinus* sp. (1,77%) y *Lonchophylla* sp. (1,18%) con 4, 3 y 2 individuos respectivamente, sumando un 5,32% de las capturas. En cuanto a la estructura trófica, los frugívoros fueron el gremio predominante con un 76%, a diferencia de los hematófagos, insectívoros y nectarívoros, que representaron cada uno el 5,88%.

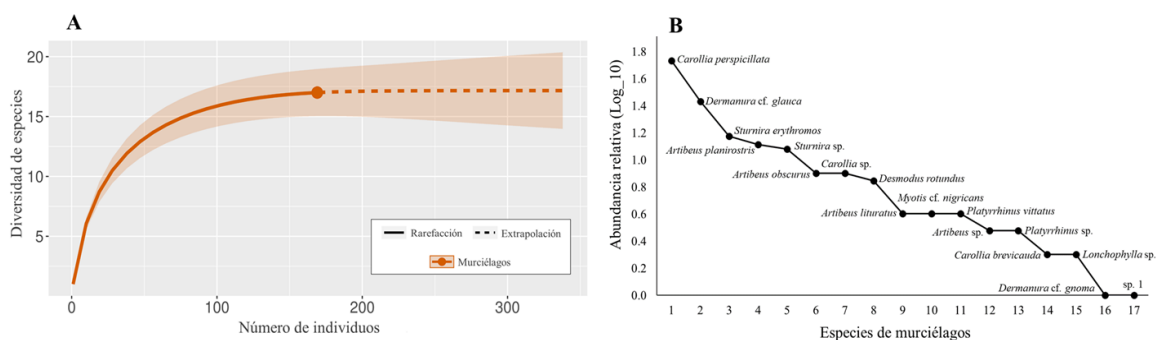


FIGURA 3. A) Curva de rarefacción y extrapolación de la comunidad de murciélagos asociados al fragmento de bosque estudiado. La curva muestra la relación entre el número de individuos muestreados y la diversidad de especies esperada, con el intervalo de confianza sombreado. La línea continua representa la rarefacción basada en los datos observados, mientras que la línea discontinua señala la extrapolación para estimar la riqueza esperada con un mayor esfuerzo de muestreo. **B)** Curva de rango-abundancia de la comunidad de murciélagos asociados al fragmento de bosque estudiado. La gráfica representa la distribución de la abundancia relativa de las especies en escala logarítmica (Log₁₀), ordenadas de forma descendente según su abundancia, lo que permite diferenciar especies dominantes y raras dentro de la comunidad.

4. DISCUSIÓN

La comunidad de murciélagos en el fragmento de bosque húmedo premontano está compuesto por 17 especies que pertenecen a siete géneros, correspondientes al 10,29% de los 68 géneros de murciélagos reportados para Colombia (Ramírez-Chaves et al. 2024). La familia Phyllostomidae fue la más diversa y es, hasta el momento, la más abundante en el neotrópico (Timm, 1994), determinada por una variedad de especies con amplias fuentes de alimentación y una notable capacidad de adaptación a diferentes entornos, lo que reafirma su papel clave en estos ecosistemas (Willig et al. 2007).

La subfamilia Stenodermatinae, con 10 especies registradas, evidencia su capacidad de aprovechar los recursos de forma más eficiente y resalta su importancia en la dispersión de semillas y la estructuración de comunidades vegetales (Brosset et al. 1996). En contraste, la baja representación de Vespertilionidae, con cuatro individuos de una sola especie, está asociado a las diferencias en el uso del hábitat por este taxón, sugiriendo la influencia de potenciales presiones selectivas que influyen en la composición de la comunidad de murciélagos en la zona de estudio (Willig et al. 2007). Además, el método de captura empleado (redes en sotobosque) favorece la detección de filostómidos (Durán & Oviedo-Morales et al. 2019; Meyer et al. 2015), lo que explica la baja representación de murciélagos insectívoros en los resultados. Esta tendencia coincide con otros estudios en bosques premontanos de Colombia (Estrada-Villegas et al. 2010; Zurc et al. 2017; Torres, 2020).

Según Fahrig (2003), la fragmentación puede ser clave para determinar la fauna y flora, lo cual explicaría la alta abundancia de *C. perspicillata*, *D. cf. glauca* y *S. erythromos*, consideradas especies generalistas en cuanto a dieta y uso de hábitat con habilidades para la tolerancia a sitios perturbados (Gorresen & Willig, 2004), principalmente porque se alimentan de plantas de la familia Piperaceae, Solanaceae, Moraceae, entre otras, las cuales son especies pioneras en la sucesión ecológica de bosques secundarios y usadas en estrategias de restauración (Brosset et al. 1996; de Lima & dos Reis, 2004; Giannini & Kalko, 2004; Estrada-Villegas et al. 2010; Anteliz-Pallares et al. 2021).

El registro de *D. rotundus*, perteneciente al gremio de los hematófagos, está asociado, entre otros factores, a la presencia de ganado, coincidiendo con estudios que lo vinculan a sitios perturbados con actividad ganadera debido a sus hábitos alimenticios (Medellín et al. 2000; García-García & Santos-Moreno, 2014). No obstante, *D. rotundus* no hace parte de las especies abundantes, concordando con los resultados de Calonge et al. (2010) donde a pesar de que el área de estudio corresponde a una finca ganadera, la abundancia de murciélagos hematófagos es baja y el gremio de los frugívoros es el dominante.

Dentro del gremio de nectarívoros, la subfamilia Lonchophyllinae estuvo representada por una especie, cuya presencia, rara dentro de esta comunidad, indica cierta tolerancia del nivel de intervención de este fragmento de bosque, al que le proporciona servicios ecosistémicos como la polinización (Nieto-Carvajal et al. 2023). Arias et al. (2009), en su estudio sobre la dieta de murciélagos nectarívoros, evidencian que la especie *Lonchophylla hesperia*, puede llegar a alimentarse de distintas familias vegetales (Cactaceae, Rosaceae, Myrtaceae), sugiriendo cierta amplitud en su dieta. Esto podría explicar la permanencia de esta especie relacionada con la presencia de la familia Myrtaceae.

La baja captura de la familia Vespertilionidae se debe a la deficiencia de las redes de niebla con especies insectívoras que vuelan a nivel o sobre el dosel de los árboles y, a la

afinidad de los sentidos que aumenta la detectabilidad de las redes (O'Farrel & Gannon, 1999; Vela-Vargas & Perez-Torres, 2012). Esta limitación metodológica es común en estudios donde la abundancia de murciélagos insectívoros es baja y no está relacionada con la intervención del sitio (Kalko & Handley, 2001; Ortegón-Martínez & Pérez-Torres, 2007). Es entonces, que la falta de registros de la diversidad de murciélagos insectívoros en Norte de Santander, junto con los datos de este estudio, hace insuficiente la información para estimar la riqueza de esta familia, por lo que se destaca la importancia de incluir técnicas de bioacústica, como una herramienta complementaria, ya que proporciona mayor información acerca de la identidad taxonómica y el uso de hábitat de estas especies (Martínez-Medina et al. 2021).

Comparando con otros estudios en bosques premontanos, que reportan 13 (Torres, 2020) y 20 especies (Estrada-Villegas et al. 2010), la riqueza observada en este estudio, de 17 especies, es similar. La mayoría, de los murciélagos, se encuentra en la categoría de preocupación menor (LC), sin representar un riesgo para las especies generalistas, pero sí para las raras, que enfrentan el desplazamiento de sus poblaciones, subrayando la necesidad de conservar los remanentes de bosque.

La fragmentación del bosque, intensificada por la actividad humana, afecta la capacidad adaptativa de los murciélagos en términos de dieta, morfología y comportamiento (Pinto & Keitt, 2008). En este contexto, la comunidad de murciélagos estudiada está dominada por especies frugívoras generalistas, cuyo papel en la sucesión ecológica del sitio es clave. La baja representación de especies con requerimientos específicos sugiere que el área de estudio podría funcionar como un corredor de conectividad con otros sitios más conservados, como fragmentos de bosque más amplios dentro de la misma finca con un nivel de fragmentación moderada por la disminución de la actividad antrópica (CORPONOR, 2014). Por ello, es fundamental continuar investigando la ecología de estas especies en áreas no protegidas y desarrollar estrategias de restauración para fragmentos de bosque en sucesión, con el fin de prevenir extinciones locales y garantizar la permanencia de los servicios ecosistémicos que proporcionan los murciélagos (Vázquez-Domínguez et al. 2011).

5. AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Pamplona por los espacios requeridos para esta investigación, a la docente Esp. Lizeth Bolívar por la gestión en el sitio de muestreo y a Mónica Sánchez, Sergio García, Yan Higuera, Camilo Camargo y Esteban Tobón por el acompañamiento durante la fase de campo.

6. REFERENCIAS

- Alavéz-Martínez NM, Montero-Reyes D, Serna Lagunes R, Torres-Cantú GB, García-Martínez MA, Meza AP. 2020. Estructura de la comunidad de murciélagos en un paisaje antropogénico tropical en Veracruz, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 7(3):e2524. <https://doi.org/10.19136/era.a7n3.2524>
- Anteliz-Pallares I, Sánchez AT, Sánchez-Londoño JD. 2021. Dieta de murciélagos frugívoros y su efecto sobre la germinación de dos especies en el Área Natural Única Los Estoraques, Norte de Santander, Colombia. *Caldasia* 43(2):310-319. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v43n2.85460>

- Arias E, Cadenillas R, Pacheco V. 2009. Dieta de murciélagos nectarívoros del Parque Nacional Cerros de Amotape, Tumbes. *Revista Peruana de Biología* 16(2):187-190. <https://doi.org/10.15381/rpb.v16i2.204>
- Armenteras D, Gast F, Villareal H. 2003. Andean forest fragmentation and the representativeness of protected natural areas in the eastern Andes, Colombia. *Biological Conservation* 113:245-256. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00359-2](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00359-2)
- Barrientos MR, Leirana AJ, Navarro AJ. 2016. Métodos gráficos para la exploración de patrones de diversidad en Ecología. *Bioagrocencias* 9(2):11-18.
- Bonaccorso F. 1979. Foraging and Reproductive Ecology in a Panamanian Bat Community. *Bulletin of the Florida Museum of Natural History* 24(4):359-408. <https://doi.org/10.58782/flmnh.dobh1085>
- Borell AE. 1937. A New Method of Collecting Bats. *Journal of Mammalogy* 18(4):478-480. <https://doi.org/10.2307/1374339>
- Bravo A. 1998. Métodos no paramétricos para el análisis de datos censurados (caso de dos muestras). *Pesquimat* 1(2): Article 2. <https://doi.org/10.15381/pes.v1i2.9208>
- Brosset A, Charles-Dominique P, Cockle A, Cosson JF, Masson D. 1996. Bat communities and deforestation in French Guiana. *Canadian Journal of Zoology* 74(11):1974-1982. <https://doi.org/10.1139/z96-224>
- Calonge CB, Vela-Vargas I, Pérez-Torres J. 2010. Murciélagos asociados a una finca ganadera en Córdoba (Colombia). *Revista MVZ Córdoba* 15(1):1938-1943. <https://doi.org/10.21897/rmvz.331>
- Chao A, Chazdon RL, Colwell RK, Shen TJ. 2005. A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. *Ecology Letters* 8:148-159. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00707.x>
- Chao A, Ma KH, Hsieh TC. 2016. iNEXT (iNterpolation and EXTrapolation) Online: Software for Interpolation and Extrapolation of Species Diversity. http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software_download. Accedido el 02 de Abril del 2024.
- Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR). 2014. Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Pamplonita-Tomo III: Caracterización y diagnóstico. CORPONOR. <https://corponor.gov.co/web/index.php/planes-de-ordenamiento-y-manejo-cuencas> Accedido el 02 de Abril del 2024
- de Lima IP, dos Reis NR. 2004. The availability of Piperaceae and the search for this resource by *Carollia perspicillata* (Linnaeus) (Chiroptera, Phyllostomidae, Carollinae) in Parque Municipal Arthur Thomas, Londrina, Paraná, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 21: 371-377. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752004000200035>
- Díaz MM, Aguirre LF, Barquez RM. 2011. Clave de identificación de los murciélagos del cono sur de Sudamérica. Centro de Estudios en Biología Teórica y Aplicada. Cochabamba, Bolivia: ETREUS.
- Díaz MM, Solari S, Aguirre LF, Aguiar LMS, Barquez RM. 2016. Clave de identificación de los murciélagos de Sudamérica. Publicación Especial N° 2, PCMA (Programa de Conservación de los Murciélagos de Argentina). Tucumán, Argentina: Magna Publicaciones.
- Díaz MM, Solari S, Gregorin R, Aguirre LF, Barquez RM. 2021. CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LOS MURCIÉLAGOS NEOTROPICALES. Publicación Especial N° 4, PCMA (Programa de Conservación de los Murciélagos de Argentina). Tucumán, Argentina.
- Durán AA, Canchila PS. 2015. Ensamblaje de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) en dos zonas del Departamento de Sucre, Colombia. *Acta zoológica mexicana* 31(3):358-366.

- Durán AA, Oviedo-Morales N. 2019. Actividad de un “ensamblaje” de murciélagos en el norte de Brasil (Mammalia: Chiroptera). *Revista de Biología Tropical* 67(1):69-82. <https://doi.org/10.15517/rbt.v67i1.33562>
- Estrada-Villegas S, Pérez-Torres J, Stevenson PR. 2010. Ensamblaje de murciélagos en un bosque subandino colombiano y análisis sobre la dieta de algunas especies. *Mastozoología neotropical* 17(1):31-41.
- Etter A, Wyngaarden WV. 2000. Patterns of Landscape Transformation in Colombia, with Emphasis in the Andean Region. *Ambio* 29:432-439. <https://doi.org/10.1579/0044-7447-29.7.432>
- Fahrig L. 2003. Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34(1):487-515. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>
- 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* 24:440-446. <https://doi.org/10.2307/2388615>
- Findley JS. 1993. *Bats: A Community Perspective*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- García-García JL, Santos-Moreno A. 2014. Efectos de la estructura del paisaje y de la vegetación en la diversidad de murciélagos filostómidos (Chiroptera: Phyllostomidae) de Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical* 62(1):217-239. <https://doi.org/10.15517/rbt.v62i1.12094>
- Giannini NP, Kalko EKV. 2004. Trophic structure in a large assemblage of Phyllostomid bats in Panama. *Oikos* 105:209-220. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2004.12690.x>
- Gorresen PM, Willig MR. 2004. Landscape Responses of Bats to Habitat Fragmentation in Atlantic Forest of Paraguay. *Journal of Mammalogy* 85(4):688-697. <https://doi.org/10.1644/BWG-125>
- Holdridge LR. 1947. Determination of World Plant Formations From Simple Climatic Data. *Science* 105:367-368. <https://doi.org/10.1126/science.105.2727.367>
- Jones G, Jacobs DS, Kunz TH, Willig MR, Racey PA. 2009. Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endangered Species Research* 8:93-115. <https://doi.org/10.3354/esr00182>
- Kalko EKV, Handley JCO. 2001. Neotropical bats in the canopy: Diversity, community structure, and implications for conservation. *Plant Ecology* 153(1):319-333. <https://doi.org/10.1023/A:1017590007861>
- Lopez-Baucells A, Rocha R, Bobrowiec P, Bernard E, Palmeirim J, Meyer C. 2016. *Field Guide to Amazonian Bats*. Brasil: INPA. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23475.84003>
- Martínez-Medina D, Sánchez J, Zurc D, Sánchez F, Otálora-Ardila A, Restrepo-Giraldo C, Acevedo-Charry O, Hernández LF, Lizcano DJ. 2021. Estándares para registrar señales de ecolocalización y construir bibliotecas de referencia de murciélagos en Colombia. *Biota colombiana* 22(1):36-56. <https://doi.org/10.21068/c2021.v22n01a03>
- Medellín RA. 1993. Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos en el trópico húmedo Mexicano. En: Medellín RA, Ceballos G, editores. *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. México: Asociación Mexicana de Mastozoología. p. 333-354.
- Medellín RA, Equihua M, Amin MA. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforests. *Conservation Biology* 14:1666-1675. <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):277-284. <https://doi.org/10.15381/rpb.v17i3.2>
- Meyer CFJ, Struebig MJ, Willig MR. 2015. Responses of Tropical Bats to Habitat Fragmentation, Logging, and Deforestation. En: Voigt C, Kingston T, editores. *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*. Cham, Suiza: Springer.

- Nieto-Carvajal P, Benavides-Medina S, Bernal-Rivera A, Calvache-Sánchez C, Velásquez-Roa T. 2023. Interacciones murciélago-flor en el Bosque Seco Tropical del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana* 24(1):1-21. <https://doi.org/10.21068/2539200X.1079>
- Ortegón-Martínez DA, Pérez-Torres J. 2007. Estructura y composición del ensamblaje de murciélagos (Chiroptera) asociado a una cafetal con sombrío en la mesa de los santos (Santander), Colombia. *Actualidades Biológicas* 29(87):215-228. <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.329341>
- O'Farrel MJ, Gannon WL. 1999. A comparison of acoustic versus capture techniques for the inventory of bats. *Journal of mammalogy*. 80(1): 24-30. <https://doi.org/10.2307/1383204>
- Pineda-López R. 2019. Estimadores de la riqueza de especies. In: Moreno CE, editor. *La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio*. Ciudad de México, México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y Libermex. p. 159-174.
- Pinto N, Keitt TH. 2008. Scale-Dependent Responses to Forest Cover Displayed by Frugivore Bats. *Oikos* 117(11): 1725-1731. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2008.16495.x>
- Ramírez-Chaves HE, Leuro RNG, Castaño RA, Morales-Martínez DM, Suárez CAF, Rodríguez-Posada ME, Zurc D, Concha ODC, Trujillo A, Noguera UEA, Pantoja PGE, González MJF, Pérez TJ, Mantilla MH, López CC, Velásquez VA, Zárrate CD. 2024. Mamíferos de Colombia. v1.14. Sociedad Colombiana de Mastozoología. Dataset/Checklist. <https://doi.org/10.15472/kl1whs>
- Rodríguez-Posada ME, Santa-Sepúlveda MA. 2013. Reporte de lesiones en murciélagos causadas por el uso incorrecto de collares plásticos como método de marcaje. *Therya* 4(2):395-400. <https://doi.org/10.12933/therya-13-124>
- Rosero-Taramuel JL, Mejía-Fontecha IY, Marín-Ramírez A, Marín-Giraldo V, Ramírez-Chaves HE. 2023. Urban and peri-urban bats (Mammalia: Chiroptera) in Manizales, Colombia: exploring a conservation area in sub-Andean and Andean ecosystems. *Mammalia* 87(6):545-556. <https://doi.org/10.1515/mammalia-2022-0138>
- Sánchez F, Alvarez J, Ariza C, Cadena A. 2007. Bat assemblage structure in two dry forests of Colombia: Composition, species richness, and relative abundance. *Mammalian Biology* 72(2):82-92. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2006.08.003>
- Sánchez O, López G. 1988. A theoretical analysis of some indices of similarity as applied to biogeography. *Folia Entomológica Mexicana* 75:119-145. ISSN Print: 0430-8603
- Sikes RS & the 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>
- Solari S, Gómez-Ruiz D, Patiño CE, Villada CT, López MC. 2020. Bat diversity of the Serranía de San Lucas (Bolívar and Antioquia), northern Colombia. *Therya* 11(1):69-78. <https://doi.org/10.12933/therya-20-879>
- Straube FC, Bianconi GV. 2002. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes-de-neblina. *Chiroptera Neotropical* 8:150-152.
- Timm RM. 1994. The mammal fauna [of La Selva]. En: McDade LA, Bawa KS, Hespeneide HA, Hartshorn GS, editores. *Ecology and natural history of a Neotropical rain forest*. Chicago, USA: University of Chicago Press. p. 486. <https://hdl.handle.net/1808/4522>
- Tirira SD. 1998. La fragmentación de los bosques y la conservación de los mamíferos. En: Tirira SD, editor. *Biología, sistemática y conservación de los mamíferos en Ecuador*. Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador. p. 83-92
- Torres CBA. 2020. Efecto de la fragmentación sobre los ensamblajes de murciélagos en dos sitios de la zona de amortiguación, en un bosque sub-andino del PNN (Parque Nacional Natural)

-
- Tamá. Norte de Santander – Colombia [Trabajo de grado pregrado, Universidad de Pamplona]. Repositorio Hulago Universidad de Pamplona. <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/954>
- Universidad de Pamplona. 2022. Ficha Técnica Ruta del Durazno y el Agua. Villa Marina: Centro de Promoción Social. https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_7/recursos/general/pags_contenido/03072009/ubicacion.jsp. Accedido el 02 de Abril del 2024.
- Vázquez-Domínguez G, Galindo-González J, Flores-Peredo R. 2011. La fragmentación del paisaje y la pérdida del hábitat, sus efectos sobre comunidades de murciélagos en selvas Veracruzanas. En: Lorea-Hernández FG, Hernández OV, Morales-Mávil JE, editores. La Biodiversidad en Veracruz, estudio del Estado. Veracruz, México: CONABIO. p 601-609. <https://doi.org/10.13140/2.1.3777.3767>
- Vela-Vargas IM, Perez-Torres J. 2012. Murciélagos asociados a remanentes de bosque seco tropical en un sistema de ganadería extensiva (Colombia). *Chiroptera Neotropical* 18(1):1089-1100.
- Willig MR, Presley SJ, Bloch CP, Hice CL, Yanoviak SP, Díaz MM, Chauca LA, Pacheco V, Weaver SC. 2007. Phyllostomid bats of lowland Amazonia: Effects of habitat alteration on abundance. *Biotropica* 39(6):737-746. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2007.00322.x>
- Wilson DE, Ascorra CF, Solari S. 1996. Bats as indicators of habitat disturbance. En: Wilson DE & Sandoval A, editores. *Manu, the Biodiversity of Southeastern Peru*. Lima, Perú: Smithsonian Institution Press. p. 613-625.
- Wilson DE. 2002. *Murciélagos: Respuestas al vuelo*. Xalapa, México: Smithsonian Institution Press.
- Whittaker RH. 1965. Dominance and Diversity in Land Plant Communities: Numerical relations of species express the importance of competition in community function and evolution. *Science* 147(3655):250-260. <https://doi.org/10.1126/science.147.3655.250>
- Zurc D, López-Castañeda C, Solari S. 2017. Murciélagos de Bosques Andinos de Antioquia. En: Quintero VE, Benavides AM, Moreno N, Gonzalez-Caro Z, editores. *Bosques Andinos, estado actual y retos para su conservación en Antioquia*. Medellín, Colombia: Fundación Jardín Botánico de Medellín Joaquín Antonio Uribe - Programa Bosques Andinos (COSUDE). p 269-292.

Editor: Diego J. Lizcano
Received 2024-09-20
Reviewed 2024-10-10
Accepted 2025-03-18
Published 2025-03-21