







# Inventario acústico rápido de murciélagos insectívoros (Chiroptera) en el campus de la Universidad Unitrópico, Yopal, Casanare, Colombia

Fernanda Tique-Bernal<sup>1,3\*</sup> , Katherine Pérez-Gómez<sup>1,2</sup> , Camilo Fernández-Rodríguez<sup>1,2</sup> , María Camila Salazar Pérez<sup>2,3</sup> 

1 GALICTIS, gestión y Monitoreo de la Biodiversidad, Tunja, Colombia

2 Programa para la Conservación de Murciélagos de Colombia (PCMCo)

3 Red Ecoacústica Colombiana, Bogotá, Colombia.

\* Correspondencia: fernanda.tique29@gmail.com

## Resumen

Los detectores de ultrasonido se han consolidado como una herramienta esencial para complementar el estudio de murciélagos. En este estudio, se empleó un detector acústico Echo Meter Touch 2 para realizar una evaluación rápida de los murciélagos insectívoros en el campus de la Universidad del Trópico Americano. Como resultado, se identificaron dos especies y cuatro sonotipos, correspondientes a diferentes categorías taxonómicas, como familia y género. Este trabajo destaca la eficacia de herramientas acústicas accesibles, como los detectores conectados a dispositivos móviles, para registrar y analizar la diversidad de murciélagos en entornos urbanos de forma ágil y precisa.

**Palabras clave:** Acústica, Murciélagos, Ecología urbana, Conservación

## Abstract

Ultrasound detectors have become an essential tool for complementing the study of bats. In this study, an Echo Meter Touch 2 acoustic detector was used to conduct a rapid assessment of insectivorous bat species on the campus of the Universidad del Trópico Americano. As a result, two species and four sonotypes were identified, corresponding to different taxonomic categories, such as family and genus. This study highlights the effectiveness of accessible acoustic tools, such as detectors connected to mobile devices, for recording and analysing bat diversity in urban environments in a fast and precise manner.

**Key words:** Acoustics, Bats, Urban ecology, Conservation

---

El rápido crecimiento urbano es una de las causas principales del cambio de las coberturas naturales, que genera la pérdida y fragmentación de los hábitats de las poblaciones de fauna silvestre (Jung & Kalko 2010; Arias-Aguilar et al. 2015; Bader et al. 2015; Rodríguez-Aguilar et al. 2017). Aunque el interés en estudiar murciélagos en áreas urbanas ha

aumentado en los últimos años, aún existen muchos vacíos de información sobre las especies que habitan estos espacios transformados y cómo se puede contribuir a su conservación (Bernal 2018; Yantén et al. 2022).

Los dispositivos acústicos han surgido como una herramienta complementaria y valiosa para el estudio de murciélagos insectívoros, especies que suelen estar poco representadas en métodos tradicionales de captura, como las redes de niebla (Kalko et al. 2008). La identificación de murciélagos a través de sus llamadas de ecolocalización ha mejorado gracias a los avances en tecnología acústica y al desarrollo de bibliotecas de referencia, lo que ha incrementado nuestro conocimiento sobre su distribución y ecología (Jung & Kalko 2010, Jung et al. 2014; López-Baucells et al. 2016; Arias-Aguilar et al. 2018; Ortega et al. 2022).

La Orinoquia, era considerada una de las regiones con menor riqueza de quirópteros (Mantilla-Meluk et al. 2009), sin embargo en los últimos años ha demostrado lo contrario, donde tan solo en el departamento del Casanare se encuentra registrado el 51% de la diversidad de quirópteros de Colombia (Ramírez-Chaves et al. 2024). En este trabajo se buscó identificar las especies de murciélagos insectívoros presentes una zona urbana en Yopal Casanare.

El muestreo se realizó en el campus de la Universidad Unitrópico en Yopal, Casanare (5.321742, -72.388839, 319 msnm), que abarca 19 ha con áreas construidas, zonas verdes y fragmentos de vegetación arbórea. Se realizaron grabaciones acústicas los días 13 y 15 de marzo de 2024, entre las 18:30 y las 20:30, empleando un detector Echo Meter Touch 2 (Wildlife Acoustics). El análisis de las grabaciones se realizó en el software Raven Pro1.6.1 (Lisa Yang and Center for Conservation Bioacoustics 2019), la visualización de los espectrogramas se hizo a partir de una transformación rápida de Fourier de 520 muestras con un solapamiento del 90% y una ventana tipo Hamming. Para cada uno de los pulsos se midió manualmente los siguientes parámetros: frecuencia máxima, frecuencia mínima, frecuencia de pico, ancho de banda y duración de los pulsos Y el número de secuencias por el total de grabaciones para cada sonotipo n/N (Martínez-Medina et al. 2021). La identificación de las llamadas se realizó mediante la comparación con claves acústicas y grabaciones de referencia de la colección de Sonidos Ambientales “Mauricio Álvarez Rebolledo” del Instituto Humboldt (IAvH), y siguiendo criterios de estudios previos (Jung et al. 2014; López-Baucells et al. 2016; Arias-Aguilar et al. 2018; Ortega et al. 2022). Las llamadas no identificadas a nivel de especie fueron clasificadas como sonotipos y agrupadas según su estructura acústica (Bader et al. 2015). Posteriormente, se asignaron a niveles taxonómicos superiores (género o familia) considerando parámetros clave, como la frecuencia característica y la estructura general de los pulsos.

Se analizaron 43 grabaciones que incluyeron 205 pulsos de ecolocalización en la fase de búsqueda, identificándose representantes de dos familias: Molossidae y Vespertilionidae. En la familia Molossidae, se identificaron dos especies *Molossus molossus* y *Promops cf. nasutus*, un sonotipo clasificado a nivel de familia (el complejo *Eumops* sp./*Nyctinomops* sp.) y dos sonotipos a nivel de género *Molossus* sp1 y *Molossus* sp2. En la familia Vespertilionidae, se identificó un único sonotipo asignado a nivel de género *Myotis* sp (Figura 1).

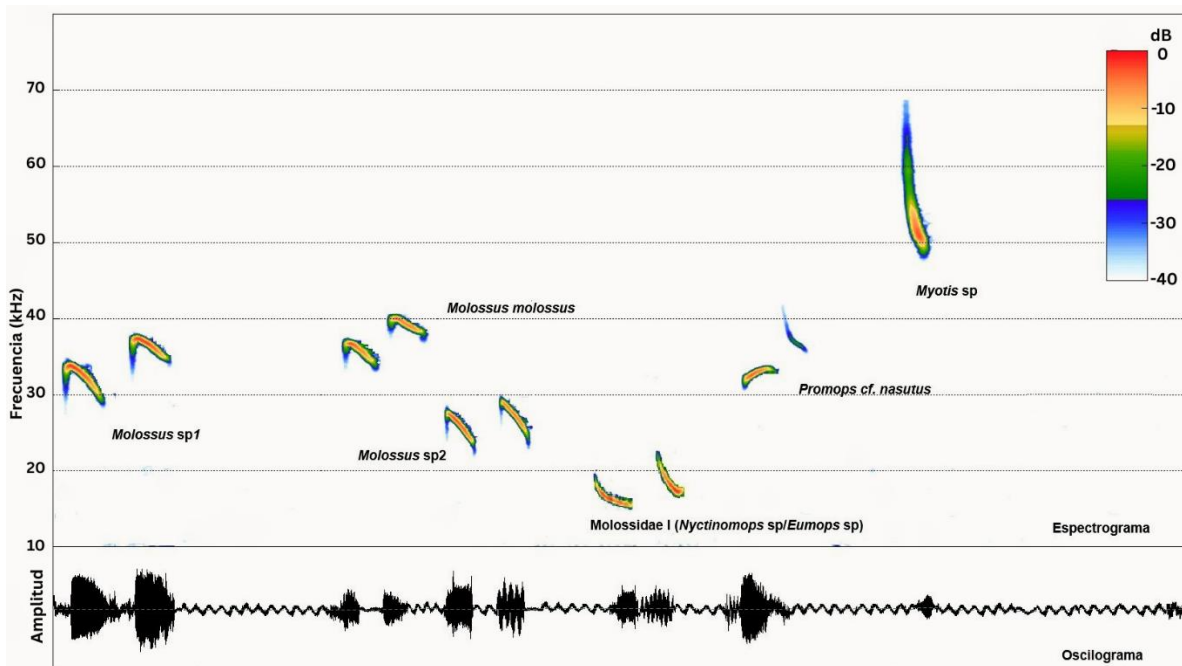


FIGURA 1. Espectrograma y oscilograma de las llamadas de ecolocalización en fase de búsqueda de las especies registradas en el campus de la Unitrópico.

La identificación de las llamadas del género *Molossus* se basó en un patrón característico de alternancia entre pulsos, donde un pulso de baja frecuencia es seguido por otro de alta frecuencia, como lo describe Miller (2003). Este diseño es característico de murciélagos que forrajean en espacios abiertos, ya que les permite una detección eficiente tanto de insectos pequeños como grandes, maximizando la eficiencia de caza (Mora et al. 2004; Arias-Aguilar et al. 2015). Específicamente, *Molossus molossus* fue identificado al comparar con grabaciones de referencias de la colección sonidos del Instituto Humboldt y los rangos de frecuencia reportados en la literatura (Jung et al. 2014; Ortega et al. 2022). Por otro lado, *Promops cf. nasutus* presentó pulsos modulados con cambios ascendentes y descendentes, lo cual es una característica diagnóstica que facilitó su identificación (Jung et al., 2014). Este patrón le permite detectar presas a grandes distancias y ajustar su ecolocación según la velocidad y altitud de vuelo, lo que sugiere una notable flexibilidad para forrajear en distintos hábitats (Schnitzler & Kalko 2001). Sin embargo, los resultados obtenidos difieren de los parámetros acústicos reportados en la literatura (Jung et al., 2014; Leal-Sandoval et al., 2020), lo que evidencia la necesidad de generar más grabaciones de referencia para esta especie en Colombia, especialmente en diferentes contextos geográficos.

El complejo *Eumops sp/Nyctinomops sp.*, fue clasificado a nivel de familia debido a la alta similitud en los parámetros acústicos entre estos géneros, lo que dificulta una asignación a nivel más bajo taxonómicamente (Mora & Torres 2008). Las señales de estas especies presentan un rango de frecuencias relativamente bajo, de banda estrecha y largas, lo que les permite maximizar el alcance de detección de presas de mayor tamaño en espacios abiertos (Mora & Torres 2008). Para la familia Vespertilionidae se identificó un sonotipo del género *Myotis*, la identificación a nivel de especie es particularmente desafiante en el neotrópico debido a la superposición de parámetros entre especies. Las señales emitidas por *Myotis* presentan frecuencias mínimas entre 48 kHz y 58 kHz, con una estructura de

banda estrecha y una duración relativamente larga, adaptadas a la búsqueda de alimento en espacios abiertos. Sin embargo, *Myotis* también es capaz de ajustar sus llamadas a un ancho de banda más amplio y señales de menor duración cuando forrajean en bordes o espacios intermedios, como lo reporta Siemers et al. (2001), alcanzando una frecuencia de pico de energía máxima promedio de 54.2 kHz (Tabla 1)

**TABLA 1.** Parámetros acústicos de las especies registradas en el campus de la Unitrópico. Frecuencia mínima (frec. mín.), frecuencia máxima (frec. máx).

Sonotipo	pulso	n/N	frec. mín. (kHz)	frec. máx. (kHz)	frec. pico (kHz)	ancho banda (kHz)	duración (ms)
<i>Molossus</i>	Bajo	18/4	33.05±1.47	38.43±1.40	36.91±1.45	5.38	7.35±1.6
<i>molossus</i>	Alto	14/4	38.00±1.37	43.00±0.91	41.46±1.27	5.08	7.54±1.53
<i>Molossus</i> sp1	Bajo	35/6	29.41±1.07	35.41±0.64	33.67±0.77	6	10.36±2.96
	Alto	17/5	33.70±1.40	39.48±1.013	37.75±1.08	5.78	10.78±2.13
<i>Molossus</i> sp2	Bajo	24/3	22.31±1	28.81±1	25.85±1.16	6.5	15.2±2.45
	Alto	2/1	29.48±0.58	35.06±0.48	31.5±0.0	5.58	16.8±2.36
<i>Promops</i> cf. <i>nasutus</i>	Bajo	21/3	29.4±0.58	34.84±0.48	32.4±1	5.44	9.6±2.07
	Alto	2/2	34.14±0.20	40.96±1.63	36.75±0.17	6.82	8.4±1.05
<i>Molossidae</i> l	Bajo	15/4	14.57±0.72	19.31±1.34	16.3±0.96	4.74	16.7±3.21
	Alto	6/3	17.25±1	24.84±1.10	19.67±0.93	7.59	13.2±2.18
<i>Myotis</i> sp		51/8	47.28±1.71	63.64±5.70	51.58±0.62	16.36	4.77±1.5

La identificación acústica en la familia Molossidae presenta retos debido a su alta flexibilidad en sus llamadas de ecolocación, muchos de estos cambios se han asociado con factores como la altitud de vuelo, el ruido ambiental (incluido el generado por insectos) y la presencia de congéneres en la misma área (Jung et al. 2014). Esto subraya la complejidad de la variación intraespecífica e interespecífica en esta familia. En este contexto, los resultados obtenidos destacan la importancia de ampliar las bases de datos de llamadas de referencia en la región, especialmente en áreas de alta diversidad como los Llanos Colombianos. La creación de librerías acústicas facilitará la identificación de especies, y también permitirá una mejor comprensión de su ecología y comportamiento (O'Farrell & Miller 1997; O'Farrell et al. 1999; O'Farrell & Miller 2003).

El dispositivo Echo Meter, ha facilitado el registro acústico en áreas urbanas (Blackburn & Unger 2019; Hill et al. 2019; Smirnov et al. 2023; Gili et al. 2024). Representando una herramienta que permite la obtención rápida y sencilla de datos, incluso en entornos urbanos. Esta herramienta no solo mejora la identificación de murciélagos insectívoros, sino que también contribuye al fortalecimiento y enriquecimiento de las colecciones de referencia, fundamentales para avanzar en la investigación científica y en la conservación de estas especies (O'Farrell & Miller 2003).

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Unitrópico por abrirnos sus puertas, a la SCMas, y a la colección de sonidos ambientales del Instituto de investigación de recursos naturales Alexander von Humboldt por proporcionarnos las llamadas de referencia que facilitaron las comparaciones y los evaluadores y editores de esta nota.

---

## REFERENCIAS

- Arias-Aguilar A, Chacón-Madrigal E, Rodríguez-Herrera B. 2015. El uso de los parques urbanos con vegetación por murciélagos insectívoros en San José, Costa Rica. *Mastozoología Neotropical*. 22(2).
- Arias-Aguilar A, Hintze F, Aguiar LMS, Rufay V, Bernard E, Pereira MJR. 2018. Who's calling? Acoustic identification of Brazilian bats. *Mammal Research*. 63(3):231–253. <https://doi.org/10.1007/s13364-018-0367-z>.
- Ávila-Flores R, Fenton MB. 2005. Use of features by foraging insectivorous bats in a large urban landscape. *Journal of Mammalogy*. 86(6):1193–1204. <https://doi.org/10.1644/04-mamm-a-085r1.1>.
- Bader E, Jung K, Kalko E, Page R A, Rodriguez R, Sattler T. 2015. Mobility explains the response of aerial insectivorous bats to anthropogenic habitat change in the Neotropics. *Biological Conservation*, 186, 97–106. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.02.028>
- Bernal K. 2018. Uso del espacio por murciélagos insectívoros en un gradiente urbano- rural en Villavicencio - Meta. Tesis de pregrado. Universidad de los Llanos.
- Blackburn A, Unger US. 2019. Smartphones as a Non-Invasive Surveying Tool to Monitor Bats. *Journal of Young Investigators*. 37(3):24–30. <https://doi.org/10.22186/jyi.37.3.24-30>.
- Boyles JG, Cryan PM, McCracken GF, Kunz TH. 2011. Economic importance of bats in agriculture. *Science*. 332(6025):41–42.
- Corcoran AJ. 2022. Sing or Jam? Density-Dependent Food Competition Strategies in Mexican Free-Tailed Bats (*Tadarida brasiliensis*). *Frontiers in Ecology and Evolution*. 10(April):1–8. <https://doi.org/10.3389/fevo.2022.877579>.
- Gili F, Bertolino S, Rolando A. 2024. Using mobile device built-in microphones to monitor bats: a new opportunity for large-scale participatory science initiatives. *Biodiversity and Conservation*. 33(5). <https://doi.org/10.1007/s10531-024-02818-9>.
- Hill AP, Prince P, Snaddon JL, Doncaster CP, Rogers A. 2019. AudioMoth: A low-cost acoustic device for monitoring biodiversity and the environment. *HardwareX*. 6:1–18. <https://doi.org/10.1016/j.ohx.2019.e00073>.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2023). Colección de Sonidos Ambientales del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH-CSA). 22127 registros. <http://doi.org/10.15472/scqpmf>.
- Jung K, Kalko EKV. 2010. Where Forest meets urbanization: Foraging plasticity of aerial insectivorous bats in an anthropogenically altered environment. *Journal of Mammalogy*. 91(1). <https://doi.org/10.1644/08-MAMM-A-313R.1>.
- Jung K, Molinari J, Kalko EKV. 2014. Driving factors for the evolution of species-specific echolocation call design in new world free-tailed bats (Molossidae). *PLoS ONE*. 9(1):1–9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085279>.
- Kalko E, Estrada Villegas S, Schmidt M, Wegmann M, Meyer C. 2008. Flying high - Assessing the use of the aerosphere by bats. *Integrative and Comparative Biology*. 48(1):60–73. <https://doi.org/10.1093/icb/icn030>.
- Kunz TH, de Torrez EB, Bauer D, Lobova T, Fleming TH. 2011. Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1223(1):1–38. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06004.x>.
- Leal-Sandoval A, Tepatlán-Vargas A, López-Segoviano G, Linares-Holguín O, Sánchez-Peña P, López-Hoffmand L. 2020. Acoustic records of *Promops centralis* (Thomas, 1915) (Chiroptera,

- Molossidae) in corn agroecosystems of northwestern Mexico. *Check List* 16(5): 1269-1276. <https://doi.org/10.15560/16.5.1269>
- López-Baucells A, Rocha R, Bobrowiec P, Bernard E, Palmeirim J, Meyer C. 2016. Field guide to Amazonian Bats.
- Mantilla-Meluk H, Jiménez-Ortega AM, Baker RJ. 2009. Phyllostomid bats of Colombia: annotated checklist, distribution, and biogeography. *Special Publications, Museum of Texas Tech University* 56:1-44. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.142854>
- Martínez-Medina D, Sánchez J, Zurc D, Sánchez F, Otálora- Ardila A, Restrepo-Giraldo C, 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>
- Miller BW. 2003. Community Ecology of the Non-phyllostomid bats of Northwestern Belize, with a landscape level assessment of the bats of Belize. PhD. Dissertation, University of Kent, Canterbury, U.K. 290 pp.
- Mora EC, Macías S, Vater M, Coro F, Kössl M. 2004. Specializations for aerial hawking in the echolocation system of *Molossus molossus* (Molossidae, Chiroptera). *Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*. 190(7):561–574. <https://doi.org/10.1007/s00359-004-0519-2>.
- Mora EC, Torres L. 2008. Echolocation in the large molossid bats *Eumops glaucinus* and *Nyctinomops macrotis*. *Zoological Science*, 25(1), 6–13. <https://doi.org/10.2108/zsj.25.6>
- O'Farrell MJ, Miller BW. 2003. Application of Acoustic Survey Methods for Inventorying Free-flying, Non-phyllostomid Bats in Belize. *Journal of Belizean Affairs*. 5: 46-59.
- O'Farrell MJ, Gannon WL. 1999. A comparison of acoustic versus capture techniques for the inventory of bats. *J Mammal*. 80(1):24-30.
- O'Farrell MJ, Miller BW. 1997. A new examination of echolocation calls of some neotropical bats (Emballonuridae and Mormoopidae). *J Mammal*. 78(3):954-963.
- Ortega, J C, MacSwiney G, Zamora-Gutiérrez V. 2022. Compendio de los llamados de ecolocalización de los murciélagos insectívoros mexicanos.
- Raven Pro Sound Analysis Software (version 1.6.5); K Lisa Yang Center for Conservation Bioacoustics. Ithaca, NY, USA, Cornell Lab of Ornithology, Cornell University. <https://www.ravensoundsoftware.com/software/raven-pro/>
- Ramírez-Chaves H E, Leuro Robles NG, Castaño Rivera A, Morales-Martínez DM, Suárez Castro AF, Rodríguez-Posada ME, Zurc D, Concha Osbahr DC, Trujillo A, Noguera Urbano EA, Pantoja Peña GE, González Maya JF, Pérez Torres J, Mantilla Meluk H, López Castañeda C, Velásquez Valencia A, Zárrate Charry D. 2024. Mamíferos de Colombia. v1.14. Sociedad Colombiana de Mastozoología. Dataset/Checklist. <https://doi.org/10.15472/kl1whs>
- Rodríguez-Aguilar G, Orozco-Lugo CL, Vleut I, Vázquez LB. 2017. Influence of urbanization on the occurrence and activity of aerial insectivorous bats. *Urban Ecosystems*, 20(2), 477–488. <https://doi.org/10.1007/s11252-016-0608-3>.
- Siemeres B, Kalko E, Schnitzler H. 2001. Echolocation behavior and signal plasticity in the Neotropical bat *Myotis nigricans* (Schinz, 1821) (Vespertilionidae): A convergent case with European species of *Pipistrellus*? *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 50(4):317–328. <https://doi.org/10.1007/s002650100379>.
- Schnitzler, H U, Kalko E K. 2001. Echolocation by insect-eating bats. *BioScience*, 51(7), 557-569.

Smirnov DG, Klimov AS, Numerov AD, Trufanova EI. 2023. Experience in Using an Echo Meter Touch Ultrasonic Module in Studies of the Species Composition, Occurrence, and Biotopic Preferences of Bats (Chiroptera, Vespertilionidae) in Voronezh Oblast. *Biology Bulletin*. 50(7). <https://doi.org/10.1134/S1062359023070245>.

Yantén A V, Cruz-Roa A, Sánchez FA. 2022. Traffic noise affects foraging behavior and echolocation in the Lesser Bulldog Bat, *Noctilio albiventris* (Chiroptera: Noctilionidae). *Behavioural Processes*. 203 (April). <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2022.104775>.

Editor: Daniela Martinez-Medina

Received 2024-09-22

Reviewed 2024-09-30

Accepted 2025-06-06

Published 2023-06-18