






Caracterización de las señales acústicas de *Lasiurus ega* (Chiroptera: Vespertilionidae) en Santander, Colombia

Geraldine Buitrago- Castaño¹ *, Catalina Cárdenas-Gonzalez² , Daniela Martínez-Medina² 

1 Facultad de Medicina Veterinaria, zootecnia, biología y ecología, Universidad CES, Medellín, Colombia.

2 Colecciones Biológicas, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Claustro de San Agustín Villa de Leyva, Colombia

* **Correspondencia:** buitrago.geraldine@uces.edu.co

Resumen

Un desafío fundamental en la investigación bioacústica de murciélagos es la escasez de registros de referencia que documenten la variación intraespecífica de las señales emitidas, requisito esencial para una identificación confiable de especies. Esta problemática es particularmente crítica en especies insectívoras, que presentan bajas tasas de captura con métodos convencionales como redes de niebla, limitando así la obtención de firmas acústicas definitivas. Dichos vacíos de información resultan especialmente problemáticos en países megadiversos como Colombia, donde la reciente expansión de monitoreos acústicos está permitiendo nuevas investigaciones ecológicas y conductuales. Presentamos la primera caracterización de señales de ecolocalización de *Lasiurus ega* (Chiroptera: Vespertilionidae) en Puerto Wilches, Santander, Colombia. Nuestros registros en cuarto de vuelo (n=6) revelan que *L. ega* produce pulsos distintivos en modulación de frecuencia (FM) con barridos descendentes, mostrando frecuencias mínimas de $30,92 \pm 2,85$ kHz.

Palabras clave: Caracterización acústica, ecolocalización, Murciélago insectívoro, Vespertilionidae.

Abstract

A major challenge in bioacoustic research remains the limited availability of reference recordings documenting intraspecific variation in emitted signals - a critical requirement for reliable species identification. This issue is particularly acute for insectivorous species, which exhibit low capture rates using conventional mist-netting methods, thereby restricting opportunities to obtain definitive acoustic signatures. Such data gaps are especially problematic in megadiverse countries like Colombia, where recent expansions in acoustic monitoring are enabling novel ecological and behavioral investigations. We present the first characterization of echolocation signals from *Lasiurus ega* (Chiroptera: Vespertilionidae) in Puerto Wilches, Santander Department, Colombia. Our flight chamber recordings (n=6) reveal that *L. ega* produces distinctive frequency-modulated (FM) downward sweeps with minimum frequencies of $30,92 \pm 2,85$ kHz.

Key words: Acoustic characterization, Echolocation, Insectivorous bat, Vespertilionidae.

El género *Lasiurus* Gray, 1831, comprende 20 especies (Mammal Diversity Database 2024) de murciélagos insectívoros, distribuidas desde Canadá hasta Argentina (Gardner & Handley 2007). En América del Sur se encuentran nueve especies, de las cuales cinco especies son endémicas (Gardner & Handley 2007). La taxonomía de la tribu Lasiurini, ha sido objeto de revisiones recientes (ver Baird et al. 2021) indicando que el género *Lasiurus* se reconoce como monofilético y se divide en tres subgéneros, donde se incluye a la especie *Lasiurus ega* (P. Gervais, 1856) dentro del subgénero *Dasypterus* (Francis et al. 2023).

En Colombia, se han identificado tres especies del género *Lasiurus*: *L. villosissimus*, *L. ega* y *L. frantzi*, distribuidas a lo largo de un gradiente altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los 3.500 msnm (Ramírez-Chaves et al. 2024). Estas especies ocupan diversos hábitats, aunque son frecuentes en zonas abiertas y bordes de bosques (Carter & Menzel 2007). Debido a sus hábitos de forrajeadores aéreos que vuelan entre los siete y diez metros sobre el nivel del suelo (Kalko et al. 2008), los murciélagos insectívoros presentan una baja probabilidad de detección con métodos de captura tradicionales, como las redes de niebla, por lo que los métodos acústicos resultan útiles y complementarios a los métodos tradicionales (MacSwiney et al. 2008).

Se ha reportado que los murciélagos pueden mostrar una gran plasticidad en el uso de sus señales de ecolocalización (Corcoran & Weller 2018), la cual puede estar influenciada por las condiciones ambientales, el tamaño corporal de las especies y el tamaño o tipo de presa (Leiser-Miller & Santana 2021). Acústicamente, algunas especies del género *Lasiurus* pueden diferenciarse considerando su frecuencia mínima (O'Farrell & Miller 1999), la cual está relacionada con el tamaño corporal; en donde, a mayor tamaño corporal, menor es la frecuencia mínima (Kraker & Pérez 2012). En particular, en ciertas especies del género *Lasiurus* se ha documentado una variación en los parámetros acústicos según la distribución geográfica, al igual que en la producción de microsonidos (señales más cortas y de alta frecuencia) a la hora de alimentarse o durante las interacciones sociales. (Corcoran et al. 2021). Debido a las variaciones intraespecíficas en las señales acústicas que emiten los murciélagos, uno de los principales retos de la acústica de murciélagos es la identificación de especies. Por lo tanto, es necesario documentar y poner a disposición la caracterización de las señales acústicas. Esto es particularmente relevante en países tropicales como Colombia, donde existe una alta diversidad de murciélagos y pocos registros acústicos disponibles con relación al conocimiento de la diversidad de murciélagos (Martínez-Medina et al. 2001).

En Colombia, el interés en los estudios de bioacústica ha ido en aumento, ya que ésta ha demostrado ser una herramienta con un gran potencial para responder a diferentes preguntas ecológicas (Hernández Leal et al. 2021), comportamentales (Yantén et al. 2022) e incluso taxonómicas (Ramírez-Chaves et al. 2023; Rodríguez-Posada et al. 2021). Sin embargo, es fundamental contar con grabaciones de referencia de las diferentes especies de murciélagos para el país, conocer sus comportamientos acústicos y contar con el soporte de audios de referencia asociados a especímenes depositados en colecciones biológicas. Por lo tanto, en este trabajo, describimos las señales de ecolocalización de *Lasiurus ega*.

El muestreo y grabaciones realizadas con el murciélago capturado siguen los lineamientos para el uso de mamíferos en investigación de Sikes et al. (2016) y la metodología para el muestreo propuesta por la Red Latinoamericana y del Caribe para la conservación de los murciélagos (RELCOM) (Estrada-Villegas et al. 2018) y por Martínez-Medina et al. 2021. En

cuanto a los permisos de recolecta, el Instituto Humboldt, como institución vinculada al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, está amparado por lo dispuesto en el Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.2.8.1.2., Párrafo 1.

Descripción de la especie

El trabajo de campo se realizó en el municipio de Puerto Wilches, departamento de Santander (7.368141, -73.86284), a una elevación 65 m.s.n.m, en un cultivo de palma. Se instalaron 10 redes de niebla de 12 metros de longitud. El 26 de marzo de 2022 a las 18h50 una hembra de la especie *Lasiurus ega* fue capturada. El individuo presentó las siguientes medidas corporales en milímetros: longitud total: 220; longitud cola: 53; longitud pata: 9; longitud oreja: 12; longitud antebrazo: 46,02 y masa corporal: 27 g. El ejemplar se preservó como espécimen de referencia y se depositó en la Colección de Mamíferos del Instituto Alexander von Humboldt (IAvH-M-11214). La identificación de la especie *L. ega* se verificó de acuerdo con los siguientes caracteres: premaxila e incisivos superiores separados por una abertura en el extremo anterior del paladar de aproximadamente 1/3 de la distancia entre los caninos superiores, con un premolar superior a cada lado, superficie dorsal del uropatagio densamente peludo, membranas de las alas negras, coloración oliva amarillenta igual al uropatagio (Díaz et al. 2021, Gardner 2007).

Descripción acústica

El individuo de *L. ega* se grabó el 27 de marzo del 2022 entre las 8h43 y 8h49 en el municipio de Puerto Wilches, Santander (7,37316; -73,86333; 69 msnm). La grabación se realizó en un encierro de vuelo con dimensiones de 13m x 7m x 2m. Se utilizó un detector de ultrasonido activo AnaBat Walkabout (Titley Scientific, Australia) a una tasa de muestreo de 500 KHz y un micrófono unidireccional Knowles FG (Titley Scientific, Australia). Los cortes de audio se grabaron en espectro completo, se almacenaron en formato .wav y se depositaron en la Colección de Sonidos Ambientales “Mauricio Álvarez Rebolledo” del Instituto Humboldt bajo el siguiente número de catalogo IAvH-CSA-36464.

La caracterización de las grabaciones se realizó en el software Raven Pro 1.6.1 (Lisa Yang & Center for Conservation Bioacoustics 2019), donde medimos solo los pulsos que tuvieran una relación señal-ruido de al menos 20dB. La visualización de los espectrogramas se hizo a partir de una transformación rápida de Fourier de 520 muestras con un solapamiento del 85% y una ventana tipo Hamming. Para cada uno de los pulsos se midieron manualmente los siguientes parámetros: a) duración, b) frecuencia de máxima energía, c) frecuencia máxima, d) frecuencia mínima e) intervalo entre pulsos.

Se analizaron un total de 92 pulsos de ecolocalización provenientes de 6 grabaciones. Las señales de ecolocalización de *L. ega* se caracterizan por tener una forma de frecuencia modulada descendente (Fm-d) con un componente constante (CF; Figura 1), y en algunos casos presentan una alternancia en los pulsos de la secuencia. La duración promedio de los pulsos es de 2,85 ms, la frecuencia de máxima energía es de 36 KHz. El parámetro de intervalo entre pulso no se consideró porque, en el método de grabación en encierro de vuelo, los murciélagos no emiten el mismo tipo de señales cuando vuelan en espacios abiertos. Es decir, su tipo de señal puede cambiar, lo que influye significativamente en esta variable y altera el valor promedio de este parámetro (Siemers 2004). En el caso de los murciélagos que emiten señales FM de corta duración este método reduce la variación entre tipo de espacio de forrajeo o situación y se pueden analizar las situaciones específicas entre señales (Siemers 2004), como es el caso de *L. ega*.

Estos resultados son concordantes con la variación que presenta Arias-Aguilar et al. (2018), Rydell et al. (2002) y Ortega et al. (2022) para las señales de ecolocación de *L. ega* (Tabla 2). Se ha descrito que una de las características que presentan las secuencias de ecolocalización de las especies del género *Lasiurus* es la alternancia o saltos entre pulsos, en las secuencias que grabamos no logramos observar esto de forma marcada, esto puede deberse a la metodología de grabación, esto evidencia el reto que implica hacer grabaciones de referencia y las limitaciones que tiene cada metodología, este encierro se construyó con dimensiones muy grandes precisamente pensando en que no se fueran a alterar mucho las señales de ecolocalización, por lo anterior recomendamos considerar cuando sea posible usar metodologías diferentes y complementarias de grabación para conocer el repertorio acústico de una especie.

El análisis de las señales de ecolocación individuo de *L. ega*, permitió caracterizar sus señales y comparar con otras publicaciones donde documentan frecuencias similares en otras latitudes geográficas, sin embargo, se recomienda aumentar el número de registros provenientes de distintos individuos para complementar y fortalecer los hallazgos reportados. La información obtenida contribuye al conocimiento de acústica de la especie, pero no representa la variación entre individuos. No obstante, la documentación, publicación y la accesibilidad a los registros acústicos y de la variabilidad de ecolocalización de los murciélagos de Colombia contribuyen significativamente al desarrollo de investigaciones biológicas que utilizan metodologías acústicas.

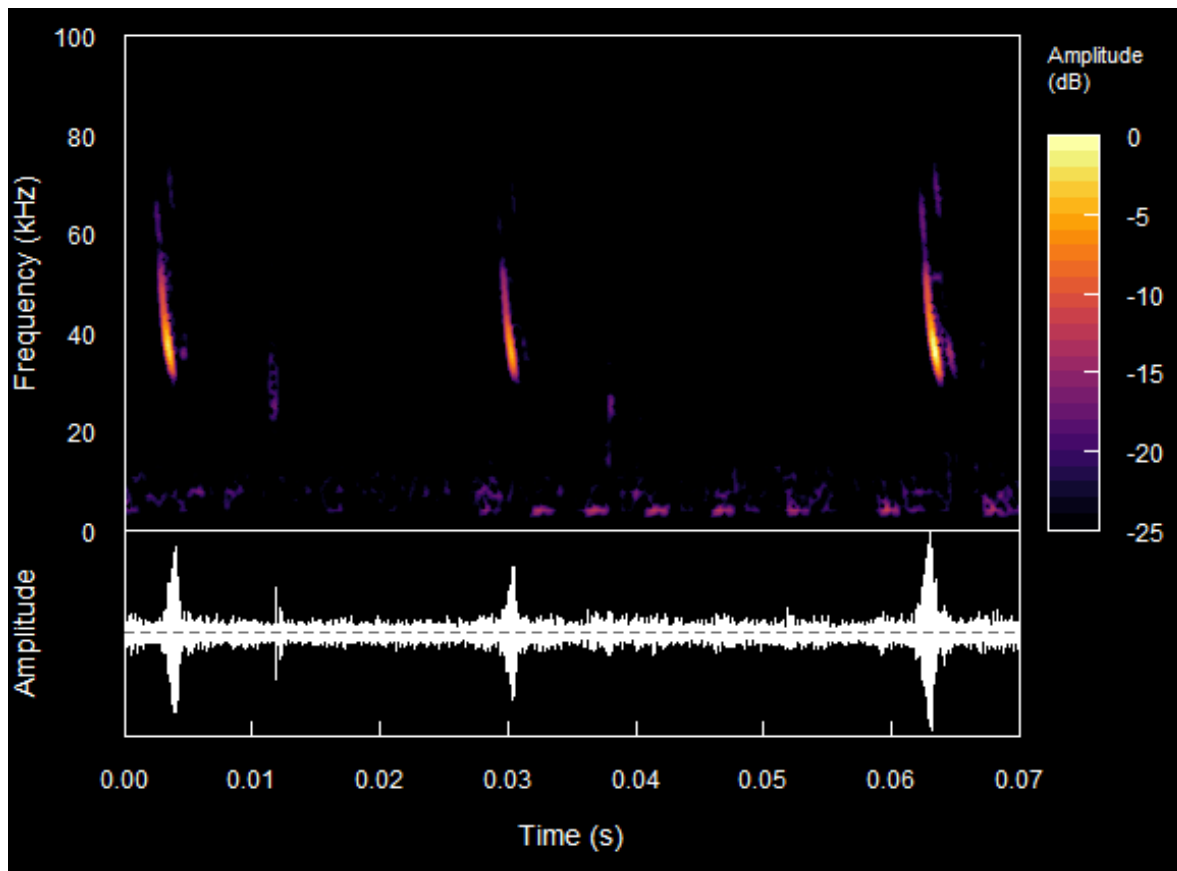


Figura 1. Espectrograma y oscilograma de las señales de ecolocalización en fase de búsqueda de un individuo de *Lasiurus ega* capturado, en Puerto Wilches, Santander, Colombia.

Tabla 1. Promedio y desviación estándar de los parámetros estimados y metadatos de las señales de ecolocalización de *Lasiurus ega* en Puerto Wilches, Santander. N=92 señales de ecolocalización.

Parámetro	Valor medio n/N
Frecuencia máxima	36,97 ± 2,436 kHz 92/6
Frecuencia mínima	30,92 ± 2,85 kHz 92/6
Frecuencia de máxima energía	36,97± 2,43 kHz 92/6
Ancho de banda	21,6± 5,2 kHz 92/6
Duración del pulso	2,85 ± 0,5 ms 92/6
Intervalo entre pulsos	33,73 ± 0,98 ms
Fecha y hora	27-03-2022 (08h43 a 08h49)
Localidad	Puerto Wilches, Santander
Coordenadas	7,37316, -73,86333
Método grabación	Encierro de vuelo (13m x7m x2m)
Equipo grabación	AnaBat Walkabout
Micrófono	Unidireccional
Ganancia	Ninguna
Tasa de muestreo	500 muestras
Formato de archivo	Espectro completo/.wav
Vecindad inmediata	Espacio abierto. Palma.
Especie	<i>Lasiurus ega</i>
Sexo	Hembra
Edad	Adulto
Número de colección espécimen testigo	IAvH-M -11214
Número de colección grabaciones	IAvH-CSA-36464

Tabla 2. Parámetros acústicos de señales de ecolocalización de murciélagos registrados en México, según distintos estudios. FME: frecuencia máxima de energía; LF: frecuencia baja; HF: frecuencia alta; CD: duración del pulso; PI: intervalo entre pulsos. Los valores se expresan como media ± desviación estándar. (-): dato no reportado.

País	Literatura	FME (kHz)	LF (kHz)	HF (kHz)	CD (ms)	PI (ms)
México	Rydell et al., 2002, citado en Arias-Aguilar et al., 2018	31,3 ± 1,3	27,3 ± 2,5	-	9,4 ± 1,2	-
	MacSwiney et al. 2008, citado en Arias-Aguilar et al., 2018	32,2 ± 1,2	31,1 ± 1,4	34,9 ± 1,6	8,7 ± 2,5	149,4 ± 64,7
	Zamora-Gutierrez et al. 2016, citado en Arias-Aguilar et al., 2018	55,2 ± 5,41	37,45 ± 0,98	61.13 ± 4,50	2,93 ± 0,51	--
		29,8 ± 1,3	-	26,6 ± 2,4	-	-
	Rydell et al. 2020	31,2 ± 1,4	-	27,6 ± 1,4	-	-
		38 ± 2,1	-	34 ± 2,2	-	-
	Ortega et al. 2022	40,7 ± 2,1	37,5 ± 1,0	61,1 ± 4,5	2,9 ± 0,5	-

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al convenio interadministrativo No. 21-095 (264 de 2021 ANH) entre la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) y el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). También agradecemos especialmente por su trabajo en campo a Alejandra Niño Reyes, Nathalia Moreno Niño, Andrés Julián Lozano Flórez,

Sebastián Bustamante Manrique, Manuela Montoya Marín, Daniela Pachón Prada, Andrés Fernando Tamayo Zuluaga, Fernanda Tique Bernal, Luisa Alejandra Ruano Meneses y Angélica Viviana Yantén Arévalo.

REFERENCIAS

- Arias-Aguilar A, Hintze F, Aguiar LM, Rufay V, Bernard E, Pereira MJR. 2018. Who's calling? Acoustic identification of Brazilian bats. *Mammal Research* 63:231-253. <https://doi.org/10.1007/s13364-018-0367-z>
- Baird AB, Braun JK, Engstrom MD, Lim BK, Mares MA, Patton JC, Bickham JW. 2021. On the utility of taxonomy to reflect biodiversity: the example of Lasiurini (Chiroptera: Vespertilionidae). *Therya* 12(2):283-289. <https://doi.org/10.12933/therya-21-1117>
- Carter TC, Menzel JM. 2007. Behavior and day-roosting ecology of North American foliage-roosting bats. In: Lacki MJ, Hayes JP, Kurta A, editors. *Conservation and management of bats in forests*. Baltimore (MD): Johns Hopkins University Press. p. 61-81.
- Corcoran AJ, Weller TJ. 2018. Inconspicuous echolocation in hoary bats (*Lasiurus cinereus*). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 285(1878). <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.0441>
- Corcoran AJ, Weller TJ, Hopkins A, Yovel Y. 2021. Silence and reduced echolocation during flight are associated with social behaviors in male hoary bats (*Lasiurus cinereus*). *Scientific Reports* 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-97628-2>
- Díaz MM, Solari S, Gregorin R, Aguirre LF, Barquez RM. 2021. *Clave de identificación de los murciélagos neotropicales*. Tucumán (Argentina): Programa de Conservación de los Murciélagos de Argentina. Publicación Especial No. 4.
- Francis CM, Simmons NB, Cakenberghe V, Upham NS, Burgin CJ. 2023. On the taxonomy of *Lasiurus* on behalf of the Global Bat Taxonomy Working Group of the IUCN SSC Bat Specialist Group. *Zenodo*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7696845>.
- Gardner AL, Handley CO. 2007. Order Chiroptera: Family Vespertilionidae: Genus *Lasiurus* Gray, 1831. In: Gardner AL, editor. *Mammals of South America. Volume 1: Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats*. Chicago (IL): University of Chicago Press. p. 457-468.
- Hernández-Leal OF, Sánchez F, Lizcano DJ. 2021. Murciélagos insectívoros aéreos en un paisaje ganadero del piedemonte llanero colombiano. *Biota Colombiana* 22(1):164-183. <https://doi.org/10.21068/c2021.v22n01a11>
- Kalko EKV, Estrada-Villegas S, Schmidt M, Wegmann M, Meyer CFJ. 2008. Flying high - Assessing the use of the atmosphere by bats. *Integrative and Comparative Biology* 48(1):60-73. <https://doi.org/10.1093/icb/icn030>
- Kraker C, Pérez S. 2012. Detección ultrasónica de murciélagos insectívoros en cafetales de La Antigua Guatemala, Guatemala. *Revista Científica* 22:43-53. <https://doi.org/10.54495/Rev.Cientifica.v22i1.122>
- Leiser-Miller LB, Santana SE. 2021. Functional differences in echolocation call design in an adaptive radiation of bats. *Ecology and Evolution* 11(22):16153-16164. <https://doi.org/10.1002/ece3.8296>
- MacSwiney MC, Clarke FM, Racey PA. 2008. What you see is not what you get: the role of ultrasonic detectors in increasing inventory completeness in Neotropical bat assemblages. *Journal of Applied Ecology* 45(5):1364-1371. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01531.x>

- Mammal Diversity Database. 2024. *Mammal Diversity Database*. <https://www.mammaldiversity.org/>. Accessed 2025 Aug 13.
- 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>
- O'Farrell MJ, Miller BW. 1999. Use of vocal signatures for the inventory of free-flying Neotropical bats. *Biotropica* 31(3):507-516. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.1999.tb00394.x>
- Ortega J, MacSwiney C, Zamora V. 2022. *Compendio de los llamados de ecolocalización de los murciélagos insectívoros mexicanos*. Ciudad de México (México): Asociación Mexicana de Mastozoología, AC y CONABIO. p. 24-217
- Ramírez-Chaves HE, 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. Bogotá (Colombia): Sociedad Colombiana de Mastozoología. Dataset/Checklist. <https://doi.org/10.15472/kl1whs>
- Ramírez-Chaves HE, Morales-Martínez DM, Martínez-Medina D, Ossa-López PA, Rivera-Páez FA. 2023. Revising the diversity within the Dwarf Dog-faced Bat, *Molossops temminckii* (Chiroptera, Molossidae), with the revalidation of the endangered *Molossops griseiventer*. *ZooKeys* 1180:237-260. <https://doi.org/10.3897/zookeys.1180.109091>
- Rodríguez-Posada ME, Morales-Martínez DM, Ramírez-Chaves HE, Martínez-Medina D, Calderón-Acevedo CA. 2021. A new species of long-eared brown bat of the genus *Histiotus* (Chiroptera) and the revalidation of *Histiotus colombiae*. *Caldasia* 43(2):221-234. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v43n2.85424>
- Rydell J, Arita HT., Santos M, Granados J. 2002. Acoustic identification of insectivorous bats (Order Chiroptera) of Yucatán, Mexico. *Journal of Zoology* 257(1):27-36. <https://doi.org/10.1017/S0952836902000626>
- Siemers BM. 2004. Bats in the field and in a flight cage: recording and analysis of their echolocation calls and behavior. In: Thomas JA, Moss CF, Vater M, editors. *Bat echolocation research: tools, techniques, and analysis*. New York (NY): Springer. p. 107-113.
- Sikes RS, Animal Care and Use Committee of the American Society of Mammalogists. 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>
- Yang LK, Center for Conservation Bioacoustics. 2014. *Raven Pro: Interactive Sound Analysis Software* (Version 1.6.1) [Computer software]. Ithaca (NY): Cornell Lab of Ornithology. <https://ravensoundsoftware.com/>.
- Yantén AV, Cruz-Roa A, Sánchez FA. 2022. Traffic noise affects foraging behavior and echolocation in the lesser bulldog bat, *Noctilio albiventris* (Chiroptera: Noctilionidae). *Behavioural Processes* 203:104775. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2022.104775>

Editor: Áida Otálora-Ardila

Received: 2024-09-15

Reviewed: 2024-09-19

Accepted: 2025-09-19

Published: 2025-11-24