

Proyecto Sonozotz: descubriendo las voces de los murciélagos de México

M. Cristina **MacSwiney G.**
Verónica **Zamora-Gutiérrez**
Jorge **Ortega**

Los murciélagos son el segundo grupo de mamíferos más diverso con aproximadamente 1,400 especies mundialmente descritas hasta la fecha. Estos mamíferos son un importante referente debido a los roles ecológicos que juegan en los ecosistemas, además de presentar una alta diversidad de hábitos alimentarios, por lo que son considerados un grupo clave para el funcionamiento integral de los ecosistemas. Así mismo, cabe resaltar que el grupo de los murciélagos presenta características únicas y distintivas como son el vuelo, los llamados de ecolocalización, tasas de longevidad muy largas comparadas con otros grupos taxonómicos de tamaño similar, un sistema inmune característico que le permite coevolucionar con parásitos, entre otras.

Entre la particularidad de los hábitos alimentarios de los murciélagos, resaltan las especies que consumen insectos, ya que pueden llegar a ser supresores de plagas. Este grupo de murciélagos ha llamado particular atención en los últimos años por sus características peculiares de ecolocalización (llamados con mucha energía que emiten en casi todo momento mientras están activos) que les confiere un gran potencial para estudiarlos



Figura 1. Murciélago insectívoro *Idionycteris phyllotis*. Foto: Juan Cruzado Cortés.

y monitorearlos a través del sonido que emiten. (Figura 1).

Los llamados de ecolocalización de los murciélagos empezaron a conocerse a finales de la década de 1950, cuando se desarrolló la tecnología para poder registrar los sonidos ultrasónicos que ellos producen. Cuando hablamos de sonidos ultrasónicos, nos referimos a aquellos fuera del rango auditivo (20 Hz a 20 kHz) del ser humano y que tienen una frecuencia de más de 20 kHz. Los murciélagos, a veces, emiten sonidos de baja frecuencia que nosotros sí podemos escuchar, pero la mayoría de ellos vocaliza por arriba de los 30 kHz y algunas especies incluso llegan a usar frecuencias hasta de 120 kHz. Con el avance de la ciencia acústica se han ido obteniendo sonidos particulares para varias especies, lo cual ha permitido la identificación y discriminación de algunas de ellas sin necesidad de capturar especímenes. Además, la tecnología ha hecho económicamente más accesibles los detectores ultrasónicos, lo que ha ocasionado que estos dispositivos se hayan vuelto herramientas populares e indispensables para la generación de inventarios completos de comunidades de murciélagos, y para determinar el uso del

hábitat de algunas especies en diferentes regiones del mundo (Grinell *et al.*, 2016). Sin embargo, el uso de detectores tiene una aplicabilidad limitada, debida principalmente a la gran variabilidad intra e interespecífica en los llamados de ecolocalización, la sensibilidad de los micrófonos dependiente de las condiciones ambientales y hasta la complejidad del hábitat a muestrear.

A la fecha, se han publicado bibliotecas de llamados de ecolocalización de murciélagos para varios países, y son las naciones con menos complejidad de hábitats y con menos especies las que más frecuentemente han realizado estos compendios. Sin embargo, lograr una adecuada compilación de ultrasonidos de la quiroptero fauna (variedad de especies de murciélagos) en países ecológicamente complejos con una adecuada representatividad geográfica, territorial y taxonómica es un desafío. México es un país con una gran diversidad de murciélagos con sus cerca de 140 especies, de las cuales aproximadamente el 60 % son insectívoras con un alto potencial de grabación e identificación acústica. No obstante, muchas de estas especies son difíciles de capturar dado que perchan en refugios muy altos o se encuentran en hábitats muy

Figura 2. Murciélago pescador *Myotis vivesi*, especie endémica de México cuyo sonido fue grabado en Isla Partida, en el Mar de Cortés. Foto: Cristina Mac Swiney.



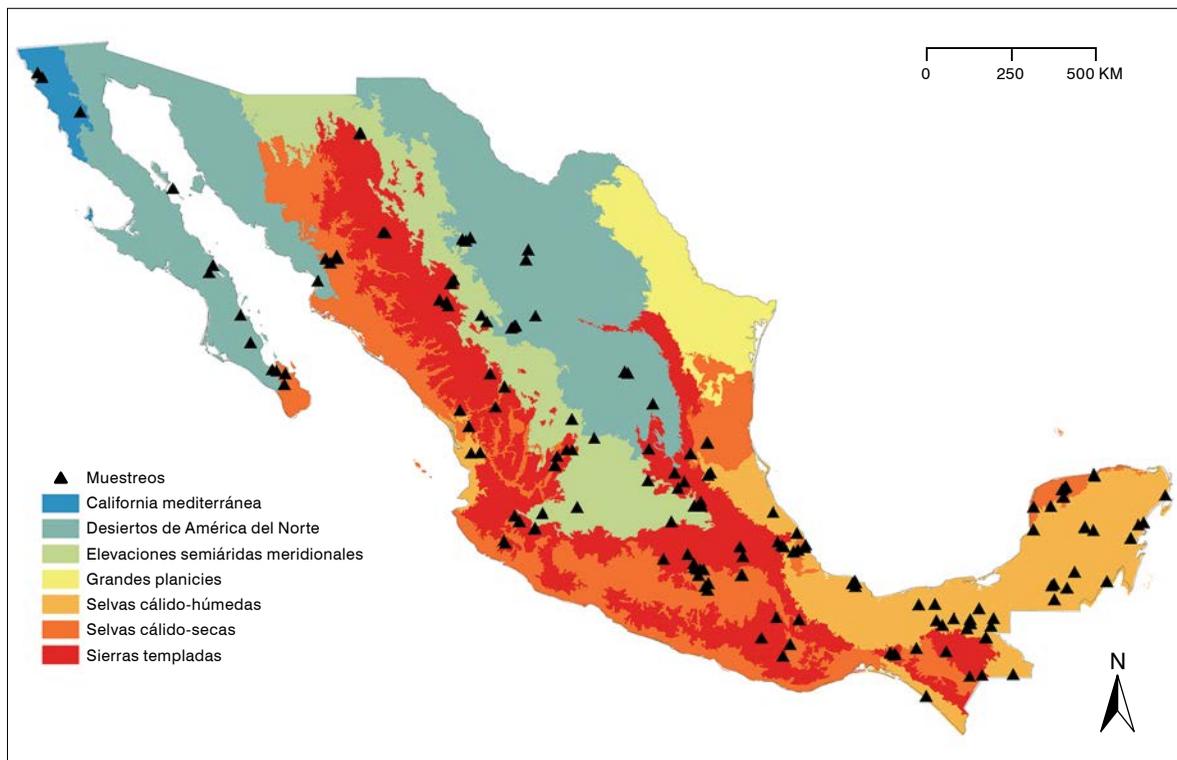


Figura 3. Distribución del esfuerzo de muestreo del proyecto Sonozotz en las diferentes ecorregiones del país. Mapa elaborado por Verónica Zamora-Gutiérrez.

reducidos, lo que ha dificultado su estudio, como es el caso del murciélago pescador *Myotis vivesi* (Figura 2).

CONSTRUCCIÓN DE BIBLIOTECA ACÚSTICA NACIONAL SONOZOTZ

El proyecto Sonozotz-AMMAC-CONABIO “Compilación de fonoteca de referencia de los murciélagos insectívoros de México, Fase 1”, surgió por la necesidad de contar con una biblioteca nacional de referencia de llamados de murciélagos que reuniera la gran variabilidad de los llamados de las especies mexicanas.

En el marco de los congresos nacionales de mastozoología organizados por la Asociación Mexicana de Mastozoología A.C. (AMMAC), un grupo nutrido de investigadores de diferentes instituciones decidió organizarse para llevar a cabo la propuesta del proyecto, la cual fue financiada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), dependencia gubernamental

mexicana con la misión de promover y apoyar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica. Para lograr la enorme tarea de compilar los llamados de murciélagos en todo el territorio mexicano, se propuso una división del país en ocho regiones con base en la topografía, complejidad ambiental y la cobertura taxonómica, privilegiando el muestreo en sitios seguros y que fueran logísticamente manejables.

Las colectas de murciélagos se realizaron en un abanico de ambientes que incluyeron desde sitios con vegetación desértica hasta localidades con selvas altas perennifolias (Figura 3). Se atraparon murciélagos en zonas arqueológicas, cuevas, minas abandonadas, edificios en ciudades, ríos, cenotes, parches de vegetación e incluso en una isla en el Golfo de California.

Un factor clave para el éxito del proyecto fue la realización de un taller de estandarización, en el que se definió el protocolo de muestreo y toma



Figura 4. Algunas de las especies de murciélagos insectívoros grabados durante el proyecto Sonoztz. a) *Lasiurus cinereus*. Foto: Verónica Zamora Gutiérrez. b) *Molossus rufus*. Foto: Juan Cruzado Cortés. c) *Natalus mexicanus*. Foto: Verónica Zamora-Gutiérrez. d) *Rhogeessa tumida*. Foto: Juan Cruzado Cortés.

de datos. En este protocolo se establecieron qué técnicas de liberación y ambientes de grabación eran los más adecuados para obtener los llamados de ecolocalización característicos de las diferentes especies de murciélagos insectívoros.

Además, se determinó qué información complementaria era necesaria en cada individuo grabado, tal como la identificación específica, el sexo, edad, estado reproductivo y medidas estándares. Una vez ajustada la metodología, se realizaron tres talleres regionales en el sur, centro y norte del país para poner en práctica el protocolo de muestreo del proyecto y de esta manera entrenar a más participantes de todas las regiones en la colecta y toma de datos, lo que derivó en la colaboración de cerca de 170 personas.

Durante el desarrollo del proyecto se logró capturar 1,664 individuos pertenecientes a 69 especies de murciélagos insectívoros de siete de las ocho familias de murciélagos de México. De los murciélagos capturados se registraron exitosamente cerca de 1,960 llamados de ecolocalización a través de diferentes técnicas de grabación. La riqueza de murciélagos obtenida representa el 50 % de

las especies de todo México y el 64 % de las especies predominantemente insectívoras, respectivamente (Figura 4).

Los murciélagos fueron capturados en 185 localidades que cubrieron la mayoría de las ecorregiones de México. Las familias Vespertilionidae y Mormoopidae fueron las que tuvieron mejor representación en la biblioteca. La mayoría de las especies de estas familias cazan insectos entre la vegetación a bajas alturas, por lo que colocar las redes cerca de cuerpos de agua en los hábitats donde se alimentan, o bien, afuera de sus refugios, cuevas principalmente, fue clave para su registro.

En contraste, la familia Molossidae fue la menos representada debido a que cuenta con especies que perchan en sitios muy altos como palmas, puentes urbanos, edificios altos, y huecos de árboles inaccesibles, pero que además suelen volar a más de 30 metros de altura en su búsqueda de alimento. Estos hábitos dificultan enormemente su captura, razón por la cual varias especies de los géneros *Eumops* y *Molossus* estuvieron ausentes en la biblioteca (Zamora-Gutiérrez *et al.*, 2020).

Además del valor intrínseco del proyecto derivado de la enorme cantidad de información recopilada, Sonoztz es la única biblioteca acústica cuyo material será de uso totalmente libre. Tanto las grabaciones de las especies de murciélagos (en formato wav), junto con sus correspondientes metadatos, estarán disponibles gratuitamente a través del portal de la CONABIO. Una vez en línea, será posible agregar nuevas grabaciones de murciélagos, siguiendo un proceso curatorial cuidadoso para garantizar la calidad de las nuevas incorporaciones. Esto convertirá a Sonoztz en una de las referencias obligadas en el ámbito acústico de los murciélagos.

LA IMPORTANCIA Y USO DE LAS BIBLIOTECAS ACÚSTICAS

Las bibliotecas acústicas son la base para realizar numerosas acciones de manejo y conservación de los hábitats y las especies que en ellos se encuentran. En regiones con amplio conocimiento de las vocalizaciones de la quiroptero fauna, se

han realizado programas de monitoreo basados en la ciencia ciudadana a grandes escalas espacio-temporales.

Entre los programas más exitosos destacan *iBats*, un proyecto en que se recorrían transectos en vehículos a lo largo de Europa y otras partes del mundo, siguiendo un protocolo preestablecido de grabación (Jones *et al.*, 2013); y el *North American Bat Monitoring Program* (NABat), creado para monitorear murciélagos a lo largo de Norteamérica gracias a la contribución de voluntarios, naturalistas, investigadores y personas asociadas a diferentes agencias ambientales, incluidas organizaciones no gubernamentales (Loeb *et al.*, 2015).

La caracterización correcta de las firmas vocales permite llevar a cabo estudios sobre el uso de hábitat de las especies tanto en ambientes naturales como en sitios con actividades antropogénicas (cultivos, ciudades, entre otros).

En los últimos años, los estudios acústicos han sido implementados para mejorar nuestra comprensión y proponer soluciones a importantes amenazas actuales, tales como enfermedades como el síndrome de la nariz blanca (WNS por sus siglas en inglés, Dzal *et al.*, 2010), la mortalidad de especies migratorias en parques eólicos (Riemer *et al.*, 2018), entre otros.

Comprender cómo las actividades humanas afectan la biodiversidad es un requisito previo fundamental para el desarrollo y la aplicación de programas eficaces de conservación de especies. Finalmente, la accesibilidad para instalar detectores acústicos en zonas remotas por largos periodos de tiempo ha revelado la existencia de posibles nuevas especies que pasaron desapercibidas durante muchos años con el uso de métodos de captura tradicionales.

La pandemia vivida en los últimos años causada por el virus SARS-Cov-2 ha provocado un replanteamiento y reestructuración de varios elementos en la investigación. Entre ellos está la manipulación de vida silvestre, en especial de los murciélagos por ser reservorios naturales de una gran cantidad de virus, muchos de ellos con potencial zoonótico. En este escenario cobra relevancia la

implementación de la investigación acústica que no implica la manipulación de individuos de fauna silvestre en estos momentos de vulnerabilidad para la misma.

Finalmente, estamos seguros de que, como se ha hecho en México, el proyecto Sonozotz es un ejemplo que puede servir de motivación a otros países para promover el conocimiento de la enorme diversidad de murciélagos en el mundo.

R E F E R E N C I A S

Dzal Y, McGuire LP, Veselka N and Fenton MB (2010). Going, going, gone: the impact of white-nose syndrome on the summer activity of the little brown bat (*Myotis lucifugus*). *Biology Letters* 7:392-394.

Grinell AD, Gould E and Fenton MB (2016). A history of the study of echolocation. En Fenton MB, Grinell AD, Popper AN *et al.* (Eds.), *Bat bioacoustics* (pp. 1-24). ASA Press, Springer, New York.

Jones KE, Russ J, Bashta AT *et al.* (2013). Indicator Bats Program: a system for the global acoustic monitoring of bats. En Collen B, Pettorelli N, Durant S *et al.* (Eds.), *Biodiversity monitoring and conservation: bridging the gaps between global commitment and local action*. (pp. 213-247). Wiley-Blackwell, London.

Loeb SC, Rodhouse TJ, Ellison LE *et al.* (2015). A plan for the North American bat monitoring program (NABat). United States Department of Agriculture, Asheville.

Reimer JP, Baerwald EF and Barclay RMR (2018). Echolocation activity of migratory bats at a wind energy facility: testing the feeding-attraction hypothesis to explain fatalities. *Journal of Mammalogy* 99:1472-1477.

Zamora-Gutierrez V, Ortega J, Avila-Flores R *et al.* (2020). The Sonozotz Project: assembling an echolocation calls library for bats in a megadiverse country. *Ecology and Evolution* 10:4928-4943.

M. Cristina MacSwiney G.
Centro de Investigaciones Tropicales
Universidad Veracruzana, Xalapa, México
cmacswiney@uv.mx

Verónica Zamora-Gutiérrez
CONACYT - Centro Interdisciplinario de
Investigación para el Desarrollo Integral Regional
Unidad Durango (CIIDIR)
Instituto Politécnico Nacional, Durango, México

Jorge Ortega
Departamento de Zoología
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas
Instituto Politécnico Nacional, CdMX, México