



Señal acústica de *Obolopteryx eurycerca*
Barrientos-Lozano & Rocha-Sánchez,
2016 (Orthoptera: Tettigoniidae:
Phaneropterinae)

Acoustic signal of *Obolopteryx eurycerca*
Barrientos-Lozano & Rocha-Sánchez,
2016 (Orthoptera: Tettigoniidae:
Phaneropterinae)

 HILLARY G. SALINAS-DOSAL,  * LUDIVINA BARRIENTOS-
LOZANO,  AURORA Y. ROCHA-SÁNCHEZ,  PEDRO
ALMAGUER-SIERRA,  OTHÓN J. GONZÁLEZ-GAONA



Tecnológico Nacional de México, I. T. Ciudad Victoria, División de Estudios de Posgrado e Investigación. Boulevard Emilio Portes Gil No. 1301. C.P. 87010. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)

Editor responsable: Magdalena Cruz Rosales

*Autor corresponsal:

 Ludivina Barrientos-Lozano
ludivinab@yahoo.com

Cómo citar:

Salinas-Dosal, H. G., Barrientos-Lozano, L., Rocha-Sánchez, A. Y., Almaguer-Sierra, P., González-Gaona, O. J. (2023) Señal acústica de *Obolopteryx eurycerca* Barrientos-Lozano & Rocha-Sánchez (Orthoptera: Tettigoniidae: Phaneropterinae). *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 39, 1-11. 10.218229/azm.2023.3912609 Elocation-id:39122609

Recibido: 05 abril 2023

Aceptado: 30 julio 2023

Publicado: 20 septiembre 2023

RESUMEN. En Ensifera (Tettigoniidae: Phaneropterinae), los machos producen señales acústicas mediante estridulación tegminal; estas señales funcionan en primera instancia para atraer hembras conespecíficas sexualmente receptivas. El estudio de la bioacústica es, además, una herramienta complementaria en estudios morfológicos tradicionales, ya que estas señales son especie-específicas y permiten diferenciar especies morfológicamente similares (crípticas). Las señales acústicas representan un sistema importante de comunicación intra e interespecífico. Los miembros de la familia Tettigoniidae se destacan por la producción de señales acústicas que frecuentemente son inaudibles al oído humano [frecuencia (f) > de 20 kHz]. México posee una amplia diversidad de insectos, sin embargo, pocos estudios se han enfocado al conocimiento del repertorio acústico de éstos. En este trabajo se describe por primera vez el canto



CC BY-NC-SA

Atribución-NoComercial-CompartirIgual

Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)

e-ISSN 2448-8445

Instituto de Ecología, A.C.

ultrasónico de llamado de *Obolopteryx eurycerca* Barrientos-Lozano & Rocha-Sánchez, 2016. Ejemplares en estudio se recolectaron en el municipio de Hidalgo, Tamaulipas, México. La señal acústica de llamado de los machos consiste en la producción de esquemas de tres sílabas, que se emiten en forma continua por periodos largos de tiempo ($\pm 1h$). Se compara la señal acústica de *O. eurycerca* con la de *O. castanea* (Rehn & Hebard, 1914) y se discuten las ventajas de la comunicación acústica ultrasónica en Ensifera.

Palabras clave: bioacústica; estridulación tegminal; canto de llamado; ultrasónico

ABSTRACT. In Ensifera (Tettigoniidae: Phaneropterinae), males produce acoustic signals through tegminal stridulation; these signals act primarily to attract sexually receptive conspecific females for mating. The study of bioacoustics is also a complementary tool in traditional morphological studies since these signals are species-specific and allow the differentiation of morphologically similar (cryptic) taxa. Acoustic signals represent an important intra and interspecific communication system. Members of the family Tettigoniidae are remarkable for producing acoustic signals that are frequently inaudible to the human ear [frequency (f) > 20 kHz]. Although Mexico is endowed with an extensive diversity of insects, few studies have focused on their acoustic repertoire. In this work, we describe for the first time, the ultrasonic acoustic calling signal of *Obolopteryx eurycerca* Barrientos-Lozano & Rocha-Sánchez, 2016. The specimens studied were collected in the municipality of Hidalgo, Tamaulipas, Mexico. The males' calling signal is made up of echemes of three syllables, emitted in a continuous fashion for long periods of time ($\pm 1h$). The acoustic signal of *O. eurycerca* is compared with that of *O. castanea* (Rehn & Hebard, 1914) and the advantages of ultrasonic acoustic communication in Ensifera are discussed.

Key words: bioacoustics; tegminal stridulation; calling songs; ultrasonic

INTRODUCCIÓN

La subfamilia Phaneropterinae en conjunto con Pseudophyllinae, Phyllophorinae y Mecopodinae, representan un grupo monofilético (Mugleston *et al.*, 2013), por lo que se propuso agruparlas con el estatus de familia: Phaneropteridae, removiéndose de Tettigoniidae. Sin embargo, para conservar la estabilidad clasificatoria se incluyen en Tettigoniidae las cuatro subfamilias mencionadas como un grupo (subfamily group Phaneropteridae Burmeister) (Braun, 2015; Cigliano *et al.*, 2022). La subfamilia Phaneropterinae (Tettigonidae), es un grupo muy diverso de insectos con distribución mundial, representado por más de 2,500 especies (Heller *et al.*, 2015; Grzywacz *et al.*, 2018; Cigliano *et al.*, 2022). Esta subfamilia se destaca por producir señales acústicas, las cuales frecuentemente presentan componentes inaudibles al oído humano (Montealegre-Zapata, 2009; Sarria-S. *et al.*, 2014; Tan *et al.*, 2019). El comportamiento acústico representa un sistema importante de comunicación intra e interespecífico, permitiendo el uso de esta herramienta como complemento para diferenciar especies morfológicamente similares con relativa facilidad (Barrientos-Lozano *et al.*, 2015a; Cedillo-Salinas *et al.*, 2018). El canto es emitido por los machos generalmente, aunque en algunas especies las hembras también producen señales acústicas en respuesta al canto de llamado de los machos, estableciéndose un dueto acústico (Heller *et al.*, 2015; Iorgu *et al.*, 2017). El canto de los machos se produce mediante estridulación tegminal; el tegmen izquierdo se superpone al derecho y en la cara ventral posee una vena engrosada modificada con una serie de dientecillos (peine estridulador), mientras que el tegmen derecho posee el borde anal esclerotizado (plectro) en forma de raspador, al frotar el plectro

contra el peine estridulador se produce una serie de chirridos que representan la señal acústica (Montealegre-Zapata, 2013; Barrientos-Lozano *et al.*, 2015b). México destaca por la abundancia y diversidad de Phaneropterinae y un gran número de endemismos de este grupo (Barrientos-Lozano & Rocha-Sánchez, 2013; Barrientos-Lozano *et al.*, 2013, 2015b, 2016; Rocha-Sánchez *et al.*, 2015; Fernández-Azuara *et al.*, 2018), no obstante, se han realizado pocos estudios sobre bioacústica de sus miembros. Entre los pocos trabajos realizados sobre bioacústica en México, se puede citar el de Buzzetti y Barrientos-Lozano (2011) quienes estudiaron algunos ortópteros del norte de México incluyendo a *Obolopteryx castanea* (Rehn & Hebard, 1914).

El género *Obolopteryx* se erigió por Cohn *et al.*, en 2014, después de una revisión del género *Dichopetala* Brunner von Wattenwyl, 1878. La distribución de éste comprende desde el sur de Estados Unidos, Texas a Arizona, se extiende escasamente en Sonora y ampliamente en el noreste de México; la mayor diversidad y abundancia del género se presenta en los estados del noreste de México (Barrientos-Lozano *et al.*, 2015b, 2016). Los miembros de este género se encuentran en elevaciones que van desde nivel del mar hasta los 2,000 m de altitud (6,500 pies) (Cohn *et al.*, 2014; Barrientos-Lozano *et al.*, 2015b, 2016). Actualmente, se reconocen 14 especies para el género *Obolopteryx*: *O. brevihastata* (Morse, 1902), *O. castanea* (Rehn & Hebard, 1914), *O. catinata* (Rehn & Hebard, 1914), *O. emarginata* (Brunner von Wattenwyl, 1878), *O. gladiator* (Rehn & Hebard, 1914), *O. oreoeca* (Rehn & Hebard, 1914), *O. poecila* (Hebard, 1932) y *O. seeversi* (Strohecker, 1941), más seis especies endémicas del Noreste de México descritas recientemente por Barrientos-Lozano *et al.* (2015b, 2016): *O. truncoangulata*; *O. euryerca*, *O. huastecana*; *O. nigra*, *O. tamaholipana* y *O. tanchipae*. A pesar de la diversidad del género en el noreste de México, se han realizado pocos estudios sobre el comportamiento acústico de los taxones que lo conforman. El presente trabajo tuvo como objetivo estudiar y describir la señal acústica, en particular el canto de llamado, de *Obolopteryx euryerca* Barrientos-Lozano & Rocha-Sánchez, 2016.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ejemplares adultos de *O. euryerca* se recolectaron en octubre de 2020 en el Municipio de Hidalgo, Tamaulipas, México, sobre vegetación representativa del matorral caducifolio espinoso. Esta localidad se ubica en las coordenadas 24° 12' 1" N, 99° 23' 35" O a 300 msnm. Los ejemplares (4♂, 2♀), se transportaron vivos al Laboratorio de Entomología del Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Cd. Victoria (TecNM-ITCV) para su estudio (Fig. 1). Como alimento se suministraron hojas de durazno y como principal fuente de hidratación hojas de lechuga por su alto contenido de agua (95% de su volumen); esta dieta se proporcionó cada tercer día (Barrientos-Lozano *et al.*, 2015a).

El comportamiento acústico se observó durante el día y la noche. Machos y hembras adultos se mantuvieron separados en jaulas entomológicas (elaboradas con estructura de madera y recubiertas de malla tul), de 15 x 15 x 30 cm de dimensión. Las hembras aisladas de los machos se mantuvieron sexualmente receptivas y se utilizaron para estimular a los machos y grabar el canto de llamado. Los machos se grabaron en forma individual, preferentemente por la noche, ya que presentan mayor actividad, a una temperatura de 27 ± 1 °C, por periodos de una hora. Se usó un micrófono ultrasónico, ULTRAMIC-200K-Dodotronic®, con una frecuencia de muestreo de 200 kHz, rango de frecuencia de 100 kHz, resolución de amplitud de 16 bits, éste se colocó en un tripie fuera de la jaula, a una distancia de 10–15 cm. Las señales acústicas se grabaron con ayuda de una computadora portátil y el software Cool Edit Pro-2.0, el cual también se usó para el análisis de las señales. Las grabaciones se almacenaron en un disco duro externo. No se realizaron grabaciones *in situ* ya que hay mucha interferencia ambiental, ej., canto de otras especies de insectos, aves,

viento, etc., y se requiere otro equipo especializado no disponible. Para describir la señal acústica se siguió la terminología propuesta por Ragge y Reynolds (1998), Buzzetti y Barrientos-Lozano (2011) y Fernández-Azuara *et al.* (2020): **Canto de llamado**, canto producido por un macho solo, cuando está sexualmente maduro, generalmente aislado de otros machos o hembras conspecíficos. **Equema**, ensamble o grupo de primer orden de sílabas (unidad de sonido). **Tasa de repetición**, número de equemas por minuto. **Sílaba**, sonido producido durante un movimiento completo de apertura y cierre de las tegmina.



Figura 1. Ejemplares adultos de *Obolopteryx eurycerca* recolectados en Hidalgo, Tamaulipas, México. a) macho, b) hembra.

Los ejemplares se determinaron y asignaron a *O. eurycerca* con ayuda de la descripción original de Barrientos-Lozano *et al.* (2016). Fotografías de caracteres morfológicos de diagnóstico se prepararon con un microscopio estereoscópico marca MOTIC-SWZ-168739® equipado con cámara digital de 10 mp. Para el diagnóstico se consideraron los siguientes caracteres: fastigio del vértice-comprimido (Fig. 2a); fastigio frontal-pequeño y subcónico, redondeado distalmente (Fig. 2b). Pronoto (Fig. 2c) marrón oscuro-rojizo, constreñido mesalmente; surco típico en el disco pronotal en forma de U profunda sobre la metazona; márgenes anterior y posterior moderadamente emarginados. Tegmina (Fig. 2d) cortas, en su mayor parte de color marrón, excepto por una banda ancha en el margen ventral y las venas que son blancas. Longitud del peine estridulador de 6.6 mm (Fig. 2e) con 92 dientes, en promedio 14 dientes/mm (10–22). Cercos (Fig. 2f, g) formados por dos procesos. Placa subgenital (Fig. 2f) alargada, fuertemente emarginada distalmente, en forma de V poco profunda, lóbulos distales con ápice amplio y divergente. Proyección disto-dorsal del décimo tergo (Fig. 2g) en forma de U poco profunda formando dos amplios lóbulos distales. Genitalia interna como se muestra en las Fig. 2h, i. Los ejemplares estudiados se depositaron en la colección de ortópteros del TecNM-ITCV: *Obolopteryx eurycerca*, Código 00498-00503. El material biológico se recolectó bajo el permiso de colecta No. FAUT-0235, expedido por la Dirección General de Vida Silvestre de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

RESULTADOS

Los machos de *O. eurycerca* cantan durante el día y la noche. Sin embargo, muestran mayor actividad sonora por la noche, como ocurre en muchos otros taxones de la familia Tettigoniidae

(Buzzetti & Barrientos-Lozano, 2011; Heller *et al.*, 2015). Se grabó y analizó el canto de llamado de cuatro machos. El canto se emite de manera continua por periodos de una hora o más y se compone de esquemas de tres sílabas continuas cada uno, predominantemente (Fig. 3). En 16 minutos de la señal acústica de llamado analizados (considerado como tiempo representativo ya que la señal es constante), la tasa de repetición fue de 146.3 esquemas por minuto; la duración promedio de los esquemas es de 0.056 ± 0.007 s (0.009 – 0.066 ; $n = 120$ esquemas). La serie de sílabas continuas por esquema está compuesta de tres sílabas; la primera sílaba es de poca duración y menor intensidad, 0.009 ± 0.001 s (0.006 – 0.016), enseguida hay un intervalo menor con duración de 0.010 ± 0.001 s (0.006 – 0.013), seguido de una segunda sílaba con una duración de 0.011 ± 0.002 s (0.007 – 0.019), posteriormente se muestra un segundo intervalo menor con una duración de 0.010 ± 0.002 s (0.005 – 0.015), enseguida se presenta una tercera sílaba de mayor intensidad con duración de 0.015 ± 0.002 s (0.011 – 0.024) (Fig. 3). Entre cada esquema hay un intervalo mayor (Fig. 3), éste tiene una duración de 0.34 ± 0.091 s (0.227 – 0.640). El rango de frecuencia (Fig. 4) es de <10 a > 100 kHz con poca liberación de energía antes de los 48 kHz y con una frecuencia pico (f_i) de 60–88 kHz.

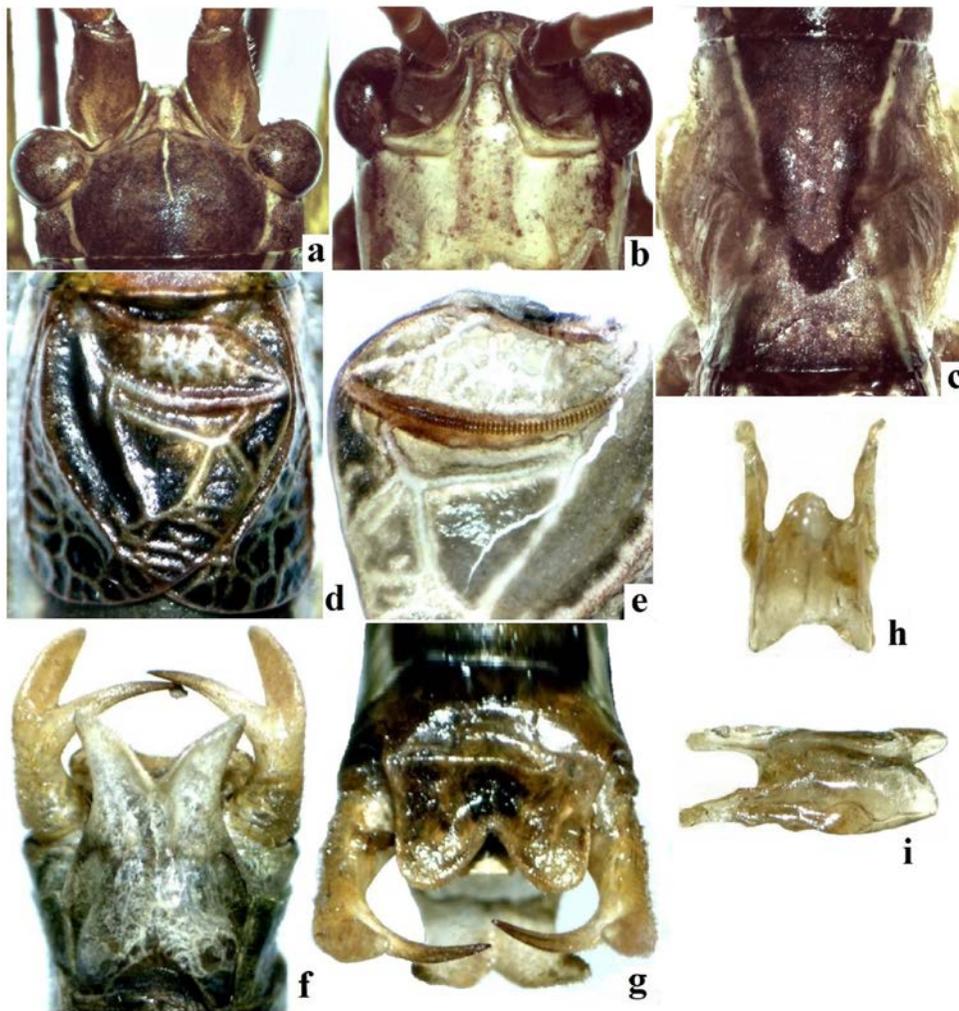


Figura 2. Caracteres morfológicos de diagnóstico de *Obolopteryx eurycerca*, macho. a) Fastigio del vértice, b) fastigio frontal, c) pronoto, vista dorsal, d) tegmina, e) peine estridulador, f) plato subgenital y cercos vista ventral, g) plato supranal y cercos vista dorsal, h) genitalia interna vista dorsal, i) genitalia interna vista lateral.

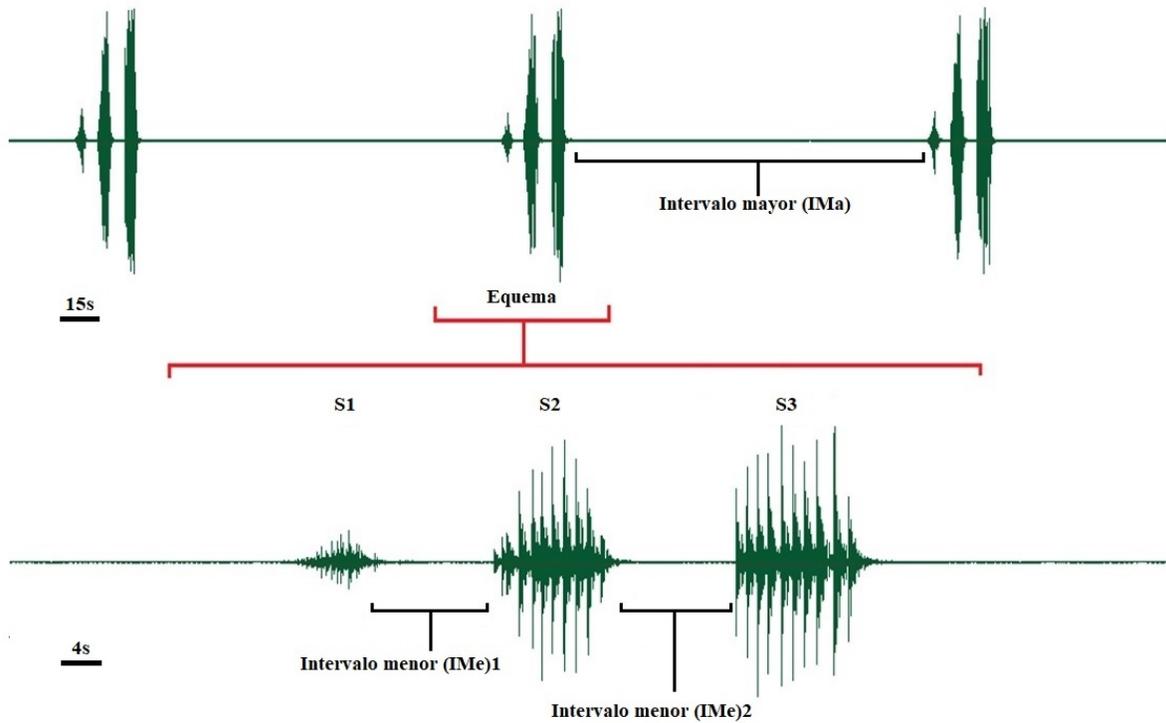


Figura 3. Oscilograma del canto de llamado de un macho de *Obolopteryx eurycerca*. S1 (sílabo 1), S2 (sílabo 2), S3 (sílabo 3).

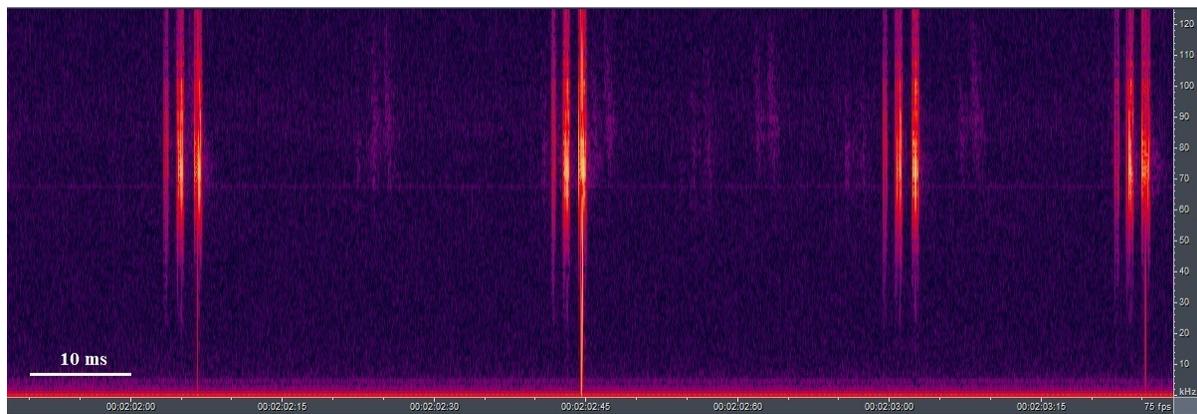


Figura 4. Espectro de frecuencia del canto de llamado de un macho de *Obolopteryx eurycerca*.

DISCUSIÓN

Se reporta por primera vez el patrón de la señal acústica de llamado de *O. eurycerca* y la naturaleza ultrasónica de la misma. De 14 especies reconocidas en el género *Obolopteryx* (Cigliano *et al.*, 2022), *O. eurycerca* y *O. castanea* son las únicas especies del género cuya señal acústica ha sido grabada con equipo ultrasónico, mostrando la presencia de componentes de alta frecuencia en la señal de llamado producida por los machos (Buzzetti & Barrientos-Lozano, 2011; Salinas-Dosal *et al.*, 2020). Los esquemas de *O. eurycerca* son predominantemente trisílabos y la intensidad de las sílabas y la duración, incrementan gradualmente en el transcurso del esquema. La primera sílaba es poco sonora y presenta mayor variabilidad en su duración. El espectro de frecuencia de *O. eurycerca* (Fig. 4, <10 a > 100 kHz) es más amplio que en *O. castanea* (Fig. 6, 10–70 kHz) (Salinas-Dosal *et al.*, 2020), ocupando la mayor parte de la banda sónica hasta llegar a la banda ultrasónica.

La señal acústica de llamado producida por los machos de *O. eurycerca*, es menos compleja (presenta menos componentes acústicos) que la producida por *O. castanea* (Fig. 3 vs., Fig. 5). *O. eurycerca* produce esquemas con menor número de sílabas y por tanto de menor duración que *O. castanea* ($0.056 \pm \text{DE } 0.007 \text{ s}$ vs., $1.14 \pm 0.27 \text{ s}$, respectivamente). Además, *O. castanea* produce espontáneamente tics o series de tics, en adición a los esquemas descritos previamente, los cuales actúan posiblemente como un canto de cortejo (Salinas-Dosal *et al.*, 2020); en el caso de *O. eurycerca* no se registraron tics durante el periodo de grabación (Fig. 3 vs., Fig. 5).

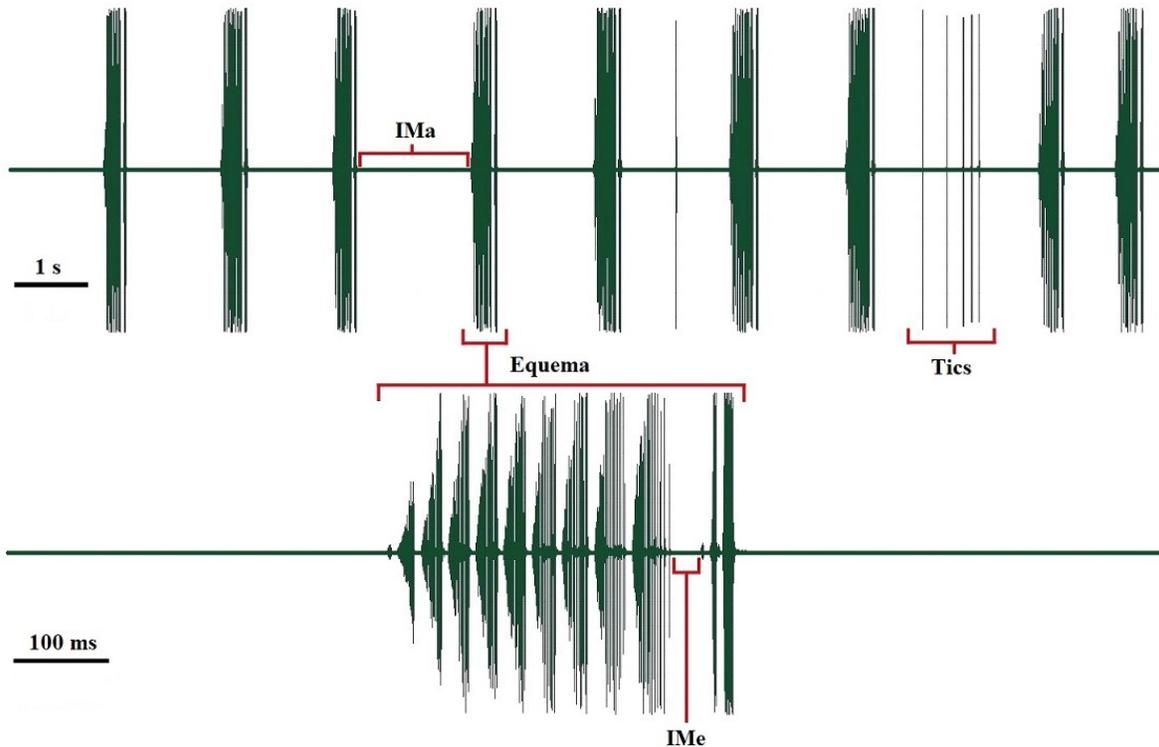


Figura 5. Oscilograma del canto de llamado de un macho de *Obolopteryx castanea*.

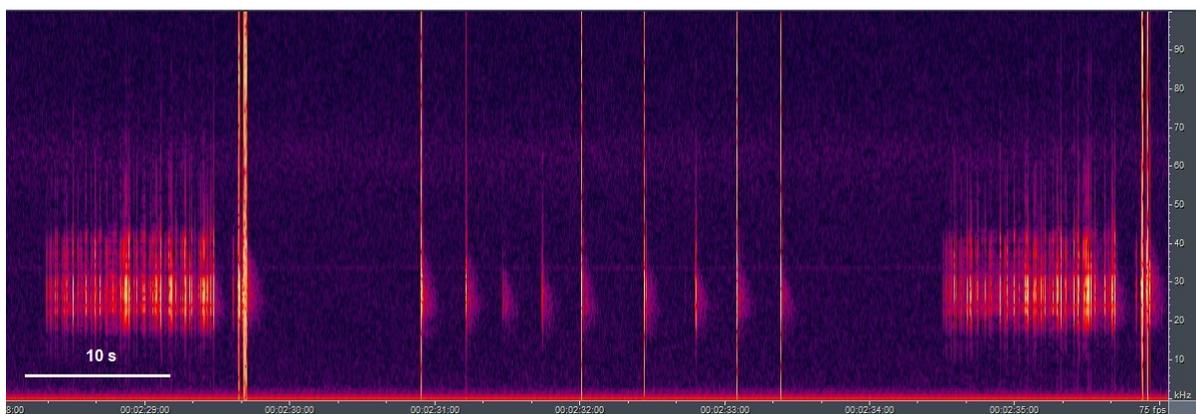


Figura 6. Espectro de frecuencia del canto de llamado de un macho de *Obolopteryx castanea*.

En referencia a la frecuencia pico (f_i), ésta se emite en un rango mucho más alto en *O. eurycerca* que en *O. castanea* (Fig. 4, 60–88 vs., Fig. 6, 20–30 kHz, respectivamente). Las señales acústicas de llamado de alta frecuencia (ultrasónicas, tonos puros o banda ancha) son comunes entre los Ensífera, se estima que el 70 % de los Tettigoniidae se comunican mediante señales

acústicas ultrasónicas (Montealegre-Zapata, 2009; Montealegre-Zapata *et al.*, 2014; Chivers *et al.*, 2017). Se ha sugerido que éstas mejoran la direccionalidad, ya que, en longitudes de onda tan cortas, la difracción corporal (que normalmente no es de importancia) puede volverse significativa incluso para un insecto muy pequeño, como es el caso de los machos de *O. eurycerca* (14.1 ± 1.9 mm) y *O. castanea* (17.9 ± 2.7 mm) (Barrientos-Lozano *et al.*, 2016) y mejorar los mecanismos de localización de corto alcance (Montealegre-Zapata *et al.*, 2006). Además, las señales acústicas ultrasónicas representan canales de comunicación en un rango más íntimo que permite a los machos localizar parejas potenciales a muy corta distancia y simultáneamente protegerse de depredadores que localizan a insectos mediante las señales acústicas de alta frecuencia (Belwood & Morris, 1989; Montealegre-Zapata *et al.*, 2006; Geipel *et al.*, 2020).

Obolopteryx eurycerca (Tettigoniidae: Phaneropterinae) es una especie endémica para el noreste de México, específicamente para el Estado de Tamaulipas. Su distribución solo se ha reportado en el municipio de Hidalgo, Tamaulipas (Barrientos-Lozano *et al.*, 2016), por lo que el riesgo de que sufra cambios en la población es mayor. Morfológicamente *O. eurycerca* es similar a *O. castanea*, a primera vista. No obstante, de acuerdo con Barrientos-Lozano *et al.* (2016) son fácilmente distinguibles una de otra por caracteres como: cercos, placa subgenital y genitalia interna. Se reporta por primera vez la señal acústica de llamado emitida por los machos de *O. eurycerca*, ésta se compara con la señal acústica de llamado de *O. castanea*. Ambas especies producen señales acústicas ultrasónicas con diferente rango de frecuencia y frecuencia pico (*f*_i). Se discuten las ventajas de las señales acústicas ultrasónicas como mecanismo de comunicación intra e interespecífico en Ensifera. Para alcanzar un conocimiento óptimo sobre la bioacústica del género *Obolopteryx* se requieren futuros trabajos que aporten datos complementarios a los aquí expuestos.

AGRADECIMIENTOS. Al Consejo Nacional de Humanidades Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) por el apoyo proporcionado a HGSD para realizar sus estudios de Maestría (Beca No. 747546); a LBL por el apoyo mediante el Proyecto CONACYT/CB/2013/0219979. Al Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Cd. Victoria (TecNM-ITCV), por el apoyo recibido para realizar el trabajo de campo.

LITERATURA CITADA

- Barrientos-Lozano, L., Rocha-Sánchez, A. Y. (2013) A new species of the genus *Pterodichopetala* (Orthoptera: Tettigoniidae: Phaneropterinae) from Northeastern Mexico. *Journal of Orthoptera Research*, 22 (1), 3–13.
<https://doi.org/10.1665/034.022.0102>
- Barrientos-Lozano, L., Rocha-Sánchez, A. Y., Buzzetti, F. M., Almaguer-Sierra, P. (2015a) Señales acústicas en dos poblaciones alopátricas de *Conocephalus (Xiphidion) ictus* (Scudder, 1875) (Orthoptera: Tettigoniidae). *Entomología Mexicana*, 2, 540–546. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/280734147> (consultado 18 junio, 2021).
- Barrientos-Lozano, L., Rocha-Sánchez, A. Y., Buzzetti, F. M., Méndez-Gómez, B. R., Horta-Vega, J. V. (2013) Saltamontes y Esperanzas del Noreste de México. Guía Ilustrada. Dirección General de Educación Superior Tecnológica. Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, Tamaulipas, México. Editorial Miguel Ángel Porrúa. 382 pp.
- Barrientos-Lozano, L., Rocha-Sánchez, A. Y., Correa-Sandoval, A. (2015b) A new species of the genus *Obolopteryx* Cohn *et al.* 2014 and a conspecific gynandromorph (Ensifera: Tettigoniidae: Phaneropterinae). *Zootaxa*, 4028 (4), 485–510.

- <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4028.4.2>
- Barrientos-Lozano, L., Rocha-Sánchez, A. Y., Zaldívar-Riverón, A., Correa-Sandoval, A. (2016) Additional new species of the genus *Obolopteryx* Cohn *et al.* 2014 (Ensifera: Tettigoniidae) from Northeastern Mexico. *Zootaxa*, 4168 (3), 401–452.
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.4168.3.1>
- Belwood, J. J., Morris, G. K. (1989) Bat predation and its influence on calling behavior in Neotropical katydids. *Science*, 238 (4823), 64–7.
<https://doi.org/10.1126/science.238.4823.64>
- Braun, H. (2015) On the family-group ranks of katydids (Orthoptera: Tettigoniidae). *Zootaxa*, 3956 (1): 149–150.
<http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3956.1.10>
- Buzzetti, F. M., Barrientos-Lozano, L. (2011) Bioacoustics of some Mexican Orthoptera (Insecta: Orthoptera: Ensifera, Caelifera). *Bioacoustics*, 20 (2), 193–213.
<https://doi.org/10.1080/09524622.2011.9753643>
- Cedillo-Salinas, L. B., Barrientos-Lozano, L., Rocha-Sánchez, A. Y., Almaguer-Sierra, P., Correa-Sandoval, A. (2018) Comportamiento acústico de *Conocephalus (Anisoptera) magdalenae* Naskrecki, 2000 (Orthoptera: Tettigoniidae). *Entomología Mexicana*, 5, 218–224. Disponible en:
<http://www.entomologia.socmexent.org/revista/2018/EC/EC%20218-224.pdf> (consultado 30 junio, 2021).
- Chivers, B. D., Béthoux, O., Sarria-S, F. A., Jonsson, T., Mason, A. C., Montealegre-Zapata, F. (2017) Functional morphology of tegmina-based stridulation in the relict species *Cyphoderris monstrosa* (Orthoptera: Ensifera: Prophalangopsidae). *Journal of Experimental Biology*, 220 (6), 1112–1121.
<https://doi.org/10.1242/jeb.153106>
- Cigliano, M. M., Braun, H., Eades, D. C., Otte, D. (2022) Orthoptera Species File. Version 5.0/5.0. Disponible en:
<http://Orthoptera.SpeciesFile.org> (consultado 15 marzo, 2022).
- Cohn, T. J., Swanson, D. R., Fontana, P. (2014) *Dichopetala* and new related North American genera: A study in genitalic similarity in sympatry and genitalic differences in allopatry (Tettigoniidae: Phaneropterinae: Odonturini). *Miscellaneous Publications Museum of Zoology, University of Michigan*, 203, 1–179. Disponible en:
<https://hdl.handle.net/2027.42/122723> (consultado 30 marzo, 2021).
- Fernández-Azuara, G. J., Barrientos-Lozano, L., Zaldívar-Riverón, A., Correa-Sandoval, A., Niño-Maldonado, S., Almaguer-Sierra, P. (2018) Diversidad de Tettigoniidae (Orthoptera: Ensifera) en la Huasteca de Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 34 (1), 1–12.
<https://doi.org/10.21829/azm.2018.3412136>
- Fernández-Azuara, G. J., Barrientos-Lozano, L., Rocha-Sánchez, A. Y., Zaldívar-Riverón, A., Almaguer-Sierra, P., Correa-Sandoval, A. (2020) Señal acústica y redescipción de *Gongrocnemis (Gongrocnemis) munda* Brunner von Wattenwyl, 1895 (Orthoptera: Tettigoniidae). *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 36 (1), 1–14.
<https://doi.org/10.21829/azm.2020.3612230>
- Geipel, I., Kernan, C. E., Litterer, A. S., Carter, G. G., Page, R. A., ter Hofstede, H. M. (2020) Predation risks of signalling and searching: bats prefer moving katydids. *Biology Letters*, 16, 20190837.
<http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2019.0837>

- Grzywacz, B., Lehmann, A.W., Chobanov, D. P., Lehmann, G. U. C. (2018) Multiple origin of flightlessness in Phaneropterinae bushcrickets and redefinition of the tribus Odonturini (Orthoptera: Tettigoniioidea: Phaneropteridae). *Organisms Diversity and Evolution*, 18, 327–339.
<https://doi.org/10.1007/s13127-018-0370-x>
- Hebard, M. (1932) Tettigoniidae-Phaneropterinae-*Dichopetala* Brunner, 299-301. New Species and Records of Mexican Orthoptera. *Transactions of the American Entomological Society*, 58 (3): 377 pp. Disponible en:
https://reader.library.cornell.edu/docviewer/digital?id=chla5077659_4268_003#page/100/mode/1up (consultado: febrero 18, 2023)
- Heller, K. G., Hemp, C., Ingrisch, S., Liu, C. (2015) Acoustic Communication in Phaneropterinae (Tettigoniioidea). A Global Review with Some New Data. *Journal of Orthoptera Research*, 24 (1), 7–18.
<https://doi.org/10.1665/034.024.0103>
- Iorgu, I. Ş., Krištin, A., Szövényi, G., Kaňuch, P., Jarčuška, B., Sahlean, T. C., Iorgu, E. I., Orci, K. M. (2017) Distinctive male–female acoustic duetting supports the specific status of *Isophya fatrensis*, a West-Carpathian endemic bush-cricket (Insecta: Orthoptera: Tettigoniidae: Phaneropterinae). *Bioacoustics*, 27 (1), 43–56.
<https://doi.org/10.1080/09524622.2016.1272005>
- Montealegre-Zapata, F. (2009) Scale effects and constraints for sound production in katydids (Orthoptera: Tettigoniidae): generator morphology constrains signal parameters. *Journal of Experimental Biology*, 22, 355–366.
<https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2008.01652.x>
- Montealegre-Zapata, F. (2013) Insectos que escuchan como humanos: Mecanismos de producción de sonido y análisis de frecuencia auditiva en saltamontes (Orthoptera: Tettigoniidae). Memorias 40° Congreso Sociedad Colombiana de Entomología-SOCOLEN, 22–38. Disponible en:
<https://1library.co/document/qo5dg8my-memorias-xl-congreso-sociedad-colombiana-entomologia.html> (consultado 17 marzo, 2022).
- Montealegre-Zapata, F., Morris, G. K., Mason, A. C. (2006) Generation of extreme ultrasonics in rainforest katydids. *Journal of Experimental Biology*, 209 (24), 4923–4937.
<https://doi.org/10.1242/jeb.02608>
- Montealegre-Zapata, F., Sarria-S, F. A., Pimienta, M. C., Mason, A. C. (2014) Lack of correlation between vertical distribution and carrier frequency, and preference for open spaces in arboreal katydids that use extreme ultrasound, in Gorgona, Colombia (Orthoptera: Tettigoniidae). *International Journal of Tropical Biology*, 62 (1), 289–296. Disponible en:
<https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v62s1/a21v62s1.pdf> (consultado 25 marzo, 2022).
- Morse, A. P. (1902) *Dichopetala brevicauda*, a correction. *Psyche, A Journal of Entomology*, 9 (316): 380–381. Cambridge, Mass., U.S.A. Cambridge Entomological Club. Disponible en:
<https://www.biodiversitylibrary.org/item/42922#page/406/mode/1up> (consultado febrero 18, 2023).
- Mugleston, J. D., Song, H., Whiting, M. F. (2013) A century of paraphyly: a molecular phylogeny of katydids (Orthoptera: Tettigoniidae) supports multiple origins of leaf-like wings. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 69 (3), 1120–1134.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ympev.2013.07.014>

- Ragge, D. R., Reynolds, W. J. (1998) The Songs of the Grasshoppers and Crickets of Western Europe. Harley Books, Great Horkesley, 596 pp.
- Rehn, J. A. G., Hebard, M. (1914) A study of the species of the genus *Dichopetala* (Orthoptera: Tettigoniidae). *Proceedings of the Academy of Natural Science of Philadelphia*, 66, 64–160. Disponible en:
<https://www.biodiversitylibrary.org/page/1856461/#page/71/mode/1up> (consultado 15 agosto, 2022).
- Rocha-Sánchez, A. Y., Barrientos-Lozano, L., Zaldívar-Riverón, A. (2015) Additional new species of the genus *Pterodichopetala* (Phaneropteridae: Phaneropterinae) from Northeastern Mexico. *Zootaxa*, 3956 (3), 301–344.
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.3956.3.1>
- Salinas-Dosal, H. G., Rocha-Sánchez, A. Y., Almaguer-Sierra, P., González Gaona, O. J., Barrientos-Lozano, L. (2020) Señal Acústica de *Obolopteryx castanea* (Rehn y Hebard, 1914) (Orthoptera: Phaneropteridae). *Entomología Mexicana*, 7, 342–347. Disponible en:
<https://www.scribd.com/document/629890639/2020-Em-EC-342-347-Obolopteryx> (consultado 15 agosto, 2022).
- Sarria-S, F. A., Morris, G. K., Windmill, J. F., Jackson, J., Montealegre-Zapata, F. (2014) Shrinking wings for ultrasonic pitch production: hyperintense ultra-short-wavelength calls in a new genus of neotropical katydids (Orthoptera: Tettigoniidae). *PLoS One*, 9 (6), e98708.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098708>
- Strohecker, H. F. (1941) Two new species of Orthoptera from Texas. *Annals of the Entomological Society of America*, 34 (3): 539–542. [*Dichopetala seeversi*]. Disponible en:
https://reader.library.cornell.edu/docviewer/digital?id=chla5077659_4268_003#page/2/mode/1up (consultado: marzo 18, 2023).
- Tan, M. K., Montealegre-Zapata, F., Bin Haji Abdul Wahab, R., Lee, C. Y., Belabut, D., Japir, R., Chung, A. (2019) Ultrasonic songs and stridulum anatomy of *Asiophlugis* crystal predatory katydids (Tettigoniidae: Meconematinae: Phlugidini). *Bioacoustics*, 29 (6), 619–637.
<https://doi.org/10.1080/09524622.2019.1637783>
- Wattenwyl von, B. (1878) Monographie der Phaneropteriden, 77–78. Wien (Viena), Austria. In Commission Bei F. A. Brockhaus in Leipzig. Disponible en:
<https://www.biodiversitylibrary.org/item/42922#page/1/mode/1up> (consultado: febrero 20, 2023).