

SEÑAL ACÚSTICA DE *Pediodes grandis grandis* (Rehn, 1904) (ORTHOPTERA: TETTIGONIIDAE)

Geovany de J. Fernández-Azuara, Aurora Yazmín Rocha-Sánchez, Ludivina Barrientos-Lozano✉, Pedro Almaguer-Sierra y Alfonso Correa-Sandoval

Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Cd. Victoria. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Blvd. Emilio Portes Gil No. 1301. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. C. P. 87010.

✉ Autor de correspondencia: ludivinab@yahoo.com

RESUMEN. El uso de señales mecánicas, como sonido y vibraciones para transmitir mensajes, está altamente desarrollado en artrópodos. La información que se ha acumulado sobre el proceso de detección y análisis de las señales intra e inter-específicas, en estudios de laboratorio, ha permitido llevar a cabo estudios detallados sobre el comportamiento de insectos en condiciones naturales y el papel que juega el sonido en la elección de pareja. Si bien México cuenta con una extensa diversidad de insectos, son pocos los estudios que se han enfocado al conocimiento del repertorio acústico de éstos. En este trabajo se describe por primera vez la señal acústica de *Pediodes grandis grandis* (Rehn, 1904), y se ilustran los caracteres morfológicos involucrados en la producción de la señal. Los ejemplares estudiados se recolectaron en el municipio de San Felipe Orizatlán, Hidalgo, México. La señal acústica está compuesta por echemas (unidades de sonido) producidos en forma continua por largos periodos de tiempo ($\pm 1h$). La tasa promedio de repetición es de 5.3 ± 0.1 echemas por min. La duración promedio por esquema es de 9.93 ± 1.3 s (8.06-10.7) ($n=50$ echemas). El análisis de frecuencia muestra un espectro ≥ 95.0 kHz, la mayor descarga de energía se libera entre 16-40 kHz, con una *fi* pico entre 24-38 kHz. Se proporcionan e ilustran caracteres morfológicos adicionales, así como la genitalia interna, para delimitar este taxón de sus congéneres.

Palabras clave: Tettigoniinae, taxonomía, bioacústica, morfología.

Acoustic signal of *Pediodes grandis grandis* (Rehn, 1904) (Orthoptera: Tettigoniidae)

ABSTRACT. The use of mechanical signals, such as sound and vibrations to transmit messages, is highly developed in arthropods. The information that has accumulated on the process of detection and analysis of intra and inter-specific signals in laboratory, has allowed carrying out detailed studies on insects' behavior under natural conditions and gaining insight on the role acoustic signals play in mate choice. Although Mexico possesses a great insect's diversity, few studies have focused on the study of their acoustic repertoire. In this work, the acoustic signal of *Pediodes grandis grandis* (Rehn, 1904) is described for the first time, and morphological characters involved in signals production are illustrated. Specimens were collected in the municipality of San Felipe Orizatlán, Hidalgo, Mexico. The acoustic signal is composed of echemes (sound units) produced continuously for long periods ($\pm 1h$). The average repetition rate is 5.3 ± 0.1 echemes per min. The average duration per echeme is 9.93 ± 1.3 s (8.06-10.7). The frequency analysis shows a spectrum ≥ 95.0 kHz, the highest energy discharge is released between 16-40 kHz, with a *fi* peak between 24-38 kHz. Additional morphological characters, as well as internal genitalia, are provided and illustrated to separate this taxon from its congeners.

Keywords: Tettigoniinae, taxonomy, bioacoustics, morphology.

INTRODUCCIÓN

El uso de señales mecánicas, como el sonido y las vibraciones para transmitir mensajes, está altamente desarrollado en artrópodos (Casallasas *et al.*, 2013). En insectos, las señales acústicas generalmente se asocian con la reproducción y por lo tanto, son factores importantes y determinantes en el éxito evolutivo (Bennet-Clark, 1989; Gwynne, 2001; Dutta *et al.*, 2017). La información que se ha acumulado sobre el proceso de detección y análisis de las señales acústicas intra e inter-específicas en estudios de laboratorio, ha permitido tener un mejor entendimiento de este comportamiento de los insectos en condiciones naturales, así como del papel que juega el

comportamiento acústico en la elección de pareja (Huber *et al.*, 1989; Bailey y Römer, 1991; Dutta *et al.*, 2017). Debido a su función en la elección de pareja, durante encuentros macho-macho y cantos de cortejo que preceden a la cópula, las señales acústicas de grillos y esperanzas deben estar bajo fuerte presión de selección sexual (Gerhardt y Huber 2002; Greenfield, 2002; Wilkins *et al.*, 2012). Las señales acústicas por ser especie-específicas, representan una barrera de aislamiento y al mismo tiempo permiten el reconocimiento entre machos y hembras conespecíficos (Wilkins *et al.*, 2012; Dutta *et al.*, 2017; Cedillo-Salinas *et al.*, 2018).

En Tettigoniidae (Orthoptera) el macho canta para atraer hembras conespecíficas con fines reproductivos principalmente (Robinson y Hall, 2002; Dutta *et al.*, 2017). La mayoría de los cantos se producen por estridulación tegminal; el tegmen izquierdo, que normalmente se superpone al derecho, en su cara interna posee una vena modificada con una serie de dientecillos (peine estridulador) y el tegmen derecho posee un borde esclerotizado en forma de raspador en el margen anal (plectro), al frotarse el plectro *vs.*, el peine estridulador producen una serie de chirridos (Montealegre-Zapata, 2013; Barrientos-Lozano *et al.*, 2015). La frecuencia sonora de los cantos de estos insectos varía desde 0 a 150 kHz, de acuerdo a la especie (Montealegre-Zapata, 2009). Si bien México cuenta con una extensa diversidad de insectos, pocos estudios se han enfocado al conocimiento del repertorio acústico de éstos, entre los trabajos sobre comportamiento acústico de ortópteros mexicanos podemos citar los siguientes: Buzzetti y Barrientos-Lozano (2011), Barrientos-Lozano *et al.* (2015), Cedillo-Salinas *et al.* (2018), Fernández-Azuara *et al.* (2018).

El género *Pediodectes* Rehn & Hebard, 1916 (Tettigoniinae) comprende actualmente ocho especies, que se distribuyen desde el centro-sur de Estados Unidos al centro de México (Cigliano *et al.*, 2019); es un grupo poco estudiado, su taxonomía y comportamiento se conocen pobremente. Este trabajo tuvo como objetivo estudiar la señal acústica de *Pediodectes grandis grandis* (Rehn, 1904); se describe por primera vez la señal acústica de esta especie y se ilustran los caracteres morfológicos que intervienen en la generación de estas señales. Adicionalmente, se proporcionan caracteres morfológicos de diagnóstico para delimitar esta especie.

MATERIALES Y MÉTODO

Ejemplares adultos de *P. g. grandis* se recolectaron durante el mes octubre de 2016 en el municipio de San Felipe Orizatlán, Hidalgo, México. Esta localidad se ubica en las coordenadas 21.169319 N y -98.625783 O, a 140 msnm, en la Huasteca Hidalguense. Los ejemplares (3♂: 2♀) se recolectaron con red entomológica y se transportaron vivos al laboratorio de Ecología del Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Cd. Victoria (TecNM-ITV). Para su estudio se mantuvieron separados, machos y hembras, en jaulas entomológicas de 30X30X45 cm., lo cual facilita la grabación de la señal acústica por estar sexualmente receptivos. Como alimento se les suministró lechuga cada tercer día y la temperatura se mantuvo a 30±1°C (Barrientos-Lozano *et al.*, 2015). Se grabaron en forma individual los tres machos, por periodos de 30 min. El tiempo total de grabación por ejemplar fue de 2 h (= 4 muestras de 30 min cada una por individuo). En total se obtuvieron 12 muestras de la señal acústica de 30 min cada una; el tiempo total de grabación sumó 6 h. Las señales acústicas se grabaron por la noche, a una temperatura de 30±1°C. Para ello, se usó un micrófono ultrasónico ULTRAMIC200K-Dodotronic, con una frecuencia de muestreo de 200 kHz, a una distancia de 50 cm. La señal acústica se analizó con Cool Edit Pro 2.0, frecuencia de muestreo 100 kHz, 16 bits, FFT size 1024. Para describir la señal acústica se siguió la terminología propuesta por Ragge y Reynolds (1998) y Heller *et al.* (2004, 2015): **Canto de llamado**, canto producido por un macho solo cuando está sexualmente maduro, generalmente aislado de otros machos o hembras conespecíficos. **Echema (= frase o verso)**, ensamble o grupo de primer orden de sílabas. **Tasa de repetición**, número promedio de echemas por minuto. **Sílaba**,

sonido producido durante un movimiento de apertura y cierre de las tegmina. **Impulso**, tren de sonido transitorio, el más simple e indivisible, *i.e.*, el impulso de sonido resultado del impacto de un diente del peine estridulador.

Fotografías de caracteres morfológicos de diagnóstico, se tomaron con un microscopio estereoscópico marca MOTIC-SWZ-168739® equipado con cámara digital de 10 mp: aparato estridulador 10X (Fig. 3); peine estridulador 30X (Fig. 4); pronoto vista dorsal y lateral 10X (Figs. 6, 7); fastigio frontal 10X (Fig. 8), fastigio del vertex 10X (Fig. 9); cercos vista dorsal y ventral y plato subgenital 10X (Figs.10, 11).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontró información previa sobre comportamiento acústico de *P. g. grandis* (Cigliano *et al.*, 2019); por lo que éste es tal vez uno de los primeros reportes para esta especie y para este género. Hay pocos registros y estudios sobre los miembros del género *Pediodes*; las descripciones originales son escuetas y prácticamente no ilustran los caracteres morfológicos de diagnóstico [Rehn, (1904); Rehn y Hebard, 1916; Tinkham, 1944]. *P. g. grandis* es de hábitos nocturnos, por lo que emite la señal acústica principalmente por la noche, ésta se escucha como un chirrido pausado de baja intensidad. Las unidades de sonido, echemas, son muy uniformes, cada unidad tiene una duración promedio de 9.93 ± 1.3 s (8.06-10.7) (n=50 echemas) (Figs. 1A, B); tasa promedio de repetición 5.3 ± 0.1 echemas por min (n=18 min). La duración promedio de un echema considerando el intervalo entre un echema y otro es de 13.8 ± 1.2 s (12.02-14.5) (n=10 min). Al iniciar el echema, los chirridos (sílabas menores) son espaciados, disminuyendo gradualmente el intervalo entre éstas, hasta producirse prácticamente de manera continua (sílabas mayores) por un periodo de casi dos s (1764 ± 12.8 ms; 1749-1789) (Figs. 1A, B, C).

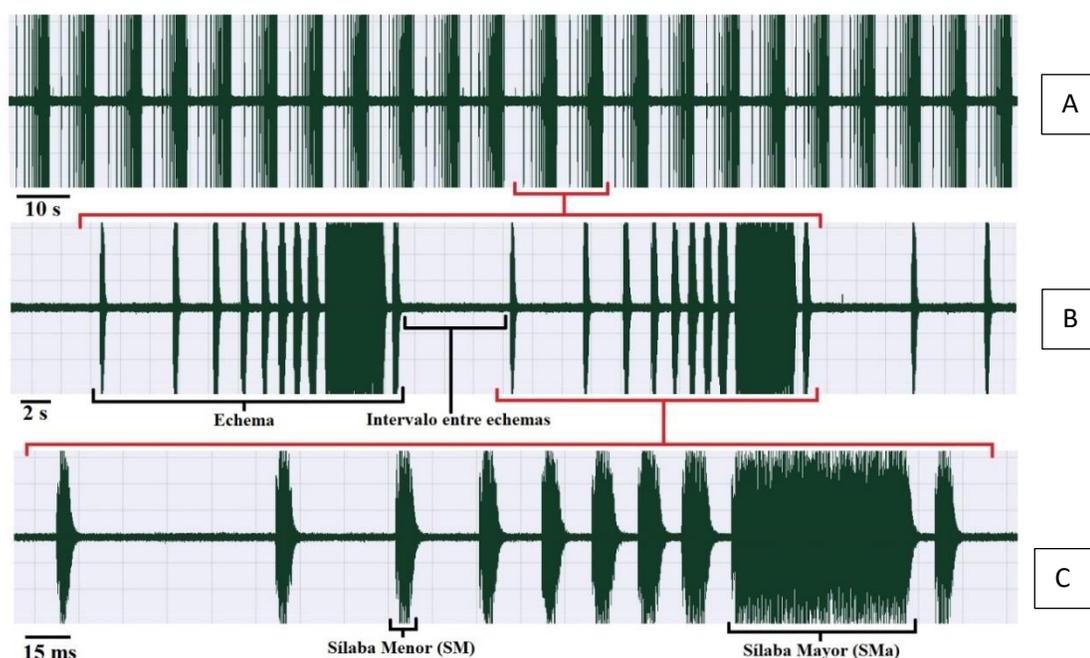


Figura 1. Oscilograma del canto de llamado de *P. g. grandis*. San Felipe Orizatlán, Hidalgo, México.

Los echemas están compuestos por ocho sílabas menores iniciales (ocasionalmente siete o nueve), una sílabas mayor y una sílabas menor, en ese orden (Figs. 1 A, B, C). El intervalo entre las primeras ocho sílabas disminuye de 1857 ± 10.3 ms en promedio entre la primera y la segunda

sílaba, a un promedio de 143.3 ± 6.5 ms antes de la sílaba mayor ($n=10$ min). La duración promedio de cada una de las ocho sílabas al inicio de cada echema es de 280 ± 42 ms (216-379) ($n=10$ min).

El análisis de frecuencia (Fig. 2) muestra un amplio espectro (≥ 95.0 kHz), la mayor cantidad de energía se libera entre 16-40 kHz, con una *f*_i pico entre 24-38 kHz.

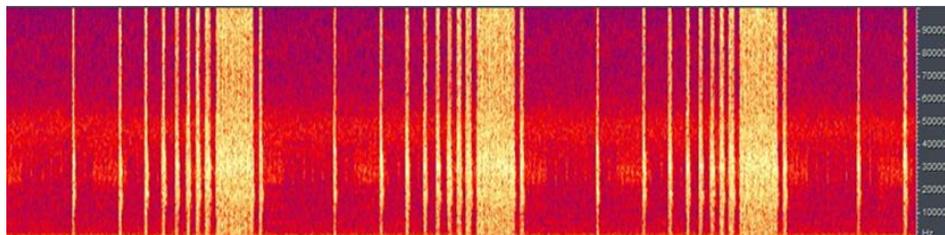
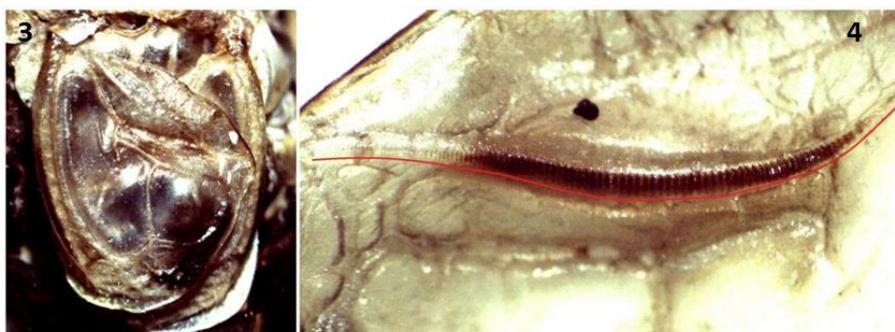


Figura 2. Análisis de frecuencia del canto de llamado de *P. g. grandis*. San Felipe Orizatlán, Hidalgo, México.

En virtud del carácter especie-específico de la señal acústica y su eficacia como barrera de aislamiento reproductivo (Wilkins *et al.*, 2012; Dutta *et al.*, 2017), se ilustran el aparato (Fig. 3) y el peine estridulador (Fig. 4) como caracteres de diagnóstico distintivos. El peine estridulador tiene una longitud de 3.2 mm y 83 dientes aproximadamente.



Figuras 3, 4. *P. g. grandis*, aparato estridulador vista dorsal (Fig. 3); peine estridulador (Fig. 4).

Los miembros de *P. g. grandis* pueden distinguirse fácilmente por su gran tamaño (35-37 mm) y su color claro a oscuro (Fig. 5). Caracteres morfológicos adicionales de diagnóstico para delimitar esta especie, se muestran en las Figs. 6-11. La genitalia interna se presenta en las Figs. 12-13. La biología y ecología de *P. g. grandis* y otras especies del género *Pediodectes* son prácticamente desconocidas.



Figura 5. *P. g. grandis* macho, San Felipe Orizatlán, Hidalgo, México



Figuras 6-11. *P. g. grandis* (♂), caracteres morfológicos adicionales de diagnóstico. 6) Pronoto, vista dorsal; 7) Pronoto, vista lateral; 8) Fastigio frontalis, vista frontal; 9) Fastigio del vertex, vista dorsal; 10) Epiprocto y cercos, vista dorsal; 11) Plato subgenital y cercos, vista ventral.

CONCLUSIONES

El género *Pediodes* Rehn & Hebard se distribuye del centro-sur de los Estados Unidos al centro de México. Es un grupo poco estudiado, debido tal vez a sus hábitos nocturnos y la dificultad para localizarlos. Se reporta por primera vez la señal acústica de *P. g. grandis* (Tettigoniidae: Tettigoniinae) y se proporcionan e ilustran caracteres morfológicos para el diagnóstico de esta especie.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo proporcionado a GJFA a través del Programa Nacional de Becas (Beca de Doctorado No. 415264). Al Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, por el apoyo proporcionado para realizar trabajo de campo. Al CONACYT por el apoyo económico a través del proyecto CONACYT/CB/2013/0219979.

LITERATURA CITADA

Bailey, W.J., and Römer, H.J. 1991. Sexual differences in auditory sensitivity: mismatch of hearing threshold and call frequency in a tettigoniid (Orthoptera, Tettigoniidae: Zaprochilinae).

- Journal of Comparative Physiology*, A. 169: 349-353.
<https://doi.org/10.1007/BF00206999>
- Barrientos-Lozano, L., Rocha-Sánchez, A.Y., Buzzetti, F.M., Almaguer-Sierra, P., Mora-Ravelo, S.G. 2015. Señales acústicas en dos poblaciones alopátricas de *Conocephalus (Xiphidion) ictus* (Scudder, 1875) (Orthoptera: Tettigoniidae). *Entomología mexicana*, 2: 540-546. <http://www.entomologia.socmexent.org/revista/2015/EC/PAG%20%20540-546.pdf>
- Bennet-Clark, H. C. 1989. Size and scale effects as constraints in insect sound communication. *Philosophical Transactions of the Royal Society London Ser. B*, 353: 407-419. <https://europepmc.org/backend/ptpmcrender.fcgi?accid=PMC1692226&blobtype=pdf>
- Buzzetti, F.M., Barrientos-Lozano, L. 2011. Bioacoustics of some Mexican Orthoptera (Insecta: Orthoptera: Ensifera, Caelifera). *Bioacoustics, the International Journal of Animal Sound and its Recording*, 20: 193-213. Doi: 10.1080/09524622.2011.9753643
- Casallasas, M.R., Yanine, M.I.O., Molina, J. 2013. Señales vibratorias en comportamiento de insectos: Producción, detección y métodos de estudio. Memorias 40° Congreso Sociedad Colombiana de Entomología-SOCOLEN, 117-125. http://www.socolen.org.co/images/stories/pdf/40_Congreso.pdf
- 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. <http://www.entomologia.socmexent.org/revista/2018/EC/EC%20218-224.pdf>
- Cigliano, M.M., Braun, H., Eades, D.C. & Otte, D. 2019. Orthoptera Species File. Version 5.0/5.0. [Retrieval date: 15III.19]. <http://Orthoptera.SpeciesFile.org>.
- Dutta, R., Tregenza, T., Balakrishnan, R. 2017. Reproductive isolation in the acoustically divergent groups of Tettigoniid, *Mecopoda elongata*. PLoS ONE, 12(11): e0188843. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188843>
- Fernández-Azuara, G.J., Rocha-Sánchez, A.Y., Barrientos-Lozano, L., Correa-Sandoval, A., Almaguer-Sierra, P. 2018. *Microcentrum tecactli*, nueva especie de Phaneropteridae (Orthoptera: Tettigonioidea) del noreste de México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s)*, 34(1): 1-14. <https://doi.org/10.21829/azm.2018.3412133>
- Gerhardt, H. C., and Huber, F. 2002. *Acoustic communication in insects and anurans: common problems and diverse solutions*. University of Chicago Press, Chicago, IL.
- Greenfield, M.D. 2002. *Signalers and receivers: mechanisms and evolution of arthropod communication*. Oxford University Press, Oxford, United Kingdom. 414 pp.
- Gwynne, D.T. 2001. *Katydids and bush-crickets: reproductive behavior and evolution of the Tettigoniidae*. Cornell University Press, Ithaca, NY.
- Heller, J.K.G., Orci, K.M., Grein, G., Ingrisch, S. 2004. The *Isophya* species of Central and Western Europe (Orthoptera: Tettigonioidea: Phaneropteridae). *Tijdschrift Voor Entomologie*, 147: 237-258.
- Heller, K.G., Hemp, C., Ingrisch, S., Liu, C. 2015. Acoustic Communication in Phaneropterinae (Tettigonioidea)-A Global Review with Some New Data. *Journal of Orthoptera Research*, 24 (1): 7-18. DOI: <http://dx.doi.org/10.1665/034.024.0103>
- Huber, F., Moore, T. E. and Loher, W. 1989. *Cricket Behavior and Neurobiology*. Cornell University Press, Ithaca, NY.
- Montealegre-Zapata, F. 2009. Scale effects and constraints for sound production in katydids (Orthoptera: Tettigoniidae): Correlated evolution between morphology and signal

- parameters. *Journal of Evolutionary Biology*, 22: 355-366. <https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2008.01652.x>
- Montealegre-Z, 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. http://www.socolen.org.co/images/stories/pdf/40_Congreso.pdf
- Ragge, D.R., Reynolds, W.J. 1998. *The Songs of the Grasshoppers and Crickets of Western Europe*. Colchester, Harley Books. 591pp.
- Rehn, J.A.G. 1904. Studies in the orthopterous family Phasmidae. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences, Philadelphia*, 56: 38–107.
- Rehn, J.A.G., Hebard, M. 1916. Studies in American Tettigoniidae (Orthoptera). VII. A Revision of the Species of the genus *Atlanticus* (Decticinae). *Transactions of the American Entomological Society*, 42: 33-99.
- Robinson, D.J. Hall, M.J. 2002. Sound Signalling in Orthoptera. In: Evans, P. Ed. *Advances in Insect Physiology*. Elsevier Ltd, pp. 151–278.
- Tinkham, E. R. 1944. Biological, taxonomic and faunistic studies on the shield-back katydids of the North American deserts. *Amer. Midland Nat.*, 31: 257-328.
- Wilkins, M.R., Seddon, N., Safran, R.J. 2012. Evolutionary divergence in acoustic signals: causes and consequences. *Trends in Ecology and Evolution*, 1619: 1-11. doi: 10.1016/j.tree.2012.10.002. Epub 2012 Nov 7.