

**COMPORTAMIENTO ACÚSTICO DE *Conocephalus (Anisoptera) magdalenae*  
Naskrecki, 2000 (ORTHOPTERA: TETTIGONIIDAE)**

**Lizeth Berenice Cedillo-Salinas, Ludivina Barrientos-Lozano✉, Aurora Y. Rocha-Sánchez, Pedro Almaguer-Sierra y Alfonso Correa-Sandoval**

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

✉Autor de correspondencia: ludivinab@yahoo.com

**RESUMEN.** Se estudió la variación en la señal acústica en tres poblaciones locales de *Conocephalus (Anisoptera) magdalenae* en el municipio de Victoria, Tam. Población A: Fracc. Resid. Campestre, Cd. Victoria; Población B: Carretera antigua Cd. Victoria-Jaumave-Santuario del Caminero; Población C: Carretera antigua Cd. Victoria-Soto la Marina-Km 7. La señal acústica de llamado consiste en Grupos de Trenes de Pulsaciones (GTP) individuales-1 sílaba o hasta cinco GTP consecutivos-5 sílabas, predominando los GTP individuales, seguido por 2GTP consecutivos-2 sílabas. El espectro de frecuencia está en el rango de 8 a >70 kHz, con una frecuencia pico (*f<sub>i</sub>*) entre 18-34 kHz. En GTP de dos sílabas la duración (ms) del GTP1-sílaba 1 fue mayor a la del GTP2-sílaba 2. Se encontró diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) en ocho variables entre la Población A con respecto a las Poblaciones B y C. La tasa de repetición de GTP/min fue 62 en la Población A vs. 57, 71 para las Poblaciones B y C, respectivamente. Longitud del peine estridulador (mm) y número de dientes en el mismo: Población A, 5.78, 54 dientes; Población B, 6.23, 52 dientes; Población C, 5.91, 47 dientes.

**Palabras clave:** Conocephalinae, señales acústicas, variación

**Acoustic behavior of *Conocephalus (Anisoptera) magdalenae* Naskrecki, 2000(Orthoptera: Tettigoniidae)**

**ABSTRACT.** Variation in the acoustic signals in three local populations of *Conocephalus (Anisoptera) magdalenae* in Cd. Victoria, Tam., was studied. Population A: Fracc. Resid. Campestre, Cd. Victoria; Population B: Old road Cd. Victoria-Jaumave-Santuario del Caminero; Population C: Old road Cd. Victoria-Soto la Marina, Km7. The calling signal consists of individual Pulse Train Groups (PTG) or up to five consecutive PTG, predominating individual PTG-1 syllable, followed by paired 2PTG=2 syllables. Frequency spectrum is in the range of eight to >70 kHz, with a peak frequency (*f<sub>i</sub>*) between 18-34 kHz. In 2PTG=2 syllables, the length in ms of PTG1=syllable 1 was greater than that of PTG2=syllable 2. Statistically significant difference ( $p < 0.05$ ) was found in eight variables between Population A with respect to Populations B and C. Repetition rate of PTG/min was 62 in Population A vs. 57 and 71 for Populations B and C, respectively. Length of the stridulatory file (mm) and number of teeth was as follows: Population A, 5.78, 54 teeth; Population B, 6.23, 52 teeth; Population C, 5.91, 47 teeth.

**Key words:** Conocephalinae, acoustic signals, variation

**INTRODUCCIÓN**

Las señales acústicas representan un importante sistema de comunicación en ortópteros. Éstas intervienen en la territorialidad, la defensa y el apareamiento (Kowalski *et al.*, 2014). En Tettigoniidae, machos sexualmente maduros emiten un canto de llamado para atraer a las hembras. En un sistema típico de comunicación, el macho canta en forma audible y continua, la hembra “silenciosa” localiza al macho y camina hacia él (fonotaxis). En algunas especies, la hembra produce una señal acústica en respuesta al canto de llamado del macho, este sistema de comunicación permite formar un “dueto” entre hembra y macho y se ha observado en tres subfamilias: Phaneropterinae, Ehippigerinae y Pseudophyllinae (Robinson, 1990). En Tettigoniidae, la señal acústica se produce mediante estridulación, frotando regiones especializadas

de las tegmina. El peine estridulador (file o strigil), se localiza en la cara ventral del tegmen izquierdo-y el plectro o rascador (scraper)- vena engrosada- se localiza en la parte superior del tegmen derecho. El plectro produce una serie de impactos al ser frotado contra los dientes del peine estridulador (Montealegre-Zapata *et al.*, 2014). Las señales acústicas son especie-específicas, constituyen un importante mecanismo de aislamiento y simultáneamente un sistema específico de reconocimiento entre machos y hembras conespecíficos (Paterson, 1985; Drosopoulos & Claridge, 2006). Estas señales pueden ser frecuencias audibles (20 Hz a 20 kHz) y/o ultrasónicas (>20 kHz). Ej., especies del género *Supersonus* (Orthoptera: Tettigoniidae) producen las frecuencias más altas que se conocen en artrópodos, 150 kHz (Sarria *et al.*, 2014). Entre los trabajos recientes sobre comportamiento acústico de ortópteros en México, podemos citar el de Buzzetti y Barrientos-Lozano (2011), quienes abordaron el comportamiento acústico de doce especies y Barrientos-Lozano *et al.* (2015) reportaron variación en el comportamiento acústico en dos poblaciones alopátricas de *Conocephalus (X.) ictus*. Naskrecki (2000), en su estudio sobre Esperanzas de Costa Rica, reportó la señal acústica de varios taxa de *Conocephalus spp.*, cuya distribución se extiende hasta México. Sin embargo, el trabajo no analizó la variación geográfica en ninguno de los géneros abordados. El presente trabajo tuvo como objetivo estudiar la variación en la señal acústica de *Conocephalus (A.) magdalenae* Naskrecki, especie descrita de ejemplares recolectados en Costa Rica. No obstante, su distribución se extiende hasta el noreste del territorio mexicano (Cedillo-Salinas *et al.*, 2017).

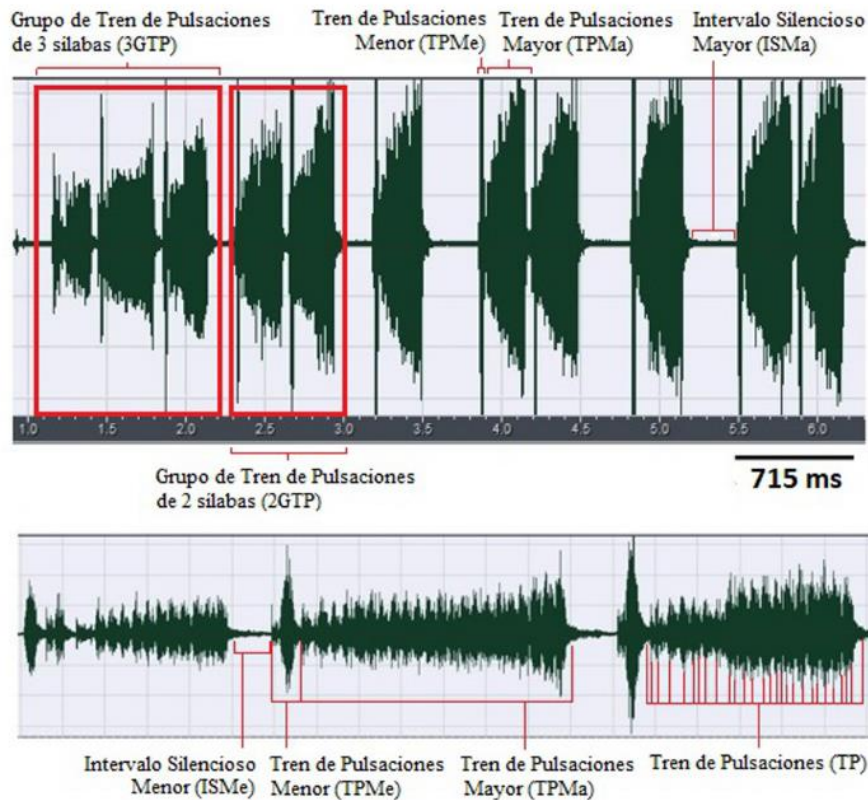
## MATERIALES Y MÉTODO

Ejemplares adultos (♂ y ♀) de *C. (A.) magdalenae* se recolectaron en tres localidades equidistantes entre sí, 20 km aproximadamente, en el municipio de Victoria, Tamaulipas. **Población A:** Fracc. Resid. Campestre, Cd. Victoria, 23°45'59.02''N y 99°07'43.25''O; **Población B:** Carretera antigua Cd. Victoria-Jaumave, Km-60, Santuario del Caminero, 23°37'14.24''N y 99°12'41.39''O; **Población C:** Carretera antigua Cd. Victoria-Soto la Marina, Km-7, 23°43'05.49''N y 99°04'12.05''O. Los ejemplares se recolectaron con red entomológica y se transportaron vivos al laboratorio. Se mantuvieron separados por localidad, machos y hembras, en jaulas entomológicas de 30X30X30 cm. Hembras aisladas de los machos se mantienen sexualmente receptivas y se utilizan para estimular los machos a cantar. Como alimento se les proporcionó hojas de durazno y lechuga fresca cada tercer día. Para conocer la variación acústica intra e inter-poblaciones se grabaron cinco machos o más por población. Las señales acústicas se grabaron mediante un micrófono ultrasónico ULTRAMIC250K-Dodotronic, frecuencia de muestreo 250 kHz por segundo, rango de frecuencia hasta 125 kHz, temperatura 31.5-34.5°C, a una distancia de 1 m. La señal acústica se analizó con el programa Cool Edit Pro 2.1. Para describir las señales acústicas se siguió la terminología de Morris y Walker (1976) y Buzzetti y Barrientos-Lozano (2011). **Canto de llamado (calling song):** canto producido por un solo macho, generalmente aislado de otros, para atraer a la hembra(s). **Pulsación (Pulse):** sonido aislado, producido generalmente por la estimulación de un solo diente del peine estridulador. **Tren de Pulsaciones-TP (PT= Pulse Train):** agrupación de primer orden de más de una pulsación, precedida y seguida de un intervalo silencioso, que dura más que cualquier intervalo entre las pulsaciones. **Grupo(s) de Tren de Pulsaciones-GTP (PTG =Pulse Train Group):** agrupación de pulsaciones de segundo orden, comprende dos o más trenes de pulsaciones producidos en sucesión. **Tren de Pulsaciones Mayor-TPMa (MaPT=Major Pulse Train):** tren de pulsaciones usualmente de mayor duración e intensidad, en *Ensifera* se produce generalmente al cerrar las tegmina. **Tren de Pulsaciones Menor-TPMe (MiPT=Minor Pulse Train):** tren de pulsaciones usualmente más corto y de menor intensidad, en *Ensifera* se produce generalmente al abrir las

tegmina. **Intervalo Silencioso Mayor-ISMa (PMaSI= Postmajor Silent Interval)**: Intervalo de silencio o casi, que sigue a un Tren de Pulsación Mayor. **Fonatoma (=Phonotome, syllable, phrase, PTG o chirp)**: sonido producido durante un ciclo individual y completo de apertura y cierre de las tegmina, consiste usualmente de un TPMe (apertura) y uno mayor (cierre de las tegmina). Se midió la duración total (segundos=s) de la señal grabada por individuo y por población y se analizó una muestra de aproximadamente 30 s por cada ejemplar grabado. Las variables medidas por población son: variación en el número de GTP, duración de GTP individuales y de 2GTP consecutivos, número de TP en 1GTP y 2GTP, ISMa, frecuencia (*fi*), tasa de repetición de GTP por minuto (t.r GTP/min). Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey para probar diferencias entre las variables de la señal acústica entre las poblaciones. Las variables medidas se expresan en promedio  $\pm$  desviación estándar y rango. Se tomaron fotografías del peine estridulador (50X) de los machos de cada población, mediante un microscopio estereoscópico marca MOTIC-SWZ-168739<sup>®</sup> equipado con cámara digital de 10mp.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La señal acústica de los machos de *C. (A.) magdalanae* consistió de GTP individuales o hasta cinco GTP consecutivos, predominando los GTP individuales=1 sílaba, seguidos por 2GTP consecutivos=2 sílabas (Figuras 1, 3); solo la **Población B**-Santuario del Caminero, produjo cuatro y cinco GTP consecutivos (Figura 3). Los GTP inician con uno a cuatro TPMe de mayor intensidad, predominando en general un TPMe al inicio de cada GTP (Figuras 1, 3).

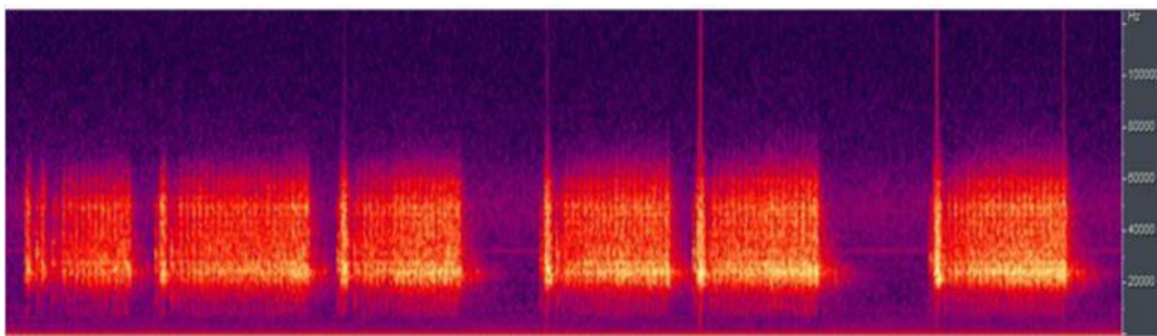


**Figura 1.** Oscilograma del canto de llamado de *Conocephalus (Anisoptera) magdalanae*. Población A-Fracc. Resid. Campestre, Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

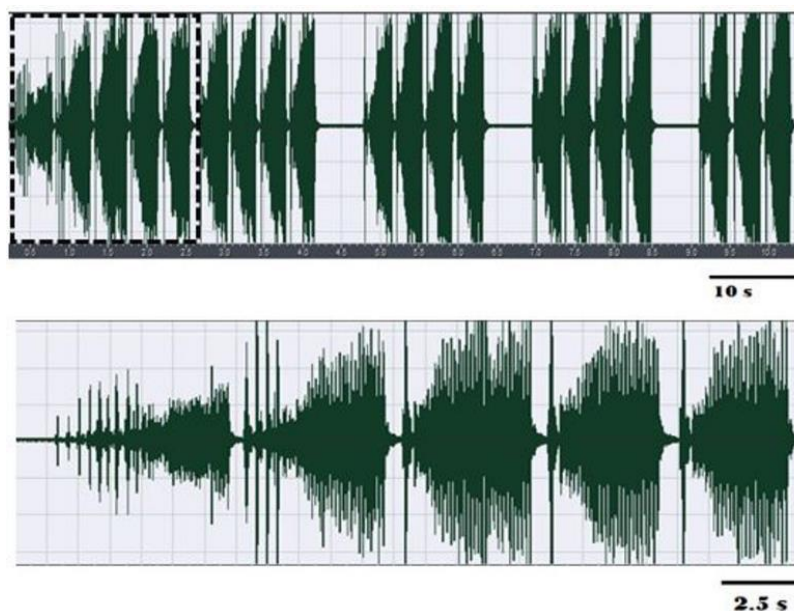
La duración del TPMe en 1GTP es de  $38\pm 5$  ms (33-53), seguido por un TPMa, con duración promedio de  $378\pm 66$  ms (249-451). De acuerdo con Morris y Walker (1976) y Buzzetti y Barrientos-Lozano (2011) el TPMe se produce aparentemente durante el movimiento de apertura de las tegmina y el TPMa al cerrar éstas. El Cuadro 1 muestra para cada población la duración (ms) de 1GTP individual=1 sílaba, de 2GTP=2 sílabas consecutivas y sus componentes (GTP1=sílaba 1 y GTP2=sílaba 2), la duración de los Intervalos entre los GTP (ISMa), la frecuencia pico (*fi*) y la tasa de repetición de los GTP por minuto (t.r de GTP/min). En cada una de las poblaciones, en GTP pareados o de dos sílabas consecutivas (2GTP), la duración del GTP1 fue invariablemente mayor a la duración del GTP2 (Cuadro 1). En la **Población B**-Santuario del Caminero, la duración promedio de 1GTP individual=1 sílaba fue de  $438\pm 51$  ms (n=55), en 2GTP pareadas-dos sílabas fue de  $799\pm 44$  ms (n=39), en los GTP de tres sílabas consecutivas (3GTP) la duración promedio fue de  $1119\pm 50$  ms (n=5); mientras que la duración de los GTP de cuatro sílabas fue de  $1590\pm 60$  ms (n=4) y en GTP de cinco sílabas consecutivas fue de  $2350\pm 24$ ms (n=2). La duración de los intervalos entre GTP (ISMa) fue de  $387\pm 207$  ms (Cuadro 1). El análisis de frecuencia mostró un espectro de 8 a >70 kHz, con una *fi* pico entre 20 y 34 kHz (Figuras 2, 4; Cuadro 1).

Cuadro 1. *Conocephalus (Anisoptera) magdalenae*. Poblaciones y variables estudiadas para determinar la variación intra e inter-poblaciones.

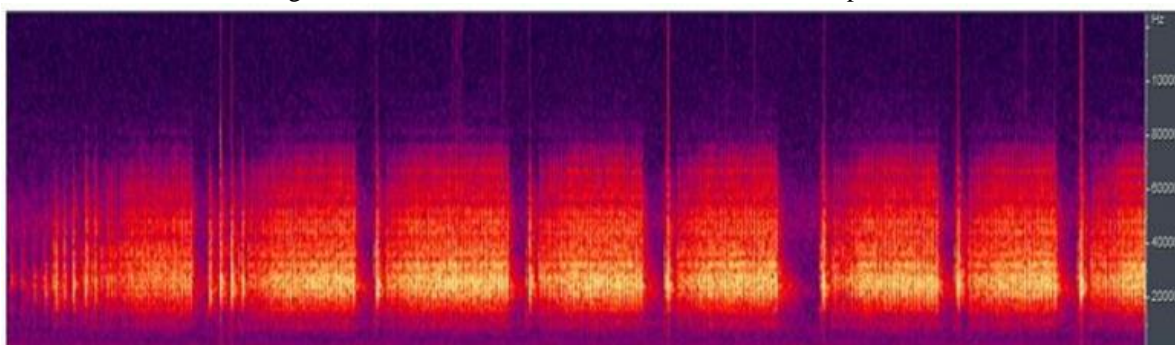
Variable	Población	A-Fracc Resid. Campestre	B-Santuario del Caminero	C-Carretera antigua Victoria-Soto La Marina, km 7
<b>Variación en número de GTP</b>		<b>1-3</b> Domina: 1GTP, 2GTP	<b>1-5</b> Domina: 1GTP, 2GTP	<b>1-3</b> Domina: 1GTP, 2GTP
<b>Duración (ms) 1GTP individual (1 sílaba)</b>		$385 \pm 91$ (59-500) <b>A vs. B <math>p &lt; 0.0003718</math></b> <b>A vs. C <math>p &lt; 0.02063</math></b>	$438 \pm 51$ (367-749)	$401 \pm 46$ (337-518)
<b>Duración (ms) 2 GTP consecutivos (2 sílabas)</b>		$804 \pm 155$ (439-941)	$799 \pm 44$ (697-897)	$734 \pm 61$ (625-809)
<b>Duración (ms) GTP1-sílaba 1, en 2GTP consecutivos</b>		$358 \pm 61$ (211-442) <b>A vs. B <math>p &lt; 0.001014</math></b>	$426 \pm 28$ (386-479)	$392 \pm 33$ (345-432)
<b>Duración (ms) GTP2-sílaba 2, en 2GTP consecutivos</b>		$340 \pm 48$ (228-426)	$364 \pm 23$ (322-417)	$336 \pm 42$ (264-388)
<b>Duración (ms) TPMe en 1GTP-1sílaba</b>		$44 \pm 5$ <b>A vs. B <math>p &lt; 0.0001279</math></b> <b>A vs. C <math>p &lt; 0.0001517</math></b>	$34 \pm 1$	$36 \pm 1$
<b>Número de TP en TPMa</b>		17-en 1GTP-1 sílaba <b>A vs. B <math>p &lt; 0.0001185</math></b> <b>A vs. C <math>p &lt; 0.0001185</math></b>	28 en 1GTP-1 sílaba <b>B vs. C <math>p &lt; 0.0001574</math></b> <b>A vs. C <math>p &lt; 0.0001185</math></b>	26 de 1GTP-1 sílaba
		2GTP-2 sílabas GTP1-19 <b>A vs. B <math>p &lt; 0.0001212</math></b> <b>A vs. C <math>p &lt; 0.006357</math></b>	2GTP-2 sílabas GTP1-29 <b>B vs. C <math>p &lt; 0.0001212</math></b>	2GTP-2sílabas, GTP1-23 GTP2-19
		GTP2-17 <b>A vs. B <math>p &lt; 0.0001456</math></b>	GTP2-22 <b>B vs. C <math>p &lt; 0.01006</math></b>	
<b>Duración (ms) ISMa</b>		$457 \pm 254$ (149-2318)	$387 \pm 207$ (89-1830)	$373 \pm 86$ (223-684)
<b>Frecuencia (<i>fi</i>) pico</b>		20-28 kHz (8 a >70)	20-34 kHz (8 a >70 )	18-28 kHz (8 a >60)
<b>Tasa repetición GTP/min (t.r de GTP/min)</b>		62	57	71
<b>Longitud peine estridulador (mm)</b>		5.78	6.23	5.91
<b>Numero de dientes peine estridulador</b>		54 (9/mm)	52 (8/mm)	47 (8/mm)



**Figura 2.** Espectro de frecuencia del canto de llamado de *Conocephalus (Anisoptera) magdalanae*. Población A-Fracc. Residencial Campestre, Cd. Victoria, Tamaulipas, México.



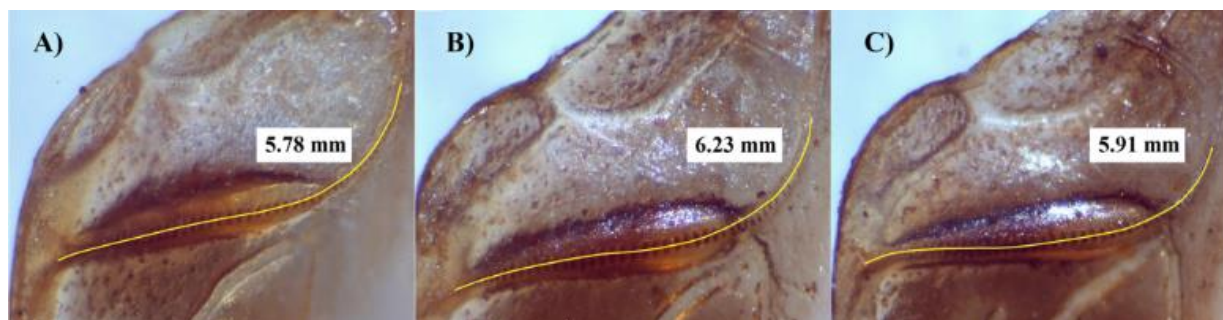
**Figura 3.** Oscilograma del canto de llamado de *Conocephalus (Anisoptera) magdalanae*. Población B-Santuario del Caminero, Carretera antigua Cd. Victoria-Jaumuave-km 7, Victoria, Tamaulipas, México.



**Figura 4.** Espectro de frecuencia del canto de llamado de *Conocephalus (Anisoptera) magdalanae*. Población B-Santuario del Caminero, Carretera antigua Cd. Victoria-Jaumuave-km 7, Victoria, Tamaulipas, México.

La tasa de repetición de GTP por minuto (t.r GTP/min) fue de 57 vs. 62 y 71 para las poblaciones A y C, respectivamente. El análisis estadístico (ANOVA) y la prueba de Tukey mostraron diferencia estadísticamente significativa entre las poblaciones en ocho de las variables analizadas, con un valor de  $p < 0.05$  (Cuadro 1). La duración de 1GTP individual=1 sílaba es estadísticamente

diferente entre la **Población A**-Fracc. Resid. Campestre con respecto a las **Poblaciones B**-Santuario del Caminero ( $p < 0.0003718$ ) y **C**-Carret. Cd. Victoria-Soto la Marina-Km7 ( $p < 0.02063$ ). Otra variable que mostró diferencia estadísticamente significativa es el intervalo entre GTP considerando en el intervalo la duración del GTP, en este caso la **Población B**-Santuario del Caminero es diferente a la **Población C**-Carret. Cd. Victoria-Soto la Marina-Km 7 ( $p < 0.02926$ ). En 2GTP pareadas o de dos sílabas, la duración de la primera sílaba (GTP1), es estadísticamente diferente entre la **Población A**-Fracc. Resid. Campestre y la **Población B**-Santuario del Caminero ( $p < 0.001014$ ). La longitud del peine estridulador y el número de dientes en el mismo (Figura 5) es: **Población A**, 5.78 mm, 54 dientes; **Población B**, 6.23 mm, 52 dientes; **Población C**, 5.91 mm, 47 dientes.



**Figura 5.** *Conocephalus (Anisoptera) magdalanae*, peine estridulador. **Población A:** Fracc. Residencial Campestre, Cd. Victoria, Tamaulipas; **Población B:** Carretera antigua Cd. Victoria-Jaumave, Km-60, Santuario del Caminero; **Población C:** Carretera antigua Cd. Victoria-Soto la Marina, Km-7.

La tasa de repetición de GTP/min (t.r GTP/min) fue de 62, 57 y 71 para las Poblaciones A, B y C, respectivamente. La variación en la señal acústica y en t.r GTP/min se puede atribuir a diferencias en el número, forma y tamaño de los dientes en el peine estridulador en cada población. Estos resultados coinciden en general con los reportados por Naskrecki (2000), quién indica que la señal acústica de *C. (A.) magdalanae* en Costa Rica, consiste en una serie regular de “zumbidos” pareados (Grupos de Trenes de Pulsación-2GTP) producidos cada 260-960 ms. En ésta señal acústica de GTP de dos sílabas, el primer Grupo de Tren de Pulsaciones (GTP1=sílaba 1) suele ser más largo que el segundo. Naskrecki (2000) indica que la parte audible del canto tiene una descarga de energía entre 8 y 16 kHz, lo cual difiere de los resultados nuestros. Lo que se debe probablemente a que en este trabajo se usó un micrófono ultrasónico con un rango de frecuencia de hasta 125 kHz. La variación en la señal acústica de *C. (A.) magdalanae* se reportó previamente por Buzzetti y Barrientos-Lozano (2011). Sin embargo, no se cuantificó la variación ni se estudió el peine estridulador. Las diferencias en la señal acústica que aquí se muestran (Cuadro 1), indican que las **Poblaciones B**-Santuario del Caminero y **C**-Carretera antigua Cd. Victoria-Soto la Marina Km-7 son similares entre ellas y estadísticamente diferentes de la **Población A**, por lo que probablemente representan una especie adicional de *Conocephalus*. Éstos resultados coinciden con los de Barrientos-Lozano *et al.*, (2015), quienes reportan variación geográfica en la señal acústica entre poblaciones alopátricas de *C. (X.) ictus* (= *C. (A.) ictus*).

## CONCLUSIONES

Se muestra la variación geográfica en la señal acústica de llamado en tres poblaciones de *C. (A.) magdalanae* cuya distribución es el noreste de México. La señal acústica está compuesta por Grupos de Trenes de Pulsaciones (GTP) de 1 a 5 sílabas, predominando los GTP de una y dos

sílabas. El espectro de frecuencia está en el rango de 8 a >70 kHz, con una *fi* pico entre 18-34 kHz. La señal acústica de la Población A-Fracc. Resid. Campestre es diferente significativamente a la de las Poblaciones B-Santuario del Caminero y C-Carretera antigua Cd. Victoria-Soto la Marina-Km-7, que son similares entre ellas. La variación en los parámetros de la señal acústica, la *fi* y la tasa de repetición de GTP/min es consistente con diferencias en el número, tamaño y forma de dientes en el peine estridulador.

## AGRADECIMIENTOS

Al CONACYT por el apoyo proporcionado a través del proyecto CB/2013/0219979. Al Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, por el apoyo recibido para realizar el trabajo de campo.

## LITERATURA CITADA

- 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*, Vol. 2: 540-546.
- Buzzetti, F.M y Barrientos-Lozano L. 2011. Bioacoustics of some Mexican Orthoptera (Insecta: Orthoptera: Ensifera, Caelifera). *Bioacoustics*, 20: 193-213.
- Cedillo-Salinas, L., Barrientos-Lozano, L., Rocha-Sánchez, A.Y., Almaguer-Sierra, P., Correa-Sandoval, A. 2017. Revisión de *Conocephalus* Thunberg (Orthoptera) Depositados en la Colección de Ortópteros del Instituto Tecnológico De Cd. Victoria, Tamaulipas, México. *Entomología Mexicana*, Vol. 4: 738-743.
- Drosopoulos, S. and Claridge, M.F. (eds.) 2006. *Insect Sound and Communication*. Taylor & Francis Boca Raton, FL, CRC. Press. 532pp
- Kowalski K.N, Lakes-Harlan R., Lehmann G.U.C., Strauß J. 2014. Acoustic defense in an insect: characteristics of defensive stridulation and differences between the sexes in the tettigoniid *Poecilimon ornatus* (Schmidt 1850). *Zoology* 117: 329–336.
- Montealegre-Zapata, F., Sarria, 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). *Revista de Biología Tropical* (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744). Vol. 62 (Suppl. 1): 289-296.
- Morris G. K. and Walker, T. J. 1976. Calling songs of *Orchelimum* meadow katydids (Tettigoniidae): I. Mechanism, terminology, and geographic distribution. *Canadian Entomologist*, 108: 785-800.
- Naskrecki, P. 2000. *Katydids of Costa Rica. Volume 1. Systematics and bioacoustics of the coneheaded katydids (Orthoptera: Tettigoniidae: Conocephalinae sensu lato)*. Orthopterists Society. Philadelphia, Pennsylvania, USA. 164 pp.
- Paterson, H.E.H. 1985. The recognition concept of Species. In: *Species and Speciation*, Vrba, E.S., Eds. Transvaal Museum Monograph, No. 4. Pretoria, pp. 21-29.
- Robinson, D. 1990. *The Tettigoniidae: Biology, Systematics and Evolution* (eds. W. J. Bailey and D. C. F. Rentz). Acoustic communication between the sexes in bushcrickets, pp. 112–129. Crawford House Press, Bathurst, Australia.
- Sarria-S, F.A., Morris, G.K., Windmill, J.F.C., Jackson, J., Montealegre-Z, F. 2014. Shrinking wings for ultrasonic pitch production: Hyperintense ultra-short wavelength calls in a new Genus of Neotropical katydid (Orthoptera: Tettigoniidae). *PLoSOne*, 9(6): e98708. doi: 10.1371/journal.pone.0098708.