

Estudio preliminar de la bioacústica del género *Coracinotus* Barat, 2012 (Orthoptera: Tettigoniidae: Bradyporinae)

Miguel DOMENECH FERNÁNDEZ

Avda. Cronista Mateos y Sotos, 34, 5º dcha., 02005, Albacete (ESPAÑA).

E-mail: migueldomenech19@gmail.com

Resumen: se analizan y comparan por primera vez las diferentes manifestaciones acústicas de los endemismos ibéricos *Coracinotus notarioi* (Gómez, Pardo y Llorente, 1998), *C. politus* (Bolívar, 1901) y *C. squamiferus* (Bolívar, 1907). El canto de proclamación del macho está caracterizado por tener un número variable de sílabas de amplitud creciente, donde las dos primeras suelen muy débiles y ambas hemisílabas sonoras, siendo la de apertura más débil que la de cierre. Se incluye información adicional del comportamiento bioacústico en pareja, donde no se ha detectado respuesta de la hembra, de la estridulación de amenaza y de la influencia de las condiciones ambientales. Finalmente se propone un posible modelo de producción de sonido.

Palabras clave: Orthoptera, Tettigoniidae, Bradyporinae, Ehippigerini, *Coracinotus*, bioacústica, endemismo, península ibérica.

Preliminary study about bioacoustics of the genus *Coracinotus* Barat, 2012 (Orthoptera: Tettigoniidae: Bradyporinae)

Abstract: several acoustic manifestations of iberian endemic species *Coracinotus notarioi* (Gómez, Pardo y Llorente, 1998), *C. politus* (Bolívar, 1901) and *C. squamiferus* (Bolívar, 1907) are analysed and compared for the first time. Initial male's calling song shows a great number of syllables with amplitude in *crescendo*, in which two initial syllables are usually very weak and both hemisyllables sound. Opening-hemisyllable is weaker than the closing one. Additional data of bioacoustic couple behaviour, apparently with no female response, disturbance stridulation and influence from environmental conditions are also provided. Finally, a possible sound production model is proposed too.

Key words: Orthoptera, Tettigoniidae, Bradyporinae, Ehippigerini, *Coracinotus*, bioacoustics, endemism, Iberian peninsula.

INTRODUCCIÓN

La bioacústica supone una herramienta complementaria al estudio morfológico tradicional del orden Orthoptera. Prueba de ello son los numerosos trabajos centrados en esta disciplina que abordan el estudio de los diferentes tipos de manifestaciones acústicas tanto en caelíferos como en ensíferos (Heller, 1988; Ragge & Reynolds, 1998; Oliveira *et al.*, 2001; López *et al.*, 2008; García *et al.*, 2014; Pfau & Pfau, 2015), permitiendo así discernir entre especies morfológicamente similares con relativa facilidad (Llucià-Pomares, 2018) o servir como un carácter de apoyo en la justificación de los cambios en

la sistemática establecida (Pfau, 1996; Ragge & Reynolds, 1998; Puissant & Defaut, 2020) incluyendo nuevas descripciones (Schmidt *et al.*, 2009; Barat & Correas, 2015) o sinonimias (García *et al.*, 1995; Solé *et al.*, 2018).

Se conoce gran parte de las manifestaciones acústicas que realizan muchas especies ibéricas de la subfamilia Bradyporinae Burmeister, 1838 (Hartley *et al.*, 1974; Heller, 1988; Pfau, 1988; Pfau & Schroeter, 1988; Hartley, 1993; Pfau & Pfau, 1995; Pfau, 1996; Llorente *et al.*, 1997; Pfau & Pfau, 2015), siendo generalmente el macho quien las emite, aunque las hembras de algunas especies también son capaces de estridular ya sea de forma espontánea, como respuesta al macho o ante una amenaza (Hartley *et al.*, 1974; Pfau & Schroeter, 1988). Las características más significativas del canto de la mayoría de Ehippigerini Brunner von Wattenwyl, 1878 están recopiladas en la excelente revisión que Barat (2012) realiza de la tribu, si bien existe una carencia de información sobre la bioacústica del género *Coracinotus* Barat, 2012. Este reúne cuatro especies endémicas de la península ibérica restringidas a un reducido sector de las Cordilleras Béticas: *C. notarioi* (Gómez, Pardo y Llorente, 1998), exclusivo de la sierra de Alcaraz (Albacete) en un rango altitudinal que abarca desde los 1220 m (Barat, 2012) hasta los 1655 m (datos de este trabajo); *C. politus* (Bolívar, 1901) de la sierra de Las Cabras (Albacete), de Cazorla y Segura (Jaén) y de la Sagra (Granada) desde los 1120 m (datos propios) hasta los 2200 m (Barranco & Pascual, 1995); *C. presai* Barranco & Gómez, 2014, únicamente conocido de la localidad tipo en la sierra de la Sagra a 1580 m (Barranco & Gómez, 2014), y *C. squamiferus* (Bolívar, 1907) de la sierra de María y de Maimón (Almería) entre los 1860-1880 m (Barranco & Pascual, 1995; Gómez *et al.*, 1998; Pascual & Barranco, 2008).

En el presente artículo se proponen los siguientes objetivos referentes a la bioacústica de este género: 1) analizar las manifestaciones acústicas producidas por individuos aislados, como son el canto de proclamación del macho y la estridulación de amenaza; 2) estudiar la posible comunicación intra- e interespecífica en pareja; 3) proponer un modelo que refleje el mecanismo de producción de sonido aunando el registro acústico y visual de la estridulación con el estudio morfológico de la fila estriduladora de las tegminas; y 4) relacionar la influencia de las condiciones ambientales sobre el comportamiento bioacústico de *C. notarioi* y *C. politus* en condiciones naturales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se estudiaron 13 ejemplares adultos de *C. notarioi*, *C. politus* y *C. squamiferus* (detallados en los diferentes apartados de “Material estudiado”), de los cuales 12 se reparten entre las dos primeras especies, capturados durante los años 2018, 2019 y 2020.

Los ejemplares fueron mantenidos en cautividad individualmente, aunque, en determinadas ocasiones, se colocaron juntos un macho y una hembra con el fin de estudiar el comportamiento acústico de ambos. Para registrar los cantos de proclamación de *C. notarioi* y *C. politus* se empleó una tarjeta de sonido “Focusrite Scarlett 8i6, 3ª generación” (frecuencia de muestreo de 44,1 kHz y resolución de 16 bits) y un micrófono

multipolar “Lewitt LCT 441 flex” en patrón cardioide (rango de frecuencias 20 Hz-20kHz) y con su cara frontal dirigida en línea recta hacia el insecto posado al sol, el cual se encontraba a 14 cm de distancia dentro de un recipiente de plástico de 9x6x9 cm. En la parte superior del recipiente se colocó una malla fibrosa para evitar la posible huida mientras que en el fondo no se colocó ningún elemento (alimento, ramas, sustrato...) a fin de evitar interferencias acústicas que pudieran perturbar el registro. En el momento de inicio de la grabación la temperatura ambiente en la habitación era de 24 °C. Para el registro de la estridulación de amenaza de ambas especies se liberó un macho y fue perturbado manualmente presionando levemente los laterales del abdomen, evitando en todo momento tocar las tegminas.

El registro del canto de proclamación de *C. squamiferus* se realizó a 24°C de temperatura en condiciones naturales. Se usó una grabadora “Zoom H4n” usando los micrófonos de esta y un micrófono direccional súper cardioide “Rode NTG3” (rango de frecuencias 40 Hz-20kHz), con una frecuencia de muestreo de 96 kHz y 16 Bits de profundidad.

En todos los casos se grabó el canto de un único macho de cada especie pues, en contra de nuestra voluntad, no pudieron realizarse más grabaciones de los machos restantes ya que no se consiguió que cantaran en el momento oportuno.

Finalmente, todos los registros fueron analizados con el programa informático AviSoft-SASLab Lite v5.2.15 y su interpretación se apoyó, en parte, con la visualización de vídeos de ejemplares estridulando grabados en modo *slow motion* (30 fps). La terminología adoptada para la descripción de las manifestaciones acústicas, así como la iconografía empleada en las figuras quedan indicadas en Pfau & Pfau (2015). Todas las cifras decimales están expresadas redondeadas a la centésima.

Para el estudio de la fila estriduladora, se extrajeron las tegminas a partir de material fresco. Con la ayuda de un pincel de punta fina fueron eliminadas las posibles impurezas de su superficie y fueron sumergidas en etanol de 70° durante unos segundos. Una vez secas, fueron examinadas bajo una lupa binocular “Ultralyt M-51000” a 40 aumentos.

Material estudiado

Para cada especie se indica la cantidad de individuos, sexo, ubicación (paraje, término municipal, provincia, cuadrícula UTM 10x10 según datum WGS84, altitud) y fecha de captura (M. Domenech leg. & col.). En *C. squamiferus*, la fecha hace referencia al día de su grabación ya que no fue capturado. Los ejemplares señalados con un asterisco pueden considerarse topotípicos.

Material estudiado para el estudio bioacústico en solitario:

C. notarioi: 1♂* del Cerro de las Majadas, Bogarra (Albacete). 30SWH56. 1515 m. 23-IX-2018 (Fig. 1a).

C. politus: 1♂ de Las Acebeas, Siles (Jaén). 30SWH34. 1340 m. 25-X-2020 (Fig. 1b).

C. squamiferus: 1♂ de la Sierra de María, Vélez-Blanco (Almería). 30SWG77. 1870 m. 26-X-2014.

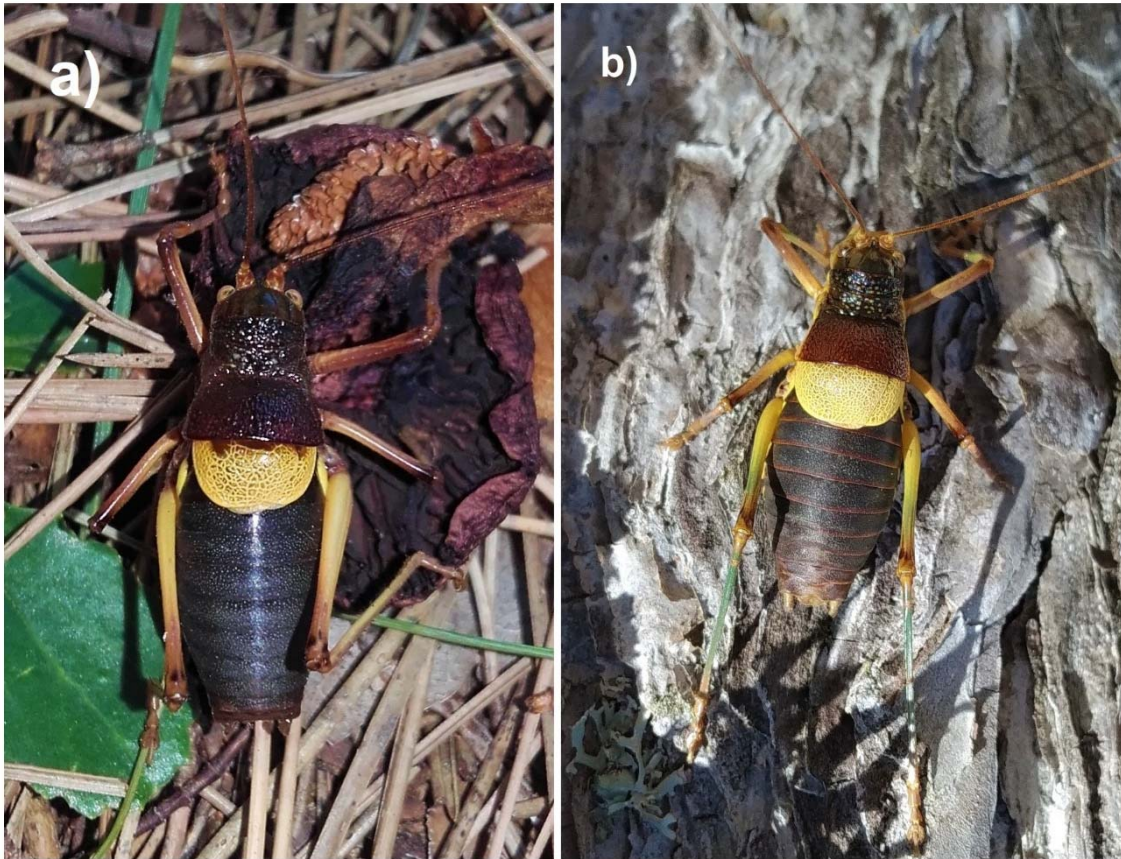


Figura 1.- a) Macho de *Coracinotus notarioi* sobre el sustrato alimentándose de los restos de un hongo. Sierra de Alcaraz (Albacete). **b)** Macho de *Coracinotus politus* insolándose sobre el tronco de un pino salgareño (*Pinus nigra salzmannii*). Sierra de Segura (Jaén). Autor: Miguel Domenech Fernández. **Figura 1.- a)** *Coracinotus notarioi* male feeding on mushroom remains on the ground. Sierra de Alcaraz (Albacete). **b)** Sunbathing *Coracinotus politus* male on Spanish Black Pine trunk (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*). Sierra de Segura (Jaén). Author: Miguel Domenech Fernández.

Material estudiado para el estudio del comportamiento bioacústico en pareja:

C. notarioi: 1♂ de la base del pico Almenara, Bogarra (Albacete). 30SWH46. 1655 m. 12-XI-2020; 1♀* del Cerro de las Majadas, Bogarra (Albacete). 30SWH56. 1515 m. 15-VIII-2020 (capturada como ninfa subadulta; adulta: 17-VIII-2020).

C. politus: 1♂ de Cerro Pedregoso, Siles (Jaén). 30SWH34. 1220 m. 08-X-2020; 1♀ de El Tambor, Siles (Jaén). 30SWH34. 1279 m. 25-X-2020.

Material estudiado para el estudio de la fila estriduladora:

C. notarioi: ejemplares anteriores y además: 1♂ de las proximidades del puerto de las Crucetas, Alcaraz (Albacete). 30SWH46. 1295 m. 29-IX-2019. 1♀ de la Fuente de la Fuenfría, Paterna del Madera (Albacete). 30SWH56. 1437 m. 01-X-2020.

C. politus: ejemplares anteriores y además: 1♂ del Calar del Navalperal, Siles (Jaén). 30SWH34. 1602 m. 12-X-2018; 1♂ del Cerro del Espino, Siles (Jaén). 30SWH33. 1450 m. 07-X-2020; 1♂ de El Tambor, Siles (Jaén). 30SWH34. 1313 m. 25-X-2020; 1♀ de Las Acebeas, Siles (Jaén). 30SWH34. 1340 m. 13-X-2018.

RESULTADOS

Estudio bioacústico de los cantos de proclamación y de la estridulación de amenaza

Se han obtenido y analizado varias grabaciones del canto de proclamación de un macho de cada especie: la primera, de 145 s de duración contiene 53 esquemas y 305 sílabas y pertenece a *C. notarioi*; la segunda, de 600 s de duración con 307 esquemas y 1573 sílabas de *C. politus*; y la tercera de 900 s de duración que contienen 278 esquemas y 1670 sílabas de *C. squamiferus* (Tabla I). Por otro lado, se han obtenido dos grabaciones de 3 y 5 s de la estridulación de amenaza producida por el mismo macho de *C. notarioi*. En el transcurso de cada grabación los machos cantaron ininterrumpidamente; en el caso de *C. politus* el canto de proclamación duró más de 90 minutos en los que incesantemente estriduló.

C. notarioi

La secuencia del canto de proclamación de *C. notarioi* (Tabla I) está compuesta por esquemas de intensidad variable y duración similar, producidos de forma regular y formados por 5 o 6 sílabas donde tanto la hemisílabas de apertura como la de cierre son sonoras (Fig. 2a, b). Del total de esquemas analizado, el 75,47% son de tipo hexasilábico mientras que el resto son pentasilábicos (Tabla I), siendo común la menor intensidad (a veces también la duración) de las dos primeras sílabas. Progresivamente, las sílabas van aumentando su intensidad hacia el final del esquema (Fig. 2a), aunque a veces pueden llegar a estabilizarse a partir de la mitad del mismo (Fig. 2b). Frecuentemente la última sílaba es la más larga y, a veces, la más intensa.

Las hemisílabas de apertura son siempre más sencillas y de estructura homogénea. Individualmente, su intensidad experimenta un aumento alcanzando normalmente el pico máximo hacia la mitad, decayendo posteriormente. Analizando el esquema en conjunto, la intensidad de cada hemisílabas de apertura aumenta progresivamente estabilizándose a partir de la tercera sílaba (a veces la cuarta). Análogamente, la intensidad de cada hemisílabas de cierre aumenta del mismo modo pero suele llegar a estabilizarse, por lo que su intensidad es mayor que la de la hemisílabas de apertura a partir de la tercera o cuarta sílaba (Fig. 2a, b).

Las hemisílabas de cierre presentan mayor variabilidad en su estructura. Son más simples en las primeras sílabas pudiendo aumentar su complejidad a partir de la cuarta sílaba, presentando un número variable (1-6) de picos máximos de intensidad variable que suelen presentarse juntos. En un 3,61% de los esquemas analizados, independientemente de su número de sílabas, pueden existir al final una o varias

microsílabas *sensu* Pinedo (1981) que aumentan considerablemente la duración total de la última sílaba (Fig. 2b).

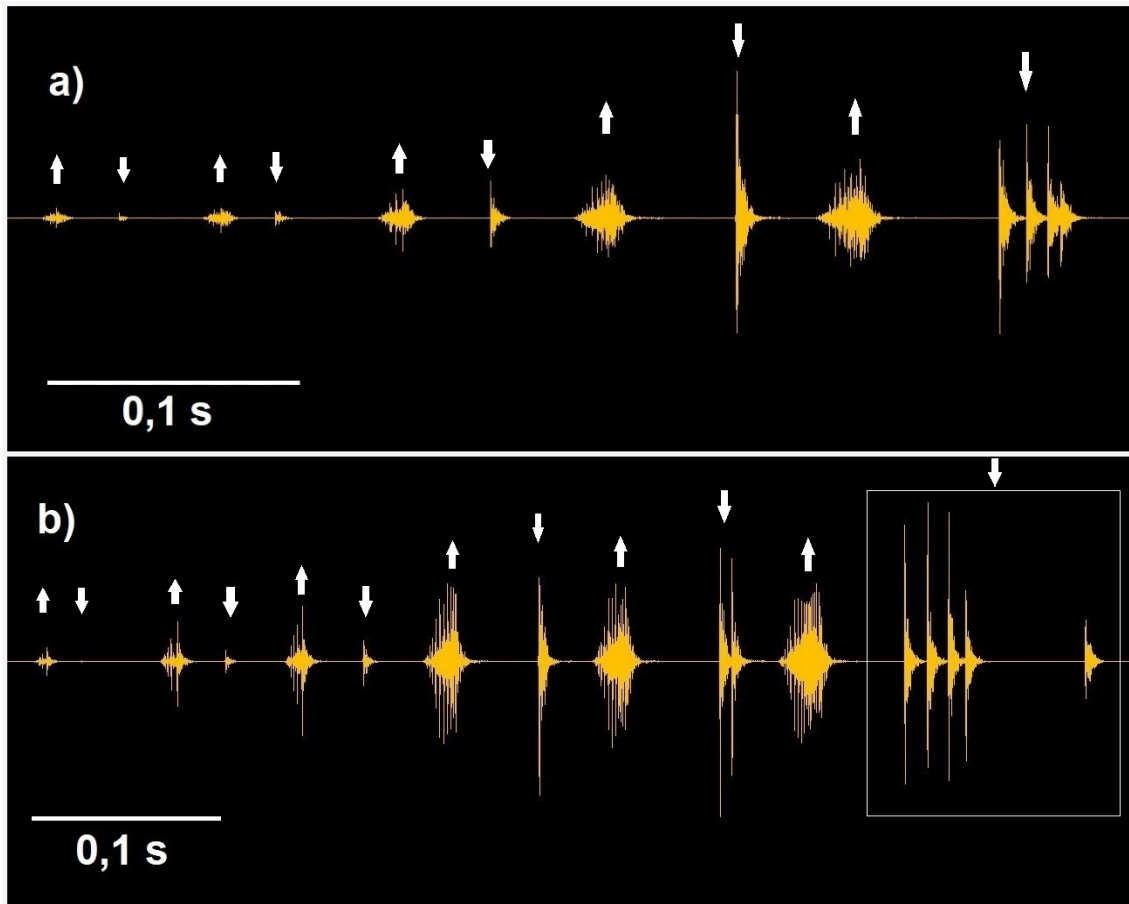


Figura 2.- *Coracínnotus notariói*. **a)** Equema de 5 sílabas y **b)** Equema de 6 sílabas perteneciente al canto de proclamación, donde la última hemisílaba de cierre contiene una microsílaba disociada. **Figura 2.-** *Coracínnotus notariói*. **a)** 5-syllables echeme and **b)** 6-syllables echemme of male's calling song, which last closing-hemisyllable contains a disjoined microsyllable.

En la mayoría de sílabas la duración de la hemisílaba de apertura es tres veces mayor que la de cierre, excepto en la última donde suele ocurrir que la hemisílaba de cierre final sea aproximadamente igual, o incluso más larga, que la hemisílaba de apertura (Fig. 2b)

Según el teorema de Nyquist-Shannon, no podemos delimitar el rango de frecuencias en la que emite el insecto por la condición que impone el valor de la frecuencia de muestreo utilizada. Por ello, únicamente podemos afirmar que el espectro de emisión comienza en los 5 kHz, situándose el 75% de la energía producida por debajo de los 18,2 kHz.

Los registros de la estridulación de amenaza son muy breves y poseen un bajo número de equemas (3-4), donde los dos últimos pueden considerarse equemas monosilábicos y tienen duración e intensidad similares (Fig. 3). El primer equema contiene 6 sílabas, el segundo 2, y los sucesivos una. Las sílabas se producen de forma

repetitiva al comienzo. Su estructura es muy similar a la última sílaba del canto de proclamación (Fig. 2a, b), aunque a diferencia de este, poseen menor intensidad y duración, el intervalo intrahemisilábico es menor, su intensidad es más o menos constante en el principio de la emisión y la hemisílaba de cierre puede presentar un número mayor de picos de intensidad variable (3-11) más espaciados. Ambas hemisílabas son sonoras y la de apertura siempre es más corta y menos intensa que la de cierre.

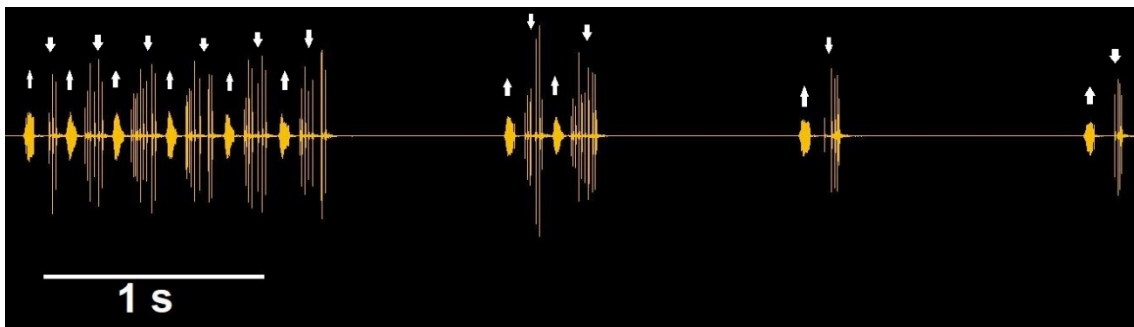


Figura 3.- Estridulación de amenaza del macho de *Coracिनotus notarioi*. **Figura 3.-** Disturbance stridulation of *Coracिनotus notarioi* male.

Finalmente, también podemos corroborar que la hembra de *C. notarioi* emite una estridulación de amenaza al ser molestada, muy similar a la del macho y aparentemente de menor intensidad, si bien no pudo ser grabada.

C. politus

El canto de proclamación de *C. politus* analizado (Tabla I) se compone de esquemas de duración e intensidad variable producidos a razón de 31 esquemas/min. Están formados por 5 (80,13%) (Fig. 4a) y, en menor medida, 4 (5,54%), 6 (14%) y 7 (0,33%) sílabas. Basándose en esta clasificación según el número de sílabas, la duración de cada uno está bien definida dentro de un intervalo temporal, de manera que los esquemas tetrasilábicos tienen una duración comprendida entre los 0,31 y los 0,33 s (n=17); los esquemas pentasilábicos la tienen entre los 0,36 y los 0,43s (n=246) y los hexasilábicos entre 0,43 y 0,48 s (n=43). El único esquema heptasilábico detectado dura 0,51 s (Fig. 4b).

Se aprecia un aumento gradual de la intensidad de las sílabas aunque de forma menos acusada que en *C. notarioi*. La primera sílaba, y en menor medida la segunda, suelen ser más débiles que las sucesivas, las cuales suelen presentar una intensidad y duración similares. En la mayoría de esquemas la primera sílaba queda registrada, si bien en algunos es tan débil que no se registra por completo (únicamente se aprecia la hemisílaba de cierre de forma vestigial). Los esquemas con el mismo número de sílabas suelen ser más cortos que en *C. notarioi* (Tabla I) y la mayor intensidad no suele recaer en la última sílaba, sino que muestra una intensidad similar a las dos anteriores (Fig. 4a, b) (rara vez puede recaer en la última o penúltima). Como ocurre en la especie anterior, la última sílaba suele ser la más larga.

Ambas hemisílabas son sonoras. La estructura de las hemisílabas de apertura es similar a la de *C. notarioi* mostrando un pico máximo de intensidad en su primera mitad (en menor medida en el centro).

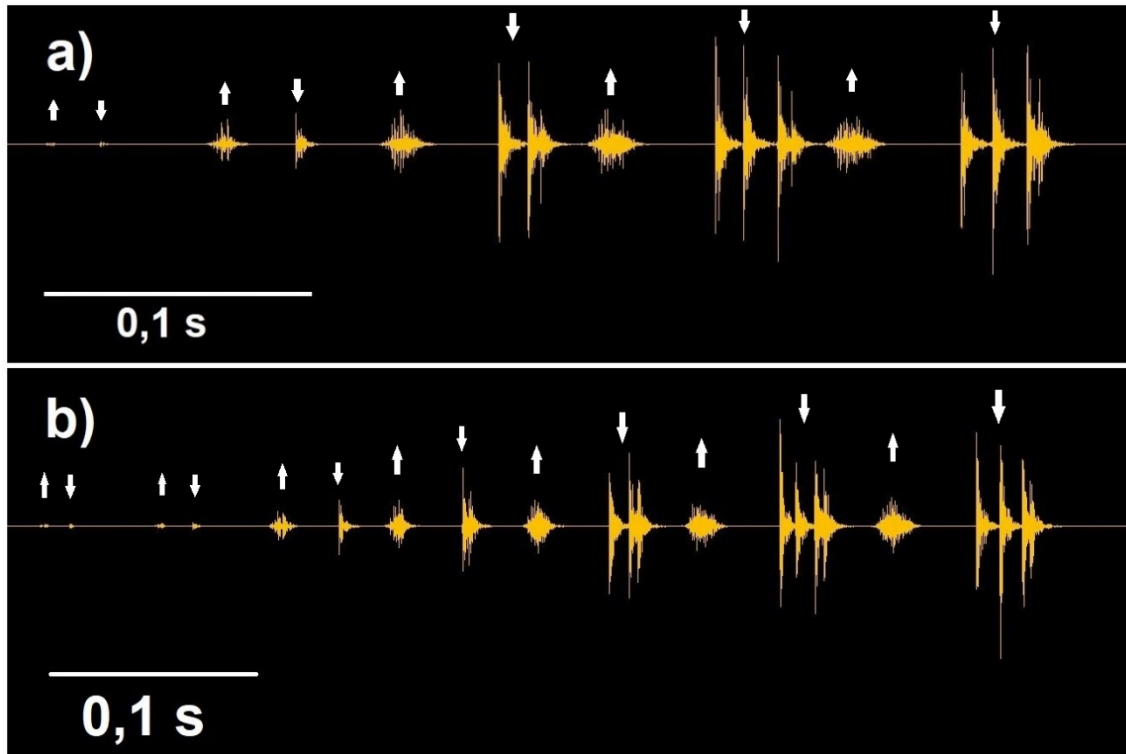


Figura 4.- *Coracinotus politus*. **a)** Equema de 5 sílabas y **b)** Equema de 7 sílabas perteneciente al canto de proclamación. **Figura 4.-** *Coracinotus politus*. **a)** 5-syllables echeme and **b)** 7-syllables echemme of male's calling song.

Las hemisílabas de cierre son de mayor intensidad (exceptuando algunas iniciales) y, generalmente, de mayor duración (rara vez igual). Al contrario que en *C. notarioi*, la intensidad de las tres últimas hemisílabas de cierre es muy similar en la mayoría de esquemas (Fig. 4a) y la última hemisílaba nunca presenta microsílabas adicionales (Fig. 4a, b). Además, la estructura de las hemisílabas de cierre es similar a las de *C. notarioi* con 1-5 picos máximos de intensidad variable consecutivos.

Respecto al espectrograma, por la misma razón expuesta para la especie anterior únicamente podemos asegurar que el espectro de emisión comienza en los 6 kHz y el 75% de la energía es producido por debajo de los 18,2 kHz.

Tanto el macho como la hembra de esta especie emiten estridulación de amenaza, si bien no pudo ser grabada.

C. squamiferus

La estructura del canto de proclamación de *C. squamiferus* es mucho más compleja y sus esquemas muestran diferencias tanto en intensidad como en duración, aunque tienden a tener una intensidad similar hacia el final de la secuencia analizada. Son emitidos de forma más o menos constante a razón de 19 esquemas/min y están formados

por un nutrido número de sílabas (4-9) siendo más frecuentes los penta- (Fig. 5a) y hexasilábicos (31,65% y 42,81%, respectivamente) (Tabla I).

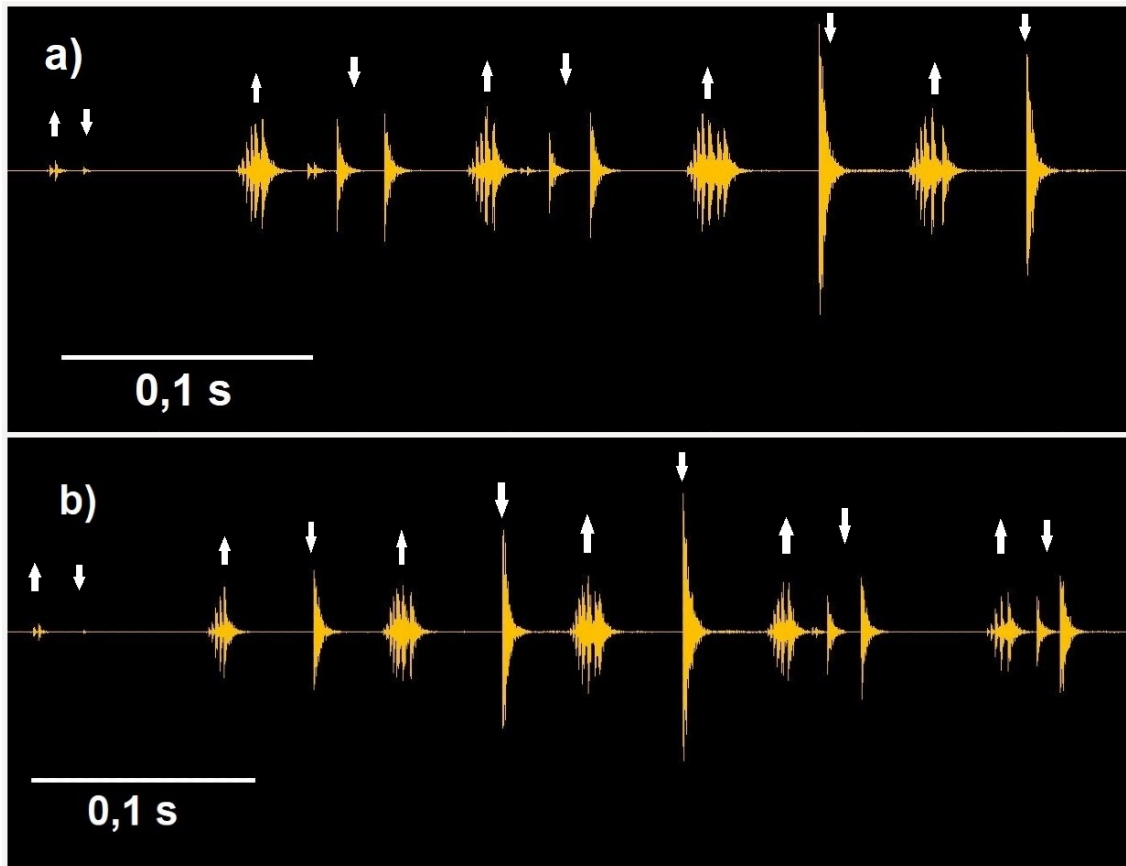


Figura 5.- *Coracिनotus squamiferus*. **a)** Equema de 5 sílabas y **b)** Equema de 6 sílabas perteneciente al canto de proclamación. **Figura 5.-** *Coracिनotus squamiferus*. **a)** 5-syllables echeme and **b)** 6-syllables echemme of male's calling song.

No resulta sencillo describir un patrón común en la secuencia analizada. En los equemas de 4 a 6 sílabas, la primera sílaba (rara vez la segunda) suele ser la menos sonora y la más corta (Fig. 5a, b). En equemas con un número de sílabas elevado (7-9) se da la misma circunstancia para las 3-4 primeras sílabas que siempre quedan reflejadas en los oscilogramas aunque sea de forma vestigial. Generalmente, el aumento de intensidad de las sílabas es poco acusado, aunque siempre es patente al comienzo del equema, donde la intensidad de la segunda sílaba (en equemas de 4 a 6 sílabas) aumenta abruptamente (Fig. 5a, b) pudiendo estabilizarse en sílabas posteriores, aumentar levemente o decaer a partir de la mitad del equema (Fig. 5b). Al contrario que en las especies anteriores, la última sílaba no es la de mayor duración. De hecho, exceptuando las sílabas de carácter vestigial, la sílaba final suele ser la más corta (Fig. 5b).

Ambas hemisílabas son sonoras en más del 90% de los equemas analizados, pudiendo estar ausente la de apertura en algunas sílabas iniciales. La estructura de la hemisílabas de apertura es similar a la ya comentada para *C. notarioi* y *C. politus*. Además, su intensidad es similar que la de la hemisílabas de cierre (rara vez mayor) únicamente en las primeras sílabas (Fig. 5a, b) y aumenta progresiva- o abruptamente, hasta estabilizarse.

Hacia la mitad del equema, normalmente a partir de la segunda o tercera sílaba, tiene mayor intensidad la hemisílaba de cierre, recayendo la máxima intensidad de todo el equema en la tercera, cuarta o quinta. La hemisílaba de cierre puede aumentar en intensidad hasta la penúltima posición, por lo que es frecuente que la última hemisílaba sea mucho menos intensa que la precedente (Fig. 5a) o, en menor medida, igual. También puede alcanzar el pico máximo en la mitad del mismo y a partir de aquí ir perdiendo intensidad que puede llegar a estabilizarse (Fig. 5b) o seguir decayendo. A diferencia de las especies anteriores, el número de picos máximos de intensidad de la hemisílaba de cierre se ve reducido únicamente a uno o dos, que pueden considerarse microsílabas, originando dos variantes que a partir de ahora denominaremos como “simples” o “dobles”, respectivamente. Las hemisílabas de cierre simples son notablemente más intensas (hasta 4 veces más que la hemisílaba de apertura precedente). En las hemisílabas de cierre dobles, las microsílabas pueden presentarse parcialmente solapadas o espaciadas. En esta última situación la primera suele tener menor intensidad, y dura aproximadamente la mitad que la hemisílaba simple (Fig. 5b). Ambos tipos se pueden presentar en cualquiera de las sílabas.

La frecuencia de muestreo elegida para la grabación del canto de esta especie permite una visión mucho más amplia del espectro de emisión, según el teorema de Nyquist-Shannon. No obstante, se ha de tener en cuenta también que el micrófono empleado es capaz de captar hasta los 20 kHz, y por lo tanto a partir de este valor las frecuencias recogidas pueden verse atenuadas o, en menor medida, ampliadas. Teniendo en cuenta estas consideraciones, se observa que el espectrograma ocupa la banda comprendida principalmente entre los 9 y los 30 kHz. En algunos casos puede superar levemente este máximo en algunas sílabas de la segunda mitad del equema. El 75% de la energía es emitida por debajo de los 19,9 kHz.

Desconocemos si esta especie emite estridulación de amenaza, aunque es probable puesto que es un comportamiento extendido entre los bradiporinos.

Estudio del comportamiento bioacústico en pareja

Se han realizado dos experimentos independientes sobre la interacción en pareja: uno con un macho de *C. politus* y una hembra virgen de *C. notarioi*, y otro con una pareja de *C. politus*. Únicamente se disponía de una hembra de *C. notarioi* que murió antes de poder capturar un macho de su misma especie, y la búsqueda posterior de otro ejemplar resultó infructífera dada la gran dificultad que entraña encontrar individuos de sexo femenino. Por este motivo, no se pudo estudiar el comportamiento bioacústico de la pareja de *C. notarioi*.

♂ *C. politus* x ♀ *C. notarioi*

Al incluir en un mismo terrario a un macho de *C. politus*, que en ese momento no emitía ningún tipo de estridulación, con una hembra de *C. notarioi*, el macho empezó súbitamente a emitir diversas manifestaciones acústicas nada más detectar a la hembra con sus antenas. Este tipo de canto es análogo al canto de proclamación que produce en

condiciones de aislamiento, no habiendo detectado un canto específico de cortejo. Simultáneamente, hacía vibrar todo su cuerpo contra el sustrato mediante rápidos movimientos, a modo de temblores, mientras se acercaba lentamente a la hembra, la cual se encontraba impasible, al menos en un primer momento, ante la presencia del macho y sin emitir ninguna estridulación de respuesta. Posteriormente, una vez el macho se encontraba a pocos centímetros de la hembra, esta emprendió el desplazamiento y, producido el encuentro a los pocos segundos, comenzó la cópula interespecífica. Cuando finalizó este proceso, el macho no volvió a cantar transcurridos varios días. La hembra murió semanas después sin realizar puesta.

♂ *C. politus* x ♀ *C. politus*

En la otra experiencia fueron introducidos en un mismo terrario un macho de *C. politus*, que en ese momento emitía su canto de proclamación de forma aislada, y una hembra de la misma especie. Tras ser perturbado durante el traslado, el primero dejó de estridular y, transcurridos unos minutos, prosiguió con su canto. En este caso ambos se mantuvieron impasibles el uno del otro, sin aparente interacción, y no se alcanzó la cópula pese a estar juntos durante más de una hora. Tampoco se observó respuesta acústica de la hembra al canto del macho.

Producción de sonido

En las tres especies, la configuración de las tegminas no muestra particularidades respecto a otros efípigerinos (Pfau & Schroeter, 1988): en posición de reposo, dorsalmente la tegmina izquierda cubre parcialmente más de la mitad de la superficie de la derecha (Fig. 1a, b). En *C. notarioi* y *C. politus*, especies que hemos podido estudiar morfológicamente, la fila estriduladora de los machos se sitúa en la mitad superior de la cara ventral de la tegmina izquierda, existiendo una fila estriduladora vestigial en la misma ubicación de la otra tegmina. El plectro es un sobresaliente esclerotizado del margen superior interno de la tegmina derecha. La fila estriduladora del macho de ambas especies es sinuosa y posee, de media, 45 dientes de aspecto cónico y aplanados lateralmente, más largos que anchos y ordenados longitudinalmente aumentando su tamaño desde ambos extremos hacia el centro de la fila, quedando situados aquellos de mayor tamaño hacia el extremo que se sitúa más cerca del borde exterior de la tegmina (Fig. 6a, b).

La fila estriduladora vestigial está formada por un menor número de dientes más pequeños y con la punta roma.

Las tegminas de las hembras de *C. notarioi* y *C. politus* son mucho más aplanadas que en los machos y muestran la misma configuración en reposo. Sin embargo, la fila estriduladora de mayor desarrollo se sitúa en la mitad superior de la cara dorsal de la tegmina derecha. En la misma ubicación de la otra tegmina existe otra fila estriduladora más sencilla. Los dientes de la primera son mucho más pequeños y redondeados que los del macho y muestran un menor desarrollo y un tamaño similar a lo largo de toda la fila, pudiendo existir algún espacio entre los mismos que interrumpe la fila.

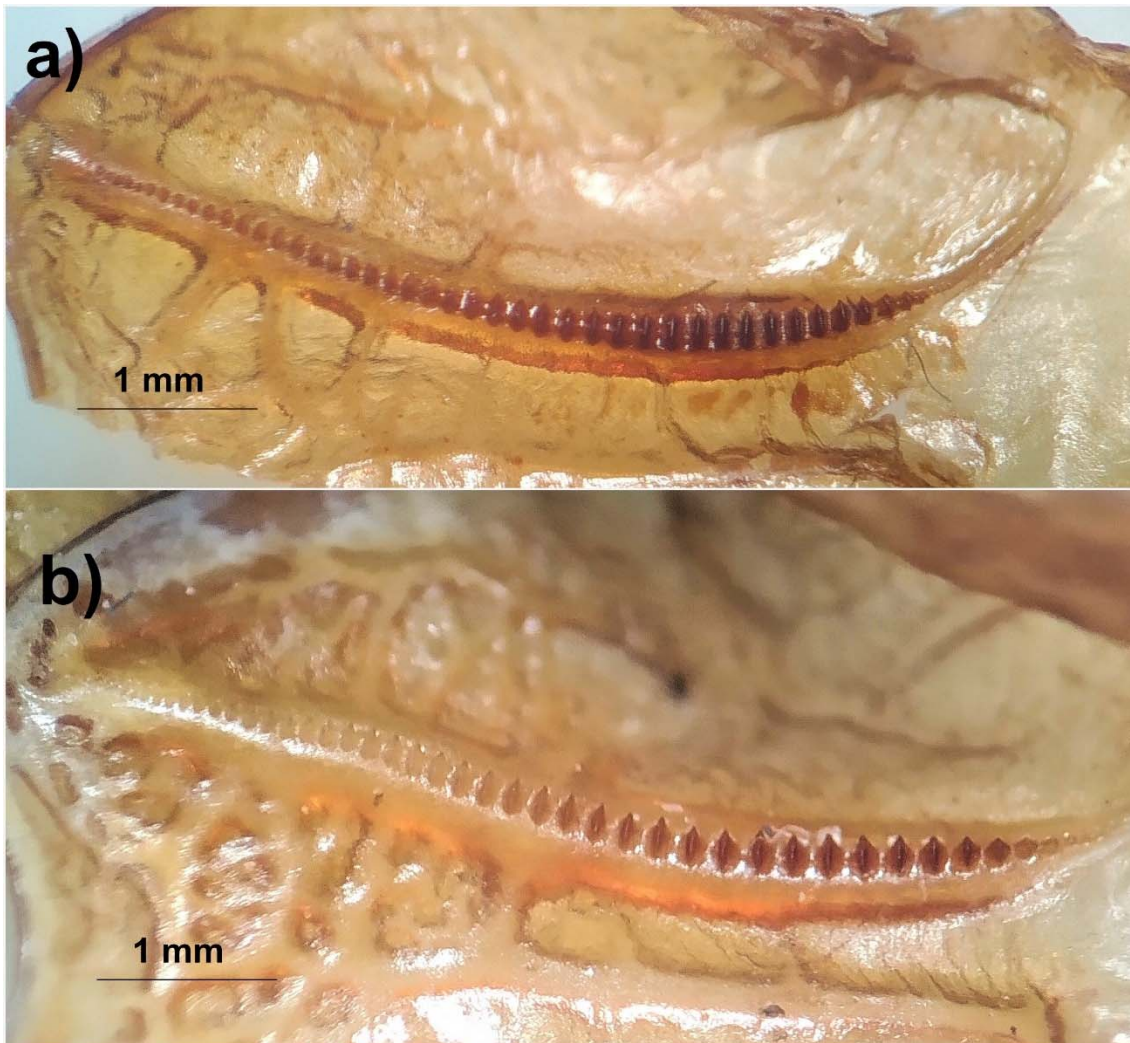


Figura 6.- Fila estriduladora del macho de **a)** *Coracinotus notarioi* y **b)** *Coracinotus politus*. Durante la producción de cada hemisílaba de apertura, el plectro avanza hacia la derecha de la imagen, realizando el movimiento inverso para producir la hemisílaba de cierre. Autor: Miguel Domenech Fernández. **Figura 6.-** Stridulatory file from **a)** *Coracinotus notarioi* male and **b)** *Coracinotus politus* male. During opening-hemisyllable emission, plectrum moves towards right of the image, opposite movement is produced in order to generate the closing-hemisyllable. Author: Miguel Domenech Fernández.

Cabe resaltar la gran semejanza en el desarrollo, la forma y el número de dientes de la fila estriduladora ambas especies.

Extrapolando la visualización de los movimientos filmados de varios machos estridulando de *C. notarioi* y *C. politus* a la estructura obtenida en los oscilogramas y al estudio de la morfología de la fila estriduladora, se propone el siguiente modelo de producción de sonido para ambas especies:

Durante la emisión de las primeras sílabas, los movimientos de apertura y de cierre no son completos. El insecto inicia el canto con una pequeña apertura de las tegminas y dentro de cada equema van sucediéndose sílabas con aperturas y cierres cada vez más amplios, de manera que en cada sílaba va aumentando el arco que describe la tegmina y, por ende, el número de dientes de la fila estriduladora involucrados. Todo ello desemboca

en la emisión de sílabas cada vez más elaboradas. Por otro lado, durante la apertura, el avance del plectro va rasgando los dientes que progresivamente aumentan su tamaño y desarrollo (Fig. 6a, b), por lo que la estructura de la hemisílaba de apertura en este tramo es ascendente. Una vez alcanza la zona de dientes de mayor tamaño, donde se produciría el pico máximo de la hemisílaba, el plectro finaliza su recorrido rasgando el resto de dientes de la fila, que son de menor tamaño, originando así el patrón típico de la hemisílaba de apertura observado en las distintas especies analizadas (creciente-máximo hacia la mitad o hacia el final-decreciente). La producción de la hemisílaba de cierre comenzaría con el avance del plectro por la sección de la fila donde finaliza la de apertura, si bien en este caso el proceso posiblemente sea más complejo dada la gran variabilidad que muestra la hemisílaba de cierre, incluso dentro de un mismo individuo. Su estructura empieza con uno o varios pulsos de gran intensidad que decaen posteriormente, donde pueden aparecer otros de menor intensidad. En función del número de cierres parciales sucesivos variará la duración de la hemisílaba de cierre, que puede tener microsílabas aisladas como ocurre en *C. notarioi* (Fig. 2b) y son fruto del resultado del cierre total de las tegminas, quedando entonces en reposo. Como en el caso anterior, es probable que no intervengan todos los dientes de la fila y los primeros pulsos de la hemisílaba de cierre provengan directamente del rasgado de los dientes de mayor tamaño. Así, las tegminas van ampliando los arcos en cada apertura y cierre de cada sílaba hasta completar en las últimas sílabas del esquema el arco máximo al llevar el insecto ambas tegminas a su máxima apertura. Por todo ello, el número de dientes involucrados en la producción de sonido aumenta progresivamente en el transcurso del esquema culminando el proceso de apertura y cierre total hacia el final del mismo, donde aparecen las sílabas mejor definidas. Es interesante resaltar que, al contrario que en la apertura, el cierre de las tegminas siempre se produce de forma escalonada, de manera que el avance del plectro sobre la fila estriduladora se produce en varios movimientos.

Además, en ambos procesos hay que tener en cuenta que intervienen otros elementos que modifican la estructura y la intensidad de las sílabas (posición y vibración de las tegminas, estructura resonante del borde del espéculo, etc.)

En la mayoría de esquemas de *C. politus*, y en menor medida en los de *C. notarioi* y *C. squamiferus*, se observa que el intervalo interhemisilábico (dentro de una misma sílaba) es mayor que el existente entre la hemisílaba de cierre de esta y la hemisílaba de apertura de la sílaba siguiente (Fig. 2a, b; 4a). Esto puede explicarse porque durante la emisión de cada sílaba, el macho mantiene las tegminas en posición abierta un breve periodo de tiempo, de duración mayor que el periodo intrasilábico, las cierra y seguidamente vuelve a iniciar el movimiento de apertura de la siguiente sílaba.

A tenor de los resultados expuestos, y dadas las semejanzas morfológicas que suelen presentarse en especies de un mismo género, pensamos que el modelo de producción de sonido propuesto para *C. notarioi* y *C. politus* podría ser extensible a *C. squamiferus*, aunque es preceptivo el estudio de un mayor número de grabaciones de todas las especies consideradas y el estudio adicional de la fila estriduladora de *C.*

squamiferus para poder obtener resultados concluyentes que permitan aceptar este hipotético modelo.

Consideraciones sobre la relación de la actividad bioacústica de *C. notarioi* y *C. politus* con las condiciones ambientales

La mayor o menor actividad de los individuos está claramente condicionada por la temperatura ambiente, como cabe esperar en un animal poiquiloterma. En condiciones naturales, ambas especies fueron detectadas cantando únicamente durante el día, siendo una condición importante, que no indispensable, la radiación solar. Así, durante las salidas de campo en días nublados, pero con una temperatura de ~15°C, pudieron escucharse machos estridulando aunque siempre de forma aislada y en menor número que durante los días soleados. También hemos comprobado como los individuos se desplazan en busca de la radiación solar directa. Ello podría explicar la dificultad de encontrarlos estridulando sobre plantas de menor porte situadas en umbría o sobre el sustrato de las formaciones forestales más densas que dificultan el acceso de los rayos de sol al sotobosque. En el transcurso de las últimas horas de luz los individuos cesan su actividad progresivamente.

La detección de los machos se ve favorecida tanto por su llamativo y sonoro canto, perceptible al oído humano y perfectamente distinguible de otras especies de ortópteros acompañantes, como por la presencia de elevadas densidades poblacionales en las localidades prospectadas (especialmente en la primera mitad del mes de octubre). También hemos detectado que el comienzo del canto de proclamación de un macho condiciona a los demás a empezar los suyos y que cesan inmediatamente al ser descubiertos.

Ambas especies presentan hábitos predominantemente arborícolas y están ligadas a bosques compuestos mayoritariamente por *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco [no hemos observado que *C. notarioi* tenga preferencia por formaciones de *P. pinaster* Aiton según comentan Gómez *et al.* (2011)] desde cuyas copas los individuos emiten sus cantos de proclamación. Excepcionalmente, pudieron encontrarse estridulando en la base de los troncos de los mismos (Fig. 1b), caminando simultáneamente sobre las acículas secas del suelo (Fig. 1a) o posados sobre plantas de porte medio como *Cytisus reverchonii* (Degen & Hervier) Bean y *Crataegus monogyna* Jacq.

En cautividad no reportamos diferencias significativas en su comportamiento, exceptuando el hecho de que también cantaron durante las horas nocturnas y en plena oscuridad, relacionando esta particularidad con la escasa fluctuación de temperatura que se dio en la estancia donde fueron mantenidos.

La temperatura ambiente es un factor involucrado en la actividad bioacústica de las especies del orden Orthoptera (Pinedo, 1981; Heller, 1988; Ragge & Reynolds, 1998). Así, según Barat (2012), los esquemas de *C. notarioi* en condiciones naturales se suceden de 24 a 50 veces por minuto según la temperatura. La tasa media de emisión que se desprende de nuestro estudio de esta especie en cautividad y a 24 °C es de 22 esquemas/min

(Tabla I), aunque en escuchas de otros ejemplares al sol en condiciones naturales hemos podido contabilizar 46 y 63 equemas/min a ~25 y 34 °C, respectivamente. Por debajo de los 10°C en días nublados o lluviosos no hemos podido escuchar (ni observar) ningún ejemplar ni de esta especie ni de *C. politus*.

DISCUSIÓN

Las tres especies analizadas no sólo comparten características morfológicas comunes que permiten catalogarlas en un mismo género (Barat, 2012), sino que los patrones bioacústicos analizados apoyan la clasificación, además, a nivel específico. Este hecho era, en principio, esperable ya que los machos de las especies de un mismo género comparten ciertos caracteres del canto de proclamación, si bien puede haber excepciones como es el caso del género *Platystolus* Bolívar, 1878 (Barat, 2012).

Los caracteres indicados a continuación son comunes en el canto de proclamación de las tres especies:

- Predominan los equemas penta- y hexasilábicos.
- La intensidad de las sílabas (y a veces la duración) aumenta en el transcurso del equema, pudiéndose dar la posibilidad de que este aumento ocurra de forma abrupta al comienzo o sea progresivo, pudiéndose estabilizar a partir de la mitad del mismo y/o disminuir posteriormente.
- La primera sílaba, y muchas veces la segunda, son poco sonoras o incluso mudas.
- Las últimas sílabas frecuentemente son las que presentan mayor variabilidad en su estructura, duración e intensidad dentro del equema.
- Ambas hemisílabas son sonoras.
- La estructura de la hemisílaba de apertura es homogénea y sigue un patrón creciente en intensidad hacia la mitad, decayendo posteriormente.
- La estructura de la hemisílaba de cierre presenta mayor variabilidad.
- La intensidad de la hemisílaba de apertura es menor que la de la de cierre, pudiéndose dar el hecho inverso exclusivamente en las primeras sílabas más débiles.
- La hemisílaba de apertura es producida en un solo movimiento de apertura de las tegminas mientras que la hemisílaba de cierre es originada en varios, ya que el cierre de las tegminas se produce de forma escalonada.
- Las sílabas vestigiales se producen por la apertura y el cierre incompletos de las tegminas. En el transcurso de la secuencia, el proceso de apertura y cierre total culmina hacia la mitad del equema donde intervendría un mayor número de dientes de la fila estriduladora. Por lo tanto, el número de dientes involucrados en las diferentes sílabas es diferente.

Además, el espectro de emisión de *C. squamiferus* es amplio pues ocupa la mayor parte de la banda sónica y llega a penetrar en la ultrasónica (desde los 9 kHz hasta los 30 kHz).

Las diferencias entre los mismos han sido detalladas en el apartado de Resultados y en la Tabla I se refleja un resumen comparativo de los principales parámetros bioacústicos estudiados, por lo que los datos ofrecidos a continuación suponen un breve compendio de ambas:

Los esquemas del canto de proclamación de *C. notarioi* y *C. politus* presentan características comunes (número de sílabas, patrón de intensidad de las mismas...) que difieren notablemente de *C. squamiferus*. La mayor variabilidad en el número de sílabas por esquema se da en *C. squamiferus*, seguido de *C. politus* y *C. notarioi*, este último es el que muestra esquemas de mayor duración para un mismo número de sílabas respecto a sus congéneres. La duración de ambas hemisílabas en las tres especies similar, si bien la duración máxima recae en última de *C. notarioi* cuando esta se presenta de forma disociada (con una o varias microsílabas adicionales al final). El número de picos máximos de intensidad en las hemisílabas de cierre es similar en *C. notarioi* y *C. politus* (1-6 y 1-5), mientras que *C. squamiferus* no supera los dos y, en el caso de ser único, supone una microsílaba que presenta la mayor intensidad de las tres especies.

Según escuchas en el campo realizadas por Barat (2012), los esquemas de *C. notarioi* poseen 4-5 sílabas. Sin embargo, en nuestro estudio no hemos detectado ningún esquema de 4 sílabas. Considerando que la primera sílaba queda registrada muy levemente en los oscilogramas, siendo prácticamente inapreciable al oído humano, y la dificultad que entraña el contabilizar *in situ* las sílabas al ser emitidas estas de forma muy continua, los esquemas de 5-6 sílabas que hemos analizado pueden ser interpretados en una escucha de campo como esquemas de 4-5 sílabas, respectivamente. Trasladada esta discrepancia al autor, este se postula de acuerdo con esta hipótesis (J. Barat com. pers.), si bien es preceptivo el análisis de un mayor número de secuencias de otros machos de diferentes localidades y a diferentes temperaturas que permitan confirmarlo.

Si se comparan las características del canto de proclamación expuestas con las de otros géneros de efípigerinos ibéricos son evidentes grandes diferencias, principalmente en la estructura, habida cuenta de parámetros que no detallaremos por su acusada variabilidad, incluso dentro de un mismo individuo (tasas de emisión, duración de los esquemas y de las sílabas, etc.) y donde la temperatura ambiente interviene decisivamente.

La estructura general de los esquemas analizados de *Coracinotus* presenta similitudes con la del canto de *Albarracinia zapaterii* (Bolívar, 1877) y con la de las especies del género *Lluciapomaresius* Barat, 2012, según se desprende de los trabajos consultados que muestran y/o describen el canto de proclamación del macho (Hartley *et al.*, 1974; Hartley, 1993; Heller, 1988; Ragge & Reynolds, 1998; Barat, 2004; Schmidt *et al.*, 2009; Pfau & Pfau, 2015).

Con *A. zapaterii* comparte el aumento progresivo de la intensidad de las sílabas (siendo también las primeras más débiles), la particularidad de que ambas hemisílabas sean sonoras y tengan un marcado intervalo dentro de cada sílaba, la similitud en la estructura de la hemisílabas de cierre de la parte inicial, que se corresponde con la sección de las microsílabas (Heller, 1988) o de la parte I (Pfau & Pfau, 2015), y la mayor duración de la última hemisílabas de cierre que puede presentarse en la parte II (Pfau & Pfau, 2015) o final, donde aparecen las macrosílabas (Heller, 1988), de ciertos esquemas de *A. zapaterii*. En las secuencias analizadas de *Coracinotus* también podríamos delimitar dos partes, una primera formada por microsílabas y una segunda formada por macrosílabas, si bien en algunos casos la asignación de determinadas sílabas a una u otra sección parece obedecer a criterios subjetivos, a tenor de las interpretaciones de los autores anteriores, y por ello hemos desestimado seguir este criterio.

Coracinotus difiere de *A. zapaterii* principalmente en el menor número de sílabas y en la menor la intensidad de la hemisílabas de apertura respecto de la de cierre (incluso en las primeras sílabas de *A. zapaterii* la hemisílabas de apertura siempre es más intensa, alcanzado el pico máximo al final de la misma). La hemisílabas de cierre de la parte inicial de *A. zapaterii* es menos intensa y de estructura más homogénea al contar con un menor número de picos máximos (ver Pfau & Pfau, 2015: Fig. 1b, c, e). En *C. notarioi* y *C. politus* la estructura de la hemisílabas de cierre suele presentar la complejidad de la de la parte II de *A. zapaterii* pero con la estructura decreciente de las hemisílabas de cierre de su parte I, mientras que en el caso de *C. squamiferus* las hemisílabas de cierre simples son mucho más intensas que en *A. zapaterii* a pesar de compartir la estructura de su parte I.

Con *Lluciapomaresius* comparte principalmente el aumento de la intensidad de las sílabas, que puede ser gradual como en *L. stalii* (Bolívar, 1877) o *L. nobrei* (Bolívar, 1898), siendo las primeras apenas perceptibles o mudas; la posibilidad de que las últimas sílabas sean las más fuertes y largas (ver Pfau & Pfau, 2015: Fig. 11a, 13a, d, e) y la estructura y sonoridad de ambas hemisílabas, siendo más homogénea la de apertura y con un mayor número de pulsos con picos de intensidad variable la de cierre. En contadas ocasiones, en *C. squamiferus* puede faltar la hemisílabas de apertura en algunas sílabas iniciales; en *L. nobrei* también puede darse este caso (Pfau & Pfau, 2015).

Coracinotus difiere de *Lluciapomaresius* en el menor número de sílabas por esquema, la mayor intensidad de la hemisílabas de cierre respecto a la de apertura, pues en el segundo género la intensidad de la hemisílabas de cierre es casi siempre menor, en menor medida igual, que la de apertura. En caso de ser mayor, recae en las sílabas de la parte II (ver Pfau & Pfau, 2015: Fig. 13d, e). Además, en *Coracinotus* la distancia entre la hemisílabas de cierre de una sílaba y la de apertura de la sílaba siguiente es menor. Las hemisílabas de cierre, exceptuando las vestigiales, suelen tener una duración similar a lo largo de todo el esquema y no solo al final como se da en la parte II o final de *Lluciapomaresius*. Además, en *L. ortegai* (Pantel, 1896) y *L. panteli* (Navás, 1899) la duración máxima de la hemisílabas de cierre es, al menos, dos veces que la de *Coracinotus*.

Finalmente es interesante resaltar que ninguna de las especies con las que se compara tiene cierres parciales durante la emisión de los equemas, o al menos no son patentes en los oscilogramas estudiados.

En las experiencias de estudio conjunto de las parejas, no hemos detectado ningún tipo de respuesta acústica de las hembras de especies *C. notarioi* y *C. politus* al canto de proclamación del macho, al contrario que ocurre en otras especies de efípigerinos (Barat, 2012; Pfau & Pfau, 2015). Esta circunstancia ya era conocida previamente para la primera (Barat, 2012) y aquí la extendemos a *C. politus*. No obstante el exiguo número de individuos examinados sugiere llevar a cabo un mayor número de observaciones. La única manifestación acústica detectada en las hembras de *C. notarioi* y *C. politus* ha sido la estridulación de amenaza, que también emiten los machos. De acuerdo con lo expuesto por Hartley *et al.* (1974) para *L. stalii* y *Synephippius obvius* (Navás, 1904), es posible que no exista un patrón común que pueda generalizarse para la especie, mucho menos el género, y por lo tanto la estructura de la estridulación de amenaza dependa de la magnitud de la perturbación y del propio comportamiento con el que responda cada individuo.

Con la publicación de este estudio de eminente carácter preliminar queda satisfecho el conocimiento básico de los patrones acústicos de todos los géneros de efípigerinos ibéricos. No obstante, para alcanzar un conocimiento óptimo sobre la bioacústica del género *Coracinotus* son necesarios futuros trabajos que aporten datos complementarios a los aquí expuestos: posible variabilidad individual, intra- e interpoblacional del canto de cada especie (diferencias en número y estructura silábica, en las tasas de emisión a diferentes temperaturas...) a partir de un mayor número de ejemplares; aproximación más precisa al rango de la frecuencia de emisión de las especies (sobre todo *C. notarioi* y *C. politus*) mediante el uso de micrófonos y grabadoras a una mayor frecuencia de muestreo; estructura de la estridulación de amenaza de *C. politus* y, en su caso, *C. squamiferus*; confirmación de que no se producen antifonías a partir de un mayor número de hembras o el estudio íntegro de la bioacústica de *C. presai*, del que solamente se conoce el holotipo, son solo algunos de los campos a profundizar.

ANEXO

Tabla I.- Principales parámetros bioacústicos pertenecientes al canto de proclamación de los machos de las tres especies estudiadas ($T^a=24^{\circ}\text{C}$). La duración está expresada en [s] y la frecuencia del espectro de emisión en [kHz]. Los parámetros que muestran valores medios incluyen entre paréntesis el valor mínimo y máximo. **Table I.-** Main bioacoustic parameters of male calling songs of three studied species (at 24°C). Duration is expressed in [s] and frequency spectrum in [kHz]. Parameters containing average values are shown with minimal and maximal values inside the brackets.

	<i>Coracinotus notarioi</i>	<i>Coracinotus politus</i>	<i>Coracinotus squamiferus</i>
Duración de la secuencia analizada	145	600	900
Nº total equemas	53	307	278
Nº total sílabas	305	1573	1670
Tasa equemas/min	21,93	30,7	18,53
Tasa sílabas/s	2,1	2,62	1,86
Nº sílabas/equema	5-6	4-7	4-9
Duración media equemas 4 sílabas	-	0,31 (0,29-0,33)	0,36 (0,31-0,4)
Duración media equemas 5 sílabas	0,46 (0,41-0,51)	0,39 (0,35-0,43)	0,42 (0,37-0,46)
Duración media equemas 6 sílabas	0,52 (0,47-0,56)	0,47 (0,43-0,5)	0,5 (0,42-0,57)
Duración media equemas 7 sílabas	-	0,51	0,53 (0,48-0,58)
Duración media equemas 8 sílabas	-	-	0,62 (0,57-0,67)
Duración media equemas 9 sílabas	-	-	0,69 (0,63-0,74)
% equemas 4 sílabas	-	5,54	1,44
% equemas 5 sílabas	24,53	80,13	31,65
% equemas 6 sílabas	75,47	14	42,81
% equemas 7 sílabas	-	0,33	15,11
% equemas 8 sílabas	-	-	6,83
% equemas 9 sílabas	-	-	2,16
Duración máx. de la hemisílaba de apertura	0,04	0,03	0,04
Duración máx. de la hemisílaba de cierre	0,11	0,05	0,04
Duración media del intervalo entre equemas	2,13 (1,53-3,24)	1,29 (0,90-5,79)	3,21 (2-8,72)
Rango de frecuencias del espectro de emisión	5 - >20	6 - >20	9-30

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento principalmente a Carlos Muñoz (Salamanca); sin olvidarme de Joan Barat (Barcelona), Francisco José Collado (Albacete), José Ramón Correas (Madrid), María Dolores García (Murcia), Guillermo García-Saúco (Albacete), Jaime Luna (Sevilla), Cristian Pertegal (Cádiz), Juan José Presa (Murcia) y Ginés Rodríguez (Córdoba), que, de una manera u otra, han contribuido a la mejora sustancial de este artículo mediante revisiones, debates, cesión de datos y resolución de dudas puntuales.

BIBLIOGRAFÍA

- Barat, J. 2004. Descripción de *Steropleurus eclipticus* sp. n. (Orthoptera: Tettigoniidae: Ephippigerinae) del Sistema Ibérico, Zaragoza (España). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, **34**: 1-7.
- Barat, J. 2012. Revisión preliminar de los géneros de Ephippigerini Brunner von Wattenwyl, 1878 (Orthoptera: Tettigoniidae: Bradyporinae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, **50**: 1-71.
- Barat, J. & Correas, J. R. 2015. Descripción de dos especies nuevas y un subgénero nuevo de *Ephippigerida* Bolívar en Buysson, 1903 (Orthoptera: Tettigoniidae: Bradyporinae: Ephippigerini). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, **56**: 1-12.
- Barranco, P. & Gómez, R. 2014. Descripción de una nueva especie de *Coracinotus* Barat, 2012 de la península ibérica (Orthoptera, Tettigoniidae, Bradyporinae). *Boletín de la Asociación española de Entomología*, **38 (1-2)**: 149-156.
- Barranco, P. & Pascual, F. 1995. Descripción del macho de *Steropleurus squamiferus* (Bolívar, 1907) (Orthoptera: Ephippigerinae). *Boletín de la Asociación española de Entomología*, **19 (1-2)**: 53-62.
- García, M. D., Clemente, M. E. & Presa, J. J. 1995. Manifestaciones acústicas de *Chorthippus binotatus binotatus* (Charpentier, 1825) (Orthoptera: Acrididae). Su estatus taxonómico y su distribución en la Península Ibérica. *Boletín de la Asociación española de Entomología*, **19 (1-2)**: 229-242.
- García, M. D., Gómez, R., Clemente, M. E. & Presa, J. J. 2014. Sound production in the genus *Acinipe* Rambur, 1832 (Orthoptera: Pamphagidae). *Italian Journal of Zoology*, **81 (2)**: 264-270.
- Gómez, R., García, M. D., Clemente, E. & Presa, J. J. 2011. *Steropleurus politus* (Bolívar, 1901). En: Verdú, J. R., Numa, C. & Galante, E. (eds.). *Atlas y Libro Rojo de los Invertebrados amenazados de España (Especies Vulnerables)*, **1**: 642-646. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, Medio rural y Marino, Madrid.
- Gómez, R., Pardo, J. E. & Llorente, V. 1998. Descripción de *Steropleurus notarioi* sp. n. de la Sierra de Alcaraz, Albacete (España) y algunos datos sobre su biología (Orthoptera: Tettigoniidae, Ephippigerinae). *Zoologica baetica*, **9**: 117-129.
- Hartley, J. C. 1993. Acoustic behaviour and phonotaxis in the duetting ephippigerines, *Steropleurus nobrei* and *Steropleurus stali* (Tettigoniidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, **107**: 155-167.
- Hartley, J. C., Robinson, D. J. & Warne, A. C. 1974. Female response song in the ephippigerines *Steropleurus stali* and *Platystolus obvius* (Orthoptera, Tettigoniidae). *Animal Behaviour*, **22**: 382-389.

- Heller, K.-G. 1988. *Bioakustik der Europäischen Laubheuschrecken*. Verlag Joseph Margraf, Weikersheim, Alemania. 358 pp.
- Llorente, V., García, M. D. & Presa. J. J. 1997. Nuevas aportaciones a la biología de *Pycnogaster* (*Pycnogaster*) *graellsi* Bolívar, 1873 (Orthoptera, Tettigoniidae, Pycnogastrinae). *Zoologica baetica*, **8**: 191-212.
- Llucià-Pomares, D. 2018. Sobre la presencia de *Oecanthus dulcisonans* Gorochov, 1993 (Orthoptera, Gryllidae, Oecanthinae) en Cataluña (noreste de la península ibérica). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, **63**: 303-305.
- López, H., García, M. D. & Oromí, P. 2008. Manifestaciones acústicas de los Pamphagidae canarios (Orthoptera). I. *Acrostira euphorbiae* García & Oromí, 1992 y *Purpuraria erna* Enderlein, 1929. *Anales de biología*, **30**: 29-42.
- Oliveira, P. A. P., Simões, P. C. & Quartau, J. A. 2001. Calling songs of certain orthopteran species (Insecta, Orthoptera) in southern Portugal. *Animal Biodiversity and Conservation*, **24.1**: 65-71.
- Pascual, F. & Barranco, P. 2008. *Steropleurus squamiferus* (Bolívar, 1907). En: Barea-Azcón, J. M., Ballesteros-Duperón, E. & Moreno, D. (coords.). *Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía*, **2**: 792-794. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- Pfau, H. K. 1988. Untersuchungen zur Stridulation und Phylogenie der Gattung *Pycnogaster* Graells, 1851 (Orthoptera, Tettigoniidae, Pycnogastrinae). *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gessellschaft*, **61**: 167-183.
- Pfau, H. K. 1996. Untersuchungen zur Bioakustik und Evolution der Gattung *Platystolus* Bolívar (Ensifera, Tettigoniidae). *Tijdschrift voor Entomologie*, **139**: 33-72.
- Pfau, H. K. & Pfau, B. 1995. Zur Bioakustik und Evolution der Pycnogastrinae (Orthoptera, Tettigoniidae): *Pycnogaster valentini* Pinedo & Llorente, 1987 und *Pycnogaster cucullata* (Charpentier, 1825). *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gessellschaft*, **68**: 465-478.
- Pfau, H. K. & Pfau, B. 2015. On the bioacoustics of the Iberian Ephippigerini (Orthoptera, Tettigoniidae, Bradyporinae). *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gessellschaft*, **88**: 105-154.
- Pfau, H. K. & Schroeter, B. 1988. Die akustische Kommunikation von *Platystolus martinezi* (Bolívar)- ein schnelles Antwort-Rückantwort-System (Orthoptera, Tettigoniidae, Ephippigerinae). *Bonner Zoolologische Beiträge*, **39**: 29-41.
- Pinedo, C. 1981. Consideraciones sobre la terminología empleada en la descripción de los cantos de los insectos. *Graellsia*, **37**: 123-137.
- Puissant, S. & Defaut, B. 2020. À propos de la synonymisation d'*Omocestus navasi* Bolívar avec *Omocestus antigai* (Bolívar) effectuée par Tonzo & al. en 2019. *Matériaux orthoptériques et entomocénotiques*, **25**: 55-62.

- Ragge, D. R. & Reynolds, W. J. 1998. *The Songs of the Grasshoppers and Crickets of Western Europe*. Harley Books (B. H. & A. Harley Ltd), Colchester, Essex, Reino Unido. 591 pp.
- Schmidt, G. H., Martinho, A. P. & Paiva, M. R. 2009. The saltopteran fauna of Portugal: new records and biogeographical aspects (Orthopteroidea). *Fragmenta Entomologica*, **41 (1)**: 15-67.
- Solé, J., Arnedo, M. A., Barat, J., Enguídanos, A., Pujade-Villar, J., Franch, M., Cadiach, O., Aguilar, F., García, G. & Pascual, R. 2018. Range, population structure and morphological characterization of the small range endemic bush-cricket *Lluciapomaresius panteli* (Orthoptera: Tettigoniidae: Bradyporinae). *Journal of Insect Conservation*, **22**: 659-674.

Fecha de recepción: 20/diciembre/2020

Fecha de aceptación: 14/febrero/2021

Publicado en línea: 24/febrero/2021