



UNIVERSIDAD DE MURCIA
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGÍA
Y ANTROPOLOGÍA FÍSICA
FACULTAD DE BIOLOGÍA

Tesis doctoral

**Estudio del comportamiento de
las especies ibéricas de la
subfamilia Oedipodinae
(Orthoptera, Acrididae)**

ESTHER LARROSA PÉREZ

Murcia 2005

Estudio del comportamiento de las especies ibéricas de la subfamilia Oedipodinae (Orthoptera, Acrididae)

Trabajo realizado en el Departamento de Zoología y Antropología Física de la Universidad de Murcia, para optar al grado de Doctor en Ciencias Biológicas, por la licenciada **Esther Larrosa Pérez**.

Murcia, 1 Septiembre 2005.



UNIVERSIDAD DE MURCIA

DEPARTAMENTO DE ZOOLOGÍA
Y ANTROPOLOGÍA FÍSICA

FACULTAD DE BIOLOGIA
CAMPUS DE ESPINARDO
30100 MURCIA
TELF. 968 364310
FAX: 968 363963

D. **Juan José Presa Asensio**, Catedrático de Universidad del Área de Zoología y Director del Departamento de Zoología y Antropología Física de la Universidad de Murcia, INFORMA:

Que la Tesis Doctoral titulada “**Estudio del comportamiento de las especies ibéricas de la subfamilia Oedipodinae (Orthoptera, Acrididae)**”, ha sido realizada por D^a. Esther Larrosa Pérez, bajo la inmediata dirección y supervisión de D. **Juan José Presa Asensio** y D^a **María Dolores García García**, y que el Departamento ha dado su conformidad para que sea presentada ante la Comisión de Doctorado.

En Murcia, a 1 de Septiembre de 2005



UNIVERSIDAD DE MURCIA

DEPARTAMENTO DE ZOOLOGÍA
Y ANTROPOLOGÍA FÍSICA

FACULTAD DE BIOLOGIA
CAMPUS DE ESPINARDO
30100 MURCIA
TELF. 968 364310
FAX: 968 363963

D. **Juan José Presa Asensio**, Catedrático de Universidad del Área de Zoología y D^a. **María Dolores García García**, Profesora Titular del Área de Zoología, ambos en el Departamento de Zoología y Antropología Física de la Universidad de Murcia, AUTORIZAN:

La presentación de la Tesis Doctoral titulada “**Estudio del comportamiento de las especies ibéricas de la subfamilia Oedipodinae (Orthoptera, Acrididae)**”, realizada por D^a. **Esther Larrosa Pérez**, bajo mi inmediata dirección y supervisión, en el Departamento de Zoología y Antropología Física, y que presenta para la obtención del grado de Doctor por la Universidad de Murcia.

En Murcia, a 1 de Septiembre de 2005

*A mis padres y hermana,
a Nacho*

*El estudio del comportamiento animal requiere
familiarizarse directamente con los animales vivos,
y pide, además,
una dosis de paciencia tan extraordinaria,
que no basta para perseverar en ella, el simple interés teórico,
sino que exige algo más:
el amor que sabe ver las relaciones que presenta.*

KONRAND LORENZ

AGRADECIMIENTOS

Esta es una parte de la tesis muy agradable porque ha llegado la hora de acordarme de todos los que me habéis ayudado a realizar este proyecto.

Sois muchos los que estáis detrás de esta tesis doctoral: los que me habéis permitido aprender de vosotros, los que me habéis enseñado y todos los que me hacéis feliz, dándome vuestra amistad, vuestro cariño y vuestro amor, haciendo que cada día merezca la pena levantarse con una gran sonrisa y con el ánimo de comerse una solita el mundo.

Ahora tengo la oportunidad de nombraros y de haceros ver que hacéis formado parte de este proyecto, la pena es no poder transmitir os la satisfacción de haberlo hecho, la felicidad de haber conseguido un sueño que años atrás tuve.

Gracias, Juan José Presa Asensio, por ser mi director, porque cuando, en mi primer año de carrera, llamé a tu puerta, tú me abriste todo un mundo.

María Dolores García, Lola, gracias, por ser mi directora, mi profesora, siempre he admirado tu perfeccionismo y eficacia, has hecho que cada día intenté ser mejor en mi trabajo.

Eulalia Clemente, gracias, no sólo por lo que me has enseñado sino por ser una compañera, porque siempre he recibido de ti palabras de ánimo y de cariño.

Juanjo, Lola, Eulalia y Joaquín me acuerdo de mil momentos gratos, divertidos, alegres, felices junto a vosotros. Gracias.

Gracias Javier Abellán porque cuando más lo necesitaba me explicaste y comencé a entender que no entendía mucho, y eso me hizo buscar más, aprender.

Thierry Aubin, te estaré siempre agradecida porque, además de invitarme una temporada a París, me dejaste participar en tus investigaciones y tuviste el interés de enseñarme lo necesario para que pudiera comenzar a entender el complicado mundo de la bioacústica.

Gracias, Rafael Márquez, por recibirme, por indicarme y prestarme bibliografía tan útil para este trabajo.

La generosidad que me habéis mostrado a la hora de compartir vuestros conocimientos, en este mundo tan competitivo, es admirable y espero haber aprendido a dar lo que yo he recibido.

Gracias a todos los miembros del departamento que han compartido estos años conmigo: Agustín, siempre que te veo me haces sonreír; Isabel, compañera, qué te quedas otra vez sola (ta tocao); Elena, eres mi compañera zen porque muchas veces me ayudaste a encontrar la paz; Mariví, siempre dispuesta a colaborar con una gran sonrisa; y Rebeca, eres un encanto, ánimo con tu tesina.

Y a los compañeros de la ala B: Paco, ya sé por qué tienes la cabeza tan grande...me sigo quedando alucinada cuando hablas; Juan Antonio, siempre que he acudido a ti me he encontrado con una gran sonrisa; Mar y su gran equipo Asun, Oliva, Pedro, Andrés...que siempre estáis dispuestos a echarme un cable y Fuensanta, ¡menos mal que guardas una copia de todos mis papeles!

Gracias a los grandes investigadores, algunos ya doctores, a otros les queda poco, que han hecho los días de duro trabajo más agradables: Jose Juan, Dani, Yolanda, Lilian, Mari Cruz, Marcos, María, Jorge, Gloria, Diana, Sonia y Paco, ha sido un placer compartir mesa y conversación con vosotros.

Mi vida no hubiera sido igual sin tan buenos amigos a mi lado: Jose Juan, Cristina, Carlos, Dani, Charo, Silvia, Luis, Laura, Gloria, Amanda y "la Lola". Os quiero a todos, muchas gracias por darme tanto, os llevo en mi corazón.

Desde hace muy poco tiempo estoy intentando convertir otra ciudad en mi hogar y gracias a vosotros: Fernando, Mariano, Domingo, Carlos, David, Natalia y Gerardo, cada vez me siento más como en casa. Gracias por ser tan cariñosos conmigo y por hacerme sentir siempre una más.

Gracias, Pilar, Fernando y Javier, por acogerme a mí y a mis saltamontes y mis jaulas, y mis aparatos de sonido,,, pero sobre todo gracias por haber hecho que me sienta parte de la familia.

Gracias a TODA mi familia, a los que están y a los que nos dejaron pero siguen en mi corazón, es muy reconfortante saber que siempre puedo contar con todos vosotros.

Gracias a mis abuelos porque son sensacionales: abuelo Antonio, me encanta que siempre disfrutes con mis logros y confíes tanto en mí, abuela Vicenta, me encanta tu ánimo, tu alegría, abuela María, eres tan dulce y tan importante en mi vida. Gracias a mi abuelo Juan que durante toda su vida me hizo sentirme especial, y es, en gran parte, el culpable de que su nieta siempre se sienta capaz de conseguir lo que se propone.

Gracias amor, por estar a mi lado, por creer tanto en mí. Compartimos sueños que poco a poco iremos realizando, porque juntos somos capaces de todo y, sobre todo, de ser felices. Nacho estoy encantada de disfrutar la vida con vos.

María del Mar, te quiero un montón, qué suerte tener una hermana, siempre estaré ahí para ti. Gracias, guapa, eres un dulce.

Papá, mamá, sois magníficos, siempre puedo contar con vosotros, me hacéis sentir muy fuerte porque nunca estoy sola. Sois mi vida, sois todo mi corazón.

ÍNDICE

1. Introducción.....	1
2. Objetivos.....	11
3. Material y métodos.....	13
3.1. Recolección de los ejemplares.....	13
3.2. Registro del comportamiento y de las emisiones acústicas.....	19
3.3. Terminología de las señales acústicas de los ortópteros.....	24
3.4. Análisis y representación de las señales acústicas.....	25
3.5. Análisis y representación del comportamiento.....	32
3.6. Tratamiento estadístico de los datos.....	34
4. Resultados y Discusión.....	37
4.1. Especies capturadas de las que se han registrado emisiones acústicas.....	43
4.1.1. <i>Acrotylus insubricus</i>	43
4.1.2. <i>Acrotylus patruelis</i>	57
4.1.3. <i>Aiolopus strepens</i>	65
4.1.4. <i>Aiolopus thalassinus</i>	77
4.1.5. <i>Calephorus compressicornis</i>	87
4.1.6. <i>Jacobsiella imitans</i>	101
4.1.7. <i>Leptopternis candidus lusitanicus</i>	121
4.1.8. <i>Mioscirtus wagneri maghrebi</i>	135
4.1.9. <i>Morphacris fasciata</i>	149
4.1.10. <i>Oedaleus decorus</i>	163
4.1.11. <i>Oedipoda caeruleascens</i>	173
4.1.12. <i>Oedipoda charpentieri</i>	189
4.1.13. <i>Oedipoda fuscocincta caerulea</i>	199
4.1.14. <i>Oedipoda germanica</i>	209

4.1.15. <i>Paracinema tricolor bisignata</i>	219
4.1.16. <i>Parapleurus alliaceus</i>	235
4.1.17. <i>Psophus stridulus</i>	247
4.1.18. <i>Sphingonotus arenarius</i>	261
4.1.19. <i>Sphingonotus azurescens</i>	273
4.1.20. <i>Sphingonotus caerulans caerulans</i>	281
4.1.21. <i>Sphingonotus octofasciatus</i>	291
4.1.22. <i>Sphingonotus rubescens</i>	305
4.1.23. <i>Sphingonotus uvarovi</i>	323
4.1.24. <i>Stetophyma grossum</i>	333
4.2. Especies capturadas de las que no se han registrado emisiones acústicas.....	343
4.2.1. <i>Acrotylus ficheri</i>	343
4.2.2. <i>Locusta migratoria cinarescens</i>	344
4.2.3. <i>Oedipoda miniata</i>	344
4.2.4. <i>Platypigiis platypigiis</i>	345
4.3. Características generales de las emisiones acústicas producidas por especies pertenecientes a un mismo género.....	349
4.4. Sobre las características generales del canto de cortejo.....	365
4.5. Sobre las características generales de los cantos de interacción y mixtos.....	369
4.6. Sobre la modulación de la frecuencia.....	375
4.7. Sobre le comportamiento no sonoro de los Oedipodinos.....	377
4.8. Clasificación de las especies.....	379
4.9. Los Oedipodinos norteamericanos y los Oedipodinos ibéricos.....	389
4.10. Sobre la evolución de los patrones de producción del canto de cortejo.....	397

5. Resumen y conclusiones	401
6. Bibliografía	407
7. Apéndices	
I. <i>Acrotylus insubricus</i>	I
II. <i>Acrotylus patruelis</i>	III
III. <i>Aiolopus strepens</i>	V
IV. <i>Aiolopus thalassinus</i>	VII
V. <i>Calephorus compressicornis</i>	VIII
VI. <i>Jacobsiella imitans</i>	XI
VII. <i>Leptopternis candidus lusitanicus</i>	XIV
VIII. <i>Mioscirtus wagneri maghrebi</i>	XVI
IX. <i>Morphacris fasciata</i>	XIX
X. <i>Oedaleus decorus</i>	XXII
XI. <i>Oedipoda caerulea</i>	XXIII
XII. <i>Oedipoda charpentieri</i>	XXVI
XIII. <i>Oedipoda fuscocincta caerulea</i>	XXVII
XIV. <i>Oedipoda germanica</i>	XXVIII
XV. <i>Paracinema tricolor bisignata</i>	XXX
XVI. <i>Parapleurus alliaceus</i>	XXXIII
XVII. <i>Psophus stridulus</i>	XXXV
XVIII. <i>Sphingonotus arenarius</i>	XXXVIII
XIX. <i>Sphingonotus azureus</i>	XL
XX. <i>Sphingonotus caeruleus caeruleus</i>	XLI
XXI. <i>Sphingonotus octofasciatus</i>	XLIV
XXII. <i>Sphingonotus rubescens</i>	XLVII
XXIII. <i>Sphingonotus uvarovi</i>	LI
XXIV. <i>Stetophyma grossum</i>	LIII

1. INTRODUCCIÓN

El hombre, desde los tiempos más remotos, se ha interesado por el mundo animal, por describirlo, clasificarlo y entenderlo. Pero el estudio científico del comportamiento de los animales, la Etología, no surge hasta finales del siglo XIX.

En esta época se realizaron las primeras investigaciones objetivas sobre el comportamiento animal, se inició una nueva etapa en la que se dejó de buscar los sentimientos que guían el comportamiento humano en los comportamientos de otras especies.

Los estudios sobre el comportamiento animal han ido acompañados del estudio de sus formas de comunicación. La percepción que el hombre tiene del mundo ha hecho que de todas las formas de comunicación, a las que más interés se les ha dedicado han sido a la visual y la acústica.

La comunicación acústica se encuentra muy extendida en el Reino Animal, apareciendo en casi todos los grupos pero, dentro de ellos, los insectos destacan por presentar una gran variedad de sonidos y de formas de producirlos.

Dentro de los insectos, un grupo que destaca por el uso de la comunicación acústica es el de los Ortópteros. Los Ortópteros han llamado siempre la atención, tanto por las señales acústicas que emiten como por la forma en la que lo hacen. Ya Aristóteles, en el 330 a.C., los observa e indica que los saltamontes emiten cantos al frotar las patas posteriores (Thompson, 1910).

En el s. XIX comienzan a aparecer grandes trabajos sobre los cantos de los Ortópteros; en esta época no existían los medios técnicos actuales y las descripciones de los cantos eran realizadas por los investigadores de las formas más diversas. Así, Yersin (1854) ilustra los cantos mediante anotaciones musicales; más tarde Jacobs (1950, 1953) utiliza simples diagramas con una escala de tiempo para ilustrar los patrones rítmicos y Ragge (1965) introduce un tipo de diagrama más sofisticado, como un oscilograma simplificado. Muchos autores han utilizado onomatopeyas para intentar que el lector pudiera imaginarse el canto que ellos analizaban; por ejemplo, el canto de *Sphingonotus rubescens* (Walker, 1870), (disco compacto: material audiovisual: cantos

Srubes4.mp3), es descrito por Bland (1985) como un “wheet-wheet tick tick tick tick”.

Los grandes avances tecnológicos han permitido un amplio desarrollo del estudio de los cantos puesto que, actualmente, es mucho más factible un estudio completo del canto, tanto de su estructura temporal como de su espectro de frecuencias.

Con los estudios realizados se ha comprobado que los cantos de este grupo son específicos. Una especie puede ser identificada mediante el canto que produce, por lo que su análisis puede ser una buena herramienta para ayudar a resolver problemas de carácter taxonómico.

Esta propiedad, y la tecnología actual, hacen que la bioacústica esté adoptando nuevas dimensiones, y se esté convirtiendo en nuevo instrumento dentro de la conservación de las especies de Ortópteros. El control de la bioacústica permite la detección e identificación de las especies en el campo, y posteriormente de nuevo en el laboratorio, sin afectarlas de ningún modo, lo que resulta especialmente útil en ambientes complejos, como los tropicales; con ella se puede analizar toda una comunidad al mismo tiempo y evaluar la calidad del hábitat y el grado de deterioro del mismo.

Actualmente hay una pobre documentación sobre los cantos; existen publicaciones que los describen pero con escalas temporales y espectrales diferentes. Por ello, para que el desarrollo de la bioacústica de los Ortópteros pueda producirse es necesaria la creación de una fonoteca virtual, con contenido acústico y biológico de todas las especies, (Riede, 1998).

El comportamiento acústico de los Ortópteros europeos ha sido ampliamente estudiado (ver Ragge & Reynolds, 1998), pero una subfamilia ha sido tradicionalmente olvidada, la subfamilia Oedipodinae (Orthoptera: Acrididae). Sin embargo, la producción de sonido en los Oedipodinos es un fenómeno conocido desde antiguo (Yersin, 1854).

A los Oedipodinos norteamericanos Otte sí les ha prestado gran atención, mencionándolos en su trabajo sobre el comportamiento comunicativo de los saltamontes, realizado en 1970. En 1984 publica un libro sobre los saltamontes

norteamericanos en el que realiza un estudio sobre el canto de los Oedipodinos; en él le otorga gran importancia para el estudio de la evolución de las señales y como carácter distintivo en el nivel taxonómico aunque, salvo excepciones, no estudia las características físicas de las mismas.

Ragge & Reynolds (1998), en su libro sobre el canto de los saltamontes y grillos del oeste de Europa, sólo menciona dos especies de la subfamilia Oedipodinae, *Psophus stridulus* (Linneo, 1758) y *Stetophyma grossum* (Linneo, 1758), e indica que los cantos de los Oedipodinos europeos son indeterminados y con poco o ningún valor diagnóstico. Sin embargo, los trabajos realizados por Faber (1936, 1953), Jacobs (1950) y García *et al.* (1997, 2001) sobre el canto de algunas especies de Oedipodinos ibéricos indican lo contrario.

Los Oedipodinae fueron establecidos como familia por primera vez por Walker en 1870, con el género *Oedipoda* como género tipo; desde entonces han sido tratados como familia, subfamilia y tribu.

Dirsh y Uvarov estuvieron en desacuerdo acerca de si el grupo debería estar separado como subfamilia o estar subordinado a los Acridinae. Dirsh (1956, 1961) trató la subfamilia como un grupo dentro de los Acridinae. Pero en su clasificación de los insectos acridomorfos de 1975 los establece como subfamilia.

Los Oedipodinos se encuentran sobre seis zonas zoogeográficas pero son más diversos en las regiones Afrotropical, Paleártica y Neártica, seguramente por el aislamiento desde otras regiones durante periodos más grandes de especiación y dispersión.

Son más diversos en áreas de clima cálido, seco y soleado y son más abundantes, en número de especies e individuos, en hábitats con escasa cobertura de matorrales y hierbas.

1.2. Producción de sonido en los Ortópteros

En los Ortópteros se han descrito cuatro formas de producción de sonido:

- Estridulación: el sonido se produce por la fricción de una estructura contra otra.
- Tremulación: señales que provocan la vibración del sustrato.
- Percusión: golpeteo del sustrato. La intensidad y la calidad del sonido transportado por el aire dependen del sustrato.
- Crepitación: sonido producido durante el vuelo mediante golpeteo, zumbido o rechinado. No se sabe bien cómo es producido, pero parece que generalmente sólo están involucradas las alas posteriores.

Faber (1928) realiza un estudio de la producción de sonido, de la subfamilia Oedipodinae; describe el canto producido por la especie *Stetophyma grossum*, mediante una forma de estridulación muy particular, consistente en el choque de las tibias posteriores contra las tegminas y el sonido producido por crepitación por los machos de la especie *Psophus stridulus*, que más tarde será nuevamente estudiada por Luquet (1978).

Dentro de los Acrididae, la mayoría de las especies en las que se ha estudiado la producción de sonido pertenecen a la subfamilia Gomphocerinae. En ésta la estridulación está muy extendida y es producida por el roce de las patas posteriores contra las tegminas.

En cada uno de los fémures posteriores, en su cara interna, aparece una fila de diminutas púas, denominada fila estriduladora (figura 1.2.1), que va a producir el sonido al ser frotada contra la vena radial de las tegminas.

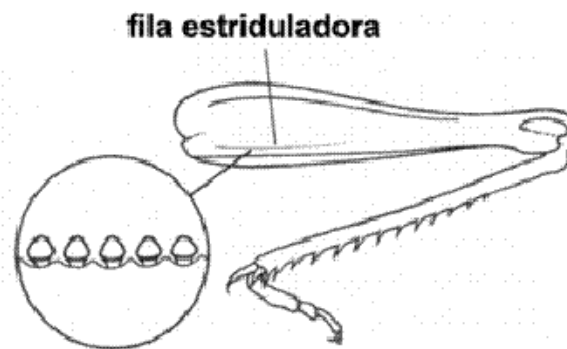


Figura 1.2.1. Fila estriduladora presente en la cara interna de los fémures posteriores de la subfamilia Gomphocerinae. Según Ragge & Reynolds (1998).

Cuando Jacobs (1950) estudia la estructura del órgano sonador de los Oedipodinos observa que pueden estridular como los Gonfocerinos, rozando su fémur posterior contra las alas traseras, pero que el aparato estridulador está invertido.

Los Oedipodinos presentan en la cara interna de cada uno de los fémures posteriores una quilla interna, sin púas, la cual es frotada contra una vena con dientes marcados (figura 1.2.2.), la medial intercalar de la tegmina, para producir sonido.

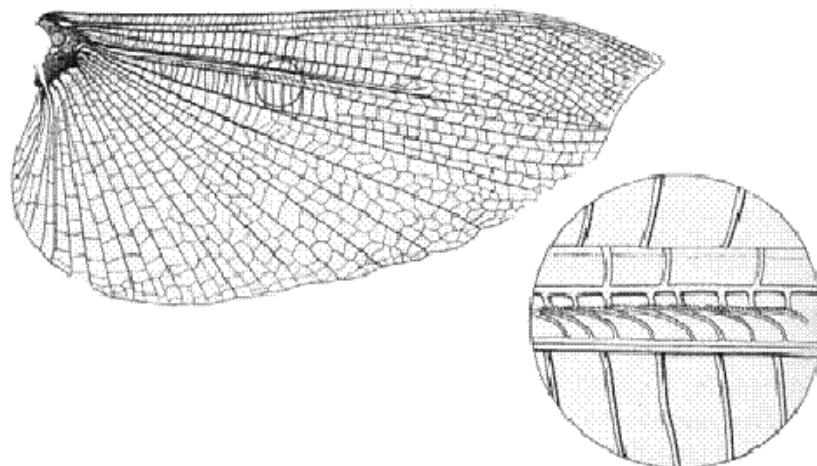


Figura 1.2.2. Vena media intercalar con dientes marcados. Según Uvarov (1966)

Posteriormente Kevan (1955) hace referencia a los distintos métodos poco habituales de producir sonido por los Oedipodinos, destacando entre ellos el de la crepitación.

Uvarov (1966), dentro de subfamilia Oedipodinae, reconoce varias formas peculiares de producción de sonido: al chocar la tibia contra la tegmina, por frotamiento de las mandíbulas y mediante percusión, además de la producción de sonido por el roce del fémur y la tegmina, y la tegmina contra el ala.

1.3. Características del canto

Una sílaba es el sonido producido por un movimiento completo del aparato estridulador (Ragge & Reynolds, 1998). En general en los Acrididos cada sílaba del canto está producida por un movimiento de subida y bajada del fémur posterior rozando contra la tegmina, y consiste en una serie de rápidas oscilaciones, o impulsos, cada una de los cuales surge del impacto de una púa.

En todos los animales la emisión de sonido está limitada por dos factores:

- 1.- El rango de frecuencia de las contracciones musculares.
- 2.- La talla del emisor de sonido.

Los músculos más rápidos conocidos, (los miogénicos de los insectos), no pueden contraerse más de 1000 veces por segundo; de este modo, los sonidos biológicos no contendrían frecuencias superiores a 1kHz si las estructuras emisoras de sonido vibraran directamente a partir de las contracciones musculares. La solución es que los músculos actúen sobre multiplicadores de frecuencia.

En el caso de los Oedipodinos, y de la mayoría de los Acrididos, las tegminas son las que actúan como multiplicadores de frecuencia, vibrando y produciendo sonidos con frecuencias muy superiores.

La talla del emisor de sonido va a condicionar el rango de frecuencia de emisión, puesto que es relativa a la longitud de onda del sonido emitido. Los insectos grandes pueden emitir sonidos en el rango de frecuencia sónico, en el cual la atenuación debida al medio ambiente es en general menor que en el ultrasonido. Los insectos pequeños producen cantos de baja frecuencia entre 0,2-5 Hz, que son emitidos como señales de vibración del sustrato (Michelsen *et al.*, 1982).

Todas las especies de la subfamilia Oedipodinae presentan suficiente tamaño como para que la talla no les limite el rango de frecuencia al que emiten.

El sonido que producen los Acrididos es denominado no resonante, debido a que la velocidad del movimiento estridulatorio y, por tanto, del rango de impacto de la púa es bajo en relación con la frecuencia del sonido emitido. Estos sonidos se caracterizan porque sus espectros de frecuencia aparecen como bandas separadas (Elsner, 1983).

1.4. Recepción de sonido

Los Acrididos tienen un órgano timpánico en cada lado del primer segmento abdominal, situado en una depresión poco profunda

El tímpano consiste en una membrana, con zonas engrosadas y zonas más finas, sujeta mediante un anillo esclerotizado. En su cara interna se sitúa un complejo sensorial, conocido como el órgano de Müller, que se encuentra sujeto al tímpano por 3 estructuras, los cuerpos estiliforme, fusiforme y el cuerpo plegado (figura 1.4.1).

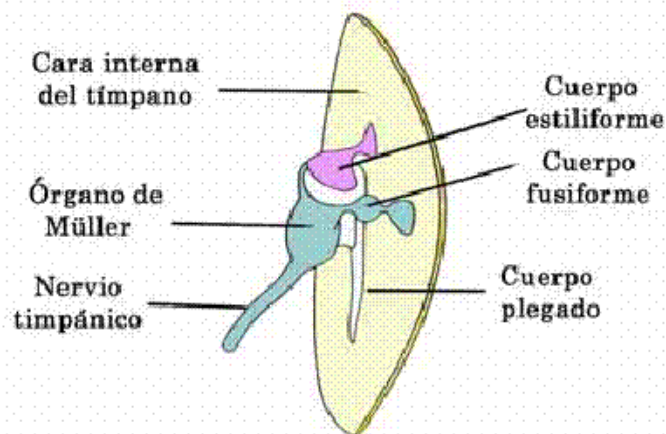


Figura 1.4.1. Tímpano de un Acridido. Según Ragge & Reynolds (1998).

Una serie de sacos de aire que parten de cada tímpano forman un pasaje sonoro entre ambos oídos. El aire a ambos lados de la membrana timpánica provoca que la membrana se mueva por la diferencia entre las presiones externa e interna.

Los parámetros del sonido que son capaces de distinguir los Acrididos gracias a su órgano sensorial son:

Sonoridad: La amplitud del sonido influye en la vibración impartida a la membrana timpánica, la cual es codificada como rango de potenciales de acción en las neuronas timpánicas. Los rangos de audición de los Ortópteros son de 30-40 decibelios; en las hembras puede estar influido hormonalmente (Gangwere *et al.*, 1997)

Frecuencia: El tímpano actúa como un filtro de paso de banda de las frecuencias, por encima y por debajo de las frecuencias que vibran en el tímpano, no traduciéndolas en potenciales (Gangwere *et al.*, 1997). No obstante, responde a un amplio rango, hasta el rango supersónico, 20 kHz, más alto que el que percibe el oído humano (Uvarov, 1977).

Además, tres de los grupos de unidades receptoras presentes en el órgano de Müller son más sensibles a alrededor de 3000-5000 Hz, mientras que el otro grupo es más sensible a frecuencias entre 12-20 kHz (Michelsen, 1971; Römer, 1976).

Modulación de la amplitud: el oído de los Ortópteros es sensible principalmente en el dominio del tiempo, más que en el dominio de la frecuencia. El análisis de frecuencia es generalmente rudo, pero la habilidad de distinguir diferentes rangos de sílabas es normalmente alto (Perdeck, 1957; Walker, 1957; Popov & Shuvalov, 1977; Doherty & Callos, 1991).

Uvarov (1977) establece que el oído de *Locusta* puede reconocer hasta 300 sílabas/ segundo. Posteriormente se observa que también distinguen las diferencias en la duración de las sílabas y la relación sílaba/periodo entre sílabas (Stumpner & von Helversen, 1992; Eiriksson, 1993).

Direccionalidad: en *Locusta* se ha comprobado que los umbrales de sensibilidad son más altos cuando los sonidos son paralelos a su cuerpo y más bajos si los sonidos llegan perpendiculares. Además, si los sonidos llegan por su derecha, el tímpano de este lado es más sensible que el de la izquierda y la diferencia entre los dos es mayor a altas frecuencias (Pumphrey, 1940; Katsuki & Suga, 1960; Autrum *et al.*, 1961; Uvarov, 1977).

En el sistema auditivo de los ensíferos y de *Locusta* no existen filtros neuronales para codificar exclusiva o preferencialmente los parámetros de los cantos de los conespecíficos, en el nervio central. (Kalmring *et. al.*, 1985). Su sistema auditivo está construido para la recepción, transmisión y el procesamiento de muchas señales acústicas de su biotopo, incluidas las señales sonoras transmitidas por el sustrato.

Los cantos de estridulación de la mayoría de los ensíferos y Acrididos con los que conviven pueden ser percibidos; también el ruido del biotopo, y, por tanto, el viento, los movimientos de las hojas y especialmente de las señales sonoras producidas por los depredadores (Rheinlaender & Kalmring, 1973; Kalmring, 1975)

Todas estas facultades permiten al oído de los saltamontes distinguir los cantos de llamada propios de la especie. Esta adaptación les sirve para incrementar los encuentros entre machos y hembras y para prevenir la hibridación (Kriegbaum, 1989; von Helversen & von Helversen, 1994; Kriegbaum & von Helversen, 1992, Machens *et al.* 2003).

2. OBJETIVOS

Este trabajo pretende:

1. Conocer las distintas manifestaciones acústicas de las especies de la subfamilia Oedipodinae que habitan la Península Ibérica.
2. Analizar las señales acústicas y realizar una descripción física de las mismas, de sus parámetros temporales y espectrales.
3. Establecer las formas de producción de sonido que presentan las especies de Oedipodinos ibéricos
4. Describir el comportamiento de los Oedipodinae ibéricos que aparece asociado a las señales acústicas y establecer si éstas van acompañadas o no de señales visuales.
5. Conocer el valor taxonómico que tienen las manifestaciones acústicas de los Oedipodinos y los comportamientos asociados a las mismas.
6. Establecer la importancia y/o utilidad que pueden tener los sonidos emitidos por los Oedipodinos dentro de la familia.
7. Obtener material videográfico y acústico en soporte digital de las especies de Oedipodinae que se estudien.

3.- MATERIAL Y MÉTODOS

3.1- Recolección de los ejemplares

Con el fin de capturar las distintas especies de Oedipodinos, se llevaron a cabo varias campañas de muestreo durante los años 2001, 2002 y 2003, en las que fueron muestreadas las siguientes localidades:

Alicante

- Los Montesinos. 10/11/2002.

Almería

- Punta Entina. 30/08/2001.

Badajoz

- Cabeza de Buey. Puerto de Nava 27/09/2001.
- Monterrubio de la Serena. 27/09/2001.

Cádiz

- Playa La Barrosa. Chiclana. 17/07/2002.
- Faro de Trafalgar. Dunas móviles. 17/07/2002.
- Playa de Camarón. Chipiona. 18/07/2002.
- Zahora. 18/07/2002.

Ciudad Real

- Lagunas de Ruidera. 25/09/2001.
- Pedro Muñoz. Laguna de Navalafuente. 25/09/2001.
- Ruidera. Encinar. 26/07/2001.
- Tablas de Daimiel. 26/09/2001.
- Valle de la Alcudia. 26/09/2001.
- Valle de la Alcudia. 26/09/2001.

Formentera

- Playa de Levante. Els Pujols. 24/09/2003.
- Faro de Formentera. 24/09/2003.
- Playa de Migjorn. 24/09/2003.

Granada

- Sierra de Baza. Hoya de Salazar. 12/06/2001, 25/06/2001, 18/06/2002.
- La Sagra. Zona de Secuoyas. 20/06/2002 y 24/06/2003.
- Morrón de la Puebla. Sierra de la Sagra. 1318 m. 20/06/2002 y 24/06/2003.
- Puerto de la Losa. La Sagra. 1650 m. 20/06/2002 y 24/06/2003.
- Bajada del Puerto de la Losa a Santiago de la Espada. La Sagra. 1414 m. 20/06/2002 y 24/06/2003.

Guadalajara

- Orea. 5/10/2002 y 11/10/2003.

Huelva

- El Acebuche. Parque Nacional de Doñana. 19/07/2002 y 12/07/2003.
- Doñana. Marismas. Casa del Martinazo. 19/07/2002.
- Pinar de San Agustín. Reserva biológica de Doñana. 20/07/2002 y 12/07/2003.
- Junto a Palacio. Reserva biológica de Doñana. 21/07/2002 y 12/07/2003.
- Dunas del Asperillo. Parque Natural de Doñana. 22/07/2002 y 11/07/2003.
- El Abalarío. Parque Natural de Doñana. 22/07/2002 y 11/07/2003.

Huesca

- Sierra de Alcubierre. 15/07/2001.
- Río Flumen. Sariñena. 15/07/2001.
- Laguna de Sariñena. 15/07/2001.
- Tormos. 16/07/2001.
- Piedratajada. 16/07/2001.
- Colugo. 3/08/2002.
- Mondot. 3/08/2002.
- Valle de Fueva Alta. Aínsa. 3/08/2002.
- Campo. 4/08/2002.
- Sipán. 4/08/2002, 6/07/2003 y 21/08/2003..
- Benasque. Prado alto. 4/08/2002.

- Congosto de Ventamillo. 4/08/2002.
- Salinas. Junto al Río. 17/08/2002.
- Llanura de Larry. Valle Pineta. 18/08/2002.
- Embalse de Barasona. 26/10/2002.
- Benabarre. 6/07/2003.
- Velillas. 21/08/2003.

Ibiza

- Cala Sargamassa. Santa Eulalia del Río. 22/09/2003.
- Sant Joan de Labritja. 22/09/2003.
- Portimax. 22/09/2003.
- Sant Miguel. 22/09/2003.
- Torre des Corregados. 23/09/2003.
- Port des Torrent. 23/09/2003.
- Playa de Compte. 23/09/2003.

Jaén

- Santiago de la Espada. 21/06/2002.

Lérida

- Ermita de San Quirce. Valle de Bohí. 15/08/2002, 17/08/2002.
- Estación de esquí Bohí- Tahull. Valle de Bohí. 16/08/2002.
- Tahull. Valle de Bohí. 16/08/2002.
- Barruera. Valle de Bohí. Orillas del río. 16/08/2002.
- Castellbó. 5/07/2003.
- Senterada. 6/07/2003.
- El Congost de Collegats. 6/07/2003.
- Cabang de l'Artiga. Valle de Arán. 2/08/2003.
- Pont de Soberado. Valle de Arán. 2/08/2003.
- Pont Deth Cóc. Valle de Arán. 3/08/2003 y 20/08/2003.
- Es Bórdes. Valle de Arán. 3/08/2003.

- Bossót. 19/08/2003.
- Viella. 19/08/2003.
- Esterri d'Aneu. 20/08/2003.
- Audí. 879 m. 20/08/2003.

Madrid

- Colmenar Viejo. 18/09/2003.
- Embalse de Santillana. 18/09/2003.
- Canencia. 18/09/2003.

Murcia

- La Calavera. Alhama de Murcia. 1/09/2002.
- Sierra Espuña. Alhama de Murcia. 1/09/2001 y 28/05/2003.
- Gebas. Alhama de Murcia. 8/07/2002.
- Las Salinas. Alhama de Murcia. 8/07/2002 y 16/09/2003.
- Sierra de la Muela. Alhama de Murcia. 28/05/2003.
- Campus de Espinardo. Rambla. 9/05/2003.

Navarra

- Cascante. Navarra. 16/07/2001.
- Laguna de Lor. Ablitas. Navarra. 16/07/2001.
- Bárdenas Reales. Navarra 17/07/2001.

Palencia

- Laguna de la Nava. 10/10/2003.

Segovia

- Valsaín. 19/09/2003.

Teruel

- Alcañiz. 13/07/2001 y 7/06/2003.
- Monte Puigmoreno. 13/07/2001.
- Camino de Híjar. 13/07/2001.
- Valdecuencia. 7/10/2001.
- Sierra de Albarracín. 6/10/2002.

Zaragoza

- Lécera. 13/07/2001.
- Embalse de Mequinenza. 13/07/2001.
- Caspe. 14/07/2001.
- Chiprana. 14/07/2001.
- Salinas de la Playa. Bujaraloz. 14/07/2001, 7/08/2002, 21/08/2002 y 24/08/2002.
- Sobradíel. Orillas del río Ebro. 8/08/2002 y 14/08/2003.
- Escatrón. 16/10/2002.
- Montañana. 25 y 27 /10/2002.
- La Puebla de Alfindén. 8/06/2003, 17/07/2003 y 28/08/2003.
- Quinto del Ebro. 24/08/2001.

La captura de los individuos se realizó utilizando una manga entomológica de 50 cm de diámetro. Una vez recolectados se situaban en pequeños insectarios con vegetación del medio para trasladarlos vivos al lugar de estudio.

Los lugares en los que fue capturado y grabado cada ejemplar aparece en el apartado Material utilizado, dentro de los resultados obtenidos en cada especie.

En el lugar de estudio, tras la identificación, los ejemplares se situaban en insectarios, separados según el sexo y la localidad de captura, donde se les proveía de alimento, fundamentalmente lechuga y pan, y agua diariamente.

Los insectarios utilizados para el mantenimiento de los ejemplares fueron los mismos que se usaban para el transporte, pequeñas jaulas de plástico transparente con una tapadera de plástico con orificios (figura 3.1.1), o insectarios de dimensiones 40 x 30 x 40 cm, con la parte anterior de cristal y el resto de madera, excepto el techo, que es una rejilla metálica para que se pueda producir la salida de aire caliente y, en el interior, una bombilla de 25 vatios como fuente de luz y calor, que se mantenía encendida durante 12 horas diarias (figura 3.1.2.).



Figura 3.1.1. Insectario de plástico



Figura 3.1.2. Insectario de cristal y madera.

El uso de un tipo u otro de insectario dependía del tiempo que se permanecía en el lugar de estudio y de la cantidad de ejemplares que se capturaban. Si en el lugar de estudio se permanecía 2 ó 3 días se utilizaban insectarios pequeños, y si se iba a permanecer un mayor número de días se utilizaban los insectarios de mayor tamaño, siempre que se dispusiera del doble de insectarios que especies capturadas, (para poder separar los sexos).

Durante las campañas de muestreo o bien se realizaba la campaña y se volvía con los ejemplares al laboratorio de sonido, situado en Murcia, o, si era posible, se permanecía en el lugar para intentar realizar las grabaciones en la localidad donde se capturaban los individuos.

Dado que el traslado de los ejemplares desde el lugar de captura al laboratorio de sonido insonorizado, de la Universidad de Murcia, provocaba una

elevada mortalidad de ejemplares. En los lugares donde eran capturados los individuos siempre se trataba de realizar grabaciones acústicas y videográficas de los mismos, sobre todo de aquellas especies que presentaban elevado índice de mortalidad debido a la cautividad y al transporte.

3.2. Registro del comportamiento y de las emisiones acústicas.

Una vez obtenidos los ejemplares se iniciaba la experimentación con ellos en la jaula de grabación.

Partiendo de la experiencia previa de que los Oedipodinos no producen sonido cuando se encuentran aislados, y tras varias experiencias en las que se variaba el número de individuos introducidos en la jaula de grabación, se optó por introducir un máximo de 6 individuos, tres de cada sexo.

Con este número de ejemplares, el espacio del que disponían en la jaula de grabación permitía que cada individuo permaneciera en un lugar de la jaula sin que ocurriera ningún tipo de interacción y, además, permitía cualquier tipo de interacción entre ejemplares del mismo sexo y de sexos opuestos.

Sin embargo, si no se disponía de tres ejemplares de cada sexo debido a la muerte de los mismos durante el transporte o la cautividad, se realizaban los experimentos con un número de individuos menor, introduciendo en la jaula 2 machos y una hembra, o una hembra y un macho..., todo dependiendo de la disponibilidad de individuos y de los cantos que se hubieran registrado ya de la especie.

De todos los individuos capturados de la misma especie se seleccionaban al azar aquellos con los que se iba a realizar la grabación y se les marcaba con una pequeña mancha de esmalte o de rotulador, dependiendo de la coloración del ejemplar, para poder reconocerlos individualmente cuando estuvieran en la jaula.

Una vez que eran liberados en el interior no se intervenía en ningún momento en su actividad, y se procedía a la grabación videográfica y acústica de los ejemplares al mismo tiempo que se anotaba su comportamiento.

Debido a que el tiempo disponible para el estudio de cada especie era limitado, no sólo el tiempo en que se encontraba en estado adulto a lo largo del

año sino el periodo en el que se lograba mantener, al menos, dos individuos en estado adulto vivos, la observación de los ejemplares se realizaba desde las 9:00 de la mañana hasta las 10:00 de la noche.

Cuando se iniciaba una grabación se rellenaba una ficha con la localidad en la que se realizaba la grabación, la fecha, la hora, la temperatura, el número de cinta de grabación videográfica y el número de cinta de grabación acústica, número de ejemplares introducidos y cómo habían sido marcados (figura 3.2.1.).

Localidad de grabación:		
Fecha:	Hora:	
Cinta vídeo:	Inicio	
Cinta sonido:	ID	Inicio
Especie		
Ejemplares		

Figura 3.2.1. Ficha para cada grabación.

La duración de cada experimento variaba en función de la actividad desarrollada por los individuos; si tras una hora no se desarrollaba actividad, se cambiaban por otros individuos; de igual forma, si se producía interacción entre individuos y se conseguían grabaciones acústicas, el ejemplar que había emitido sonido se mataba y se conservaba con una etiqueta indicando la fecha de grabación, el registro sonoro y el videográfico. Solamente en ocasiones en las que había poca disponibilidad de ejemplares y el individuo no había interactuado con individuos del mismo y de sexo opuesto, se mantenía con vida para poder utilizarlo en posteriores experimentos.

Durante este tiempo únicamente se realizaba grabación acústica y videográfica en los momentos en los que los individuos realizaban alguna

actividad, el resto del tiempo otros tipos de comportamiento (alimentación, defecación, etc...) o la quietud eran registrados en las anotaciones del observador.

Siempre que se realizaba grabación acústica y videográfica se apuntaba el momento en el que se encontraban ambas cintas al comenzar la grabación y se emitía algún sonido (¡ya!, ¡grabo!, ¡!..) para poder coordinar, posteriormente, imágenes y sonido.

A pesar de que la temperatura era controlada durante las grabaciones y se mantenían siempre entre los 30 y 38 °C, dependiendo de la especie, y que en la jaula de grabación había una fuente de luz, la mayoría de las grabaciones se realizaban alrededor de las 14:00 y sobre las 20:00 de la tarde, que era cuando mayor actividad presentaban los individuos.

Por ello, cuando una especie era difícil de mantener viva y de capturar se le daba preferencia para realizar los experimentos durante estas horas y el resto de horas se grababan especies más abundantes y fáciles de capturar, no obstante aunque esta regla se cumplía normalmente, se podían realizar grabaciones a las horas más imprevisibles.

Respecto a la jaula de grabación ha habido una evolución durante el desarrollo del trabajo:

En las grabaciones realizadas durante el año 2001 y 2002 se utilizó una jaula con unas dimensiones 32 x 42 x 32. Esta jaula es de madera excepto la parte anterior que es de cristal, para así poder realizar las grabaciones videográficas, y la parte superior que es una rejilla metálica para permitir la salida de calor y evitar la condensación. El lateral derecho disponía de una puerta para introducir el micrófono, con el que realizar las grabaciones acústicas, y el lateral izquierdo de una pequeña ventana.

La iluminación se realizó durante el 2001 con dos flexos situados uno junto a la ventana del lateral izquierdo y el otro en el techo, cada uno con una bombilla de 60 vatios y durante el 2002 con un tubo de luz de 35 vatios. La temperatura se medía con un termómetro situado en el interior de la jaula y se controlaba con los flexos y manteniendo la temperatura de la habitación donde se realizaba la grabación alta (Figura 3.2.1)

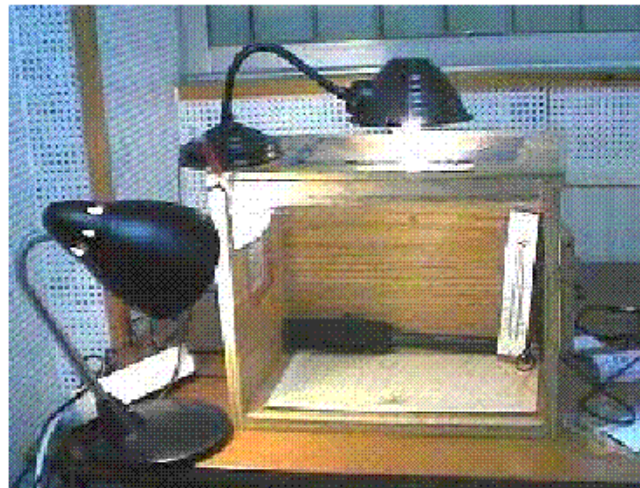


Figura 3.2.1 Jaula de grabación utilizada durante las grabaciones de 2001 y 2002.

Cuando se analizaron las grabaciones acústicas registradas en los años 2001 y 2002, se detectó que algunas de las realizadas en los lugares de muestreo presentaban una relación señal/ruido muy baja debido a falta de insonorización de la jaula. Por ello, en el 2003 se diseñó una jaula insonorizada en la que se modificaron aspectos que permitieron una mejor grabación acústica y videográfica.

Teniendo en cuenta que la distancia a la que una señal acústica es efectiva depende de la energía de salida de la fuente, el ruido ambiental, la distorsión durante la propagación y de la habilidad del receptor para extraer la información de la señal transmitida (Forrest, 1994), la nueva jaula se diseñó para que existiera menor distancia entre el micrófono y los ejemplares, para que el micrófono estuviera en una mejor situación para la recepción y se trató de eliminar elementos que produjeran vibración o reflexión del sonido, como el cristal.

La nueva jaula de grabación es de madera, consta de dos partes una cúbica con unas dimensiones de 40.5 x 31 x 41 cm separada mediante un puerta móvil, con marco de plástico y el resto de tul, de una parte de planta triangular de unas dimensiones 28,5 x 31 x 40.5 cm cuyo frente es de metacrilato para permitir las grabaciones videográficas y evitar las vibraciones del cristal. El interior de toda la jaula está recubierto por material que la insonoriza.

La zona cúbica de la jaula da al exterior por una puerta de cierre hermético y de apertura vertical, en ella hay una lámpara de luz fría de 12 vatios y se coloca

sobre un soporte el micrófono, cuya zona de recepción de sonido atraviesa la puerta de tul por un pequeño agujero, asomando a la zona de planta triangular, donde se sitúan los ejemplares. De esta forma se evita que el micrófono esté apoyado en el suelo y es más difícil que los individuos se suban en él.

En la zona de planta triangular, además de los ejemplares y el micrófono, hay una sonda de un termómetro digital cuyo cable sale al exterior junto con el del micrófono y el de la lámpara. En la parte superior la jaula presenta un asa (figuras 3.2.2 y 3.2.3).



Figura 3. 2.2. Jaula de grabación de 2003

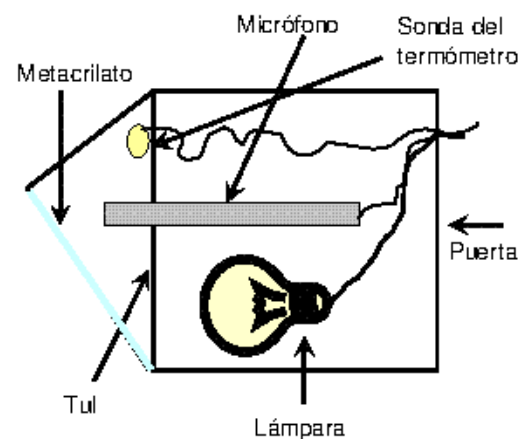


Figura 3. 2.3. Croquis de la jaula de grabación de 2003

Con esta jaula se consiguió, además de una mayor insonorización que con la jaula anterior, una menor distancia entre el micrófono y los ejemplares. Este aspecto es muy importante puesto que la intensidad de un sonido decrece con el cuadrado de la distancia y es conveniente trabajar siempre a la distancia más corta compatible con la dinámica de la señal.

Debido al hermetismo de la jaula, una vez que en el interior se alcanzaba una determinada temperatura se mantenía estable durante mucho tiempo; por ello para grabar a una temperatura determinada se introducía en la jaula una bombilla de infrarrojos de 250 vatios y tras tenerla en el interior el tiempo necesario para alcanzar una temperatura determinada, se sacaba para realizar el experimento. Esto permitía grabar a cualquier temperatura ambiente, lo que

resultaba mucho más cómodo para el observador y, además, suponía poder grabar en las localidades de captura.

Cuando se compararon los cantos producidos en esta jaula respecto a la utilizada durante el 2001 y 2003, se observó que los cantos producidos por estridulación eran más fáciles de analizar debido a que la relación señal/ruido era más alta, fundamentalmente por el descenso de la banda de ruido. Sin embargo, los cantos producidos por percusión eran mucho más débiles que en la otra jaula debido a la insonorización y, en algunos casos, no se pudieron registrar.

Para realizar las grabaciones acústicas se ha utilizado una grabadora de sonido digital TASCAM DA-P1 con un micrófono AVL y para las grabaciones videográficas se utilizó durante el inicio de 2001 una cámara de vídeo, modelo JVC GR-ax70 y, posteriormente, un cámara de vídeo digital modelo JVC GR-DVX8.

3.2. Terminología de las señales acústicas de los ortópteros

Para describir los cantos registrados se ha empleado la terminología indicada por Ragge & Reynolds (1998), basada en los movimientos del emisor del sonido; no obstante, ha sido necesario complementarla con términos de otros autores.

- **Canto:** producción acústica de una especie o individuo particular (Ragge & Reynolds, 1998)
- **Canto de llamada (Calling song):** Canto producido por un macho aislado. (Ragge & Reynolds, 1998)
- **Canto de cortejo:** Canto especial producido por un macho cuando se acerca a una hembra. (Ragge & Reynolds, 1998)
- **Canto de rivalidad:** Es el canto producido por un macho cuando escucha a otro producir el canto de cortejo.
- **Canto de interacción** hace referencia al sonido producido en situaciones de aparente perturbación debida, en general, al deambular

de otros individuos, machos o hembras, conespecíficos o no, en sus inmediaciones, (García *et al.*, 2001).

- **Canto de coro:** cantos producidos de forma alternada por un grupo de machos (Ewing, 1989)
- **Canto mixto:** En algunas especies estudiadas se ha observado que los cantos de interacción, coro y rivalidad presentan las mismas características y que, por tanto, son el mismo canto utilizado en tan distintas situaciones que se le puede denominar de estas tres formas. A este canto se le ha denominado canto mixto.
- **Sílaba:** sonido producido por un movimiento completo del aparato estridulador (Ragge & Reynolds, 1998).
- **Equema:** Ensamblaje de primer orden de sílabas (Ragge & Reynolds, 1998).

3.4. Análisis y representación de las emisiones acústicas.

Una señal acústica es generada por una perturbación en un medio elástico como es el aire, que provoca un desplazamiento (vibración) de partículas que a su vez, desplazan a otras partículas, provocando su propagación.

El primer paso para llevar a cabo el análisis de una señal sonora es transformar ésta en una señal eléctrica, este paso lo realizamos con el micrófono.

El micrófono transforma los cambios de presión ejercidos por la señal acústica en cambios de voltaje, en una señal eléctrica. Esta señal se denomina analógica porque es una señal continua en el tiempo, análoga al sonido original.

Para poder analizar el sonido con un medio informático es necesario transformar la señal analógica en una señal digital, mediante un proceso denominado conversión analógica-digital (ADC).

Durante este proceso lo que hacemos es transformar una señal continua en una señal discreta. Por ello es muy importante realizar este paso correctamente porque, aunque la señal digitalizada nunca será idéntica a la señal analógica hay

que evitar cometer errores que pueden provocar que obtengamos un sonido para analizar distinto al original.

En la conversión hay dos aspectos muy importantes a considerar:

1. **Número de Bits utilizados:** Va a determinar la precisión de los datos.
2. **La Frecuencia o Tasa de Muestreo:** es el número de veces por segundo que se realiza la conversión analógico-digital o digital-analógica de una señal. Para que la frecuencia de los datos a analizar sea similar a la del sonido original hay que seguir el Teorema de Muestreo de Shannon (Shannon Sampling Theorem) también llamado el teorema de Nyquist.

El teorema de Shannon o de Nyquist nos dice que es posible repetir con exactitud una forma de onda si la frecuencia de muestreo es como mínimo el doble de la frecuencia de la componente de mayor frecuencia.

Para realizar la conversión analógico-digital de los cantos grabados se ha utilizado una tarjeta de sonido Sound Blaster 16 provista de Advanced Processor Upgrade y el programa asociado Creative Wave Studio versión 4.21.07, utilizándose 16 Bits y una frecuencia de muestro de 48 kHz, puesto que los sonidos analizados no superaban nunca la frecuencia de 24 kHz.

Hay dos parámetros físicos de una señal que son fundamentales a la hora de realizar el estudio de una emisión acústica:

- **Amplitud:** corresponde a la amplitud de cada vibración y confiere al sonido una intensidad; su cálculo es indirecto y convencional y se expresa en decibelios (dB).
- **Frecuencia:** número de vibraciones por unidad de tiempo. Se expresa en ciclos /segundo o Hertz (Hz)

La información que contiene una señal acústica se puede encontrar codificada de tres formas:

- Por modulación de la frecuencia (Frecuencia modulada FM)
- Por la modulación de la amplitud (Amplitud Modulada AM)

- Por la modulación de la fase (Código fase)

Las dos primeras formas son las que son utilizadas por los animales para emitir mensajes, dependiendo del animal puede utilizar una o ambas formas. La última sólo ha sido utilizada por el hombre.

Las señales con amplitud modulada son bastante frecuentes en los sonidos de los artrópodos en los que la intensidad de la señal presenta fluctuaciones más o menos irregulares, lo que se encuentra relacionado con el movimiento cíclico del aparato estridulador.

La modulación de la frecuencia aparece mucho en las aves. La diferencia, respecto a los artrópodos, deriva del aparato emisor, que permite a los pájaros rápidas y extensas variaciones de tono, pero sólo permite a los insectos cambios de ritmos o intensidad durante la señal (Dumortier, 1963b).

De esta forma el análisis de una señal puede hacerse en dos dominios:

- Dominio del tiempo: nos muestra la amplitud instantánea de una señal y cómo cambia en el tiempo. Es la representación que nos proporciona un osciloscopio, y se denomina **oscilograma** (figura 3.4.1.):

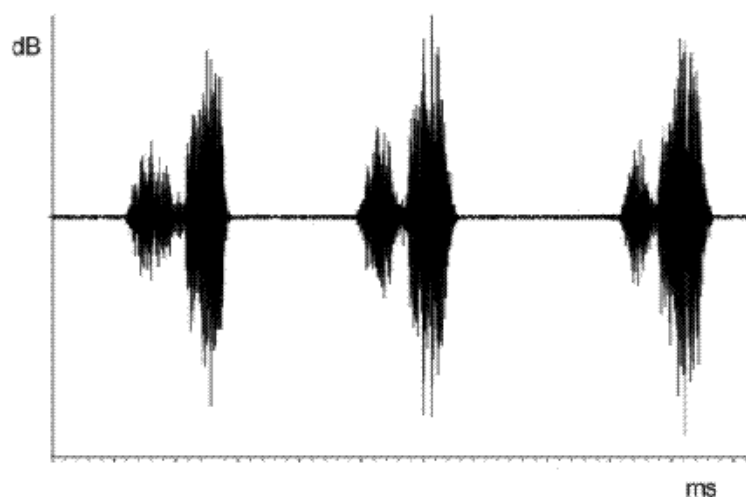


Figura 3.4.1 Oscilograma

- Dominio de la frecuencia: nos muestra la energía presente en cada uno de los componentes de la frecuencia de una señal en un momento dado. La representación se denomina **espectrograma de frecuencias** (figura 3.4.2)

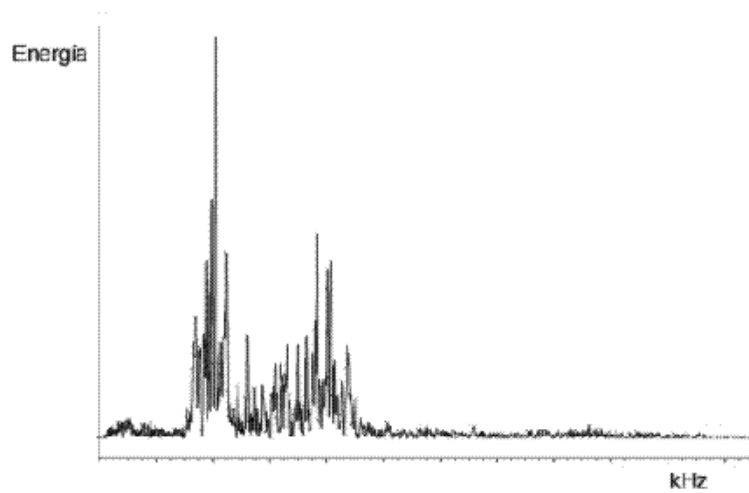


Figura 3.4.2. Espectrograma de frecuencias.

Sin embargo, cuando la frecuencia no es constante en el tiempo es necesario tener en cuenta los dos dominios: Frecuencia *versus* tiempo. Para poder pasar de un dominio físico a otro y poder estudiar la señal en ambos se utiliza la Transformación de Fourier. La representación se realiza mediante un **sonograma** (Figura 3.4.3).

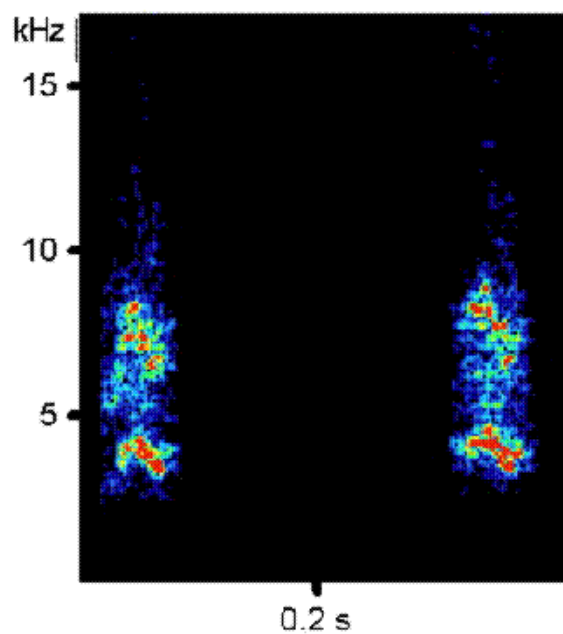


Figura 3.4.3. Sonograma.

El sonograma es una representación de tres variables en la que aparece en el eje de las abscisas el tiempo, en el eje de ordenadas la frecuencia, y la intensidad de los colores representa la energía de la frecuencia en un determinado instante.

Para realizar el análisis de las señales registradas se han tenido en cuenta los dos dominios; y los parámetros estudiados han sido:

En el **dominio del tiempo**; para describir la estructura temporal de los cantos se han calculado los siguientes parámetros:

- **Duración del canto.**
- **Número de sílabas por canto.**
- **Duración de los esquemas.**
- **Número de sílabas por esquema.**
- **Tasa de producción de sílabas.**
- **Duración de las sílabas.**
- **Duración del silencio entre sílabas.**
- **Intervalo entre sílabas:** cuando las sílabas presentan una duración muy breve y era muy difícil establecer su duración y el silencio entre ellas se ha medido entre los dos puntos de máxima intensidad (figura 3.4.4)

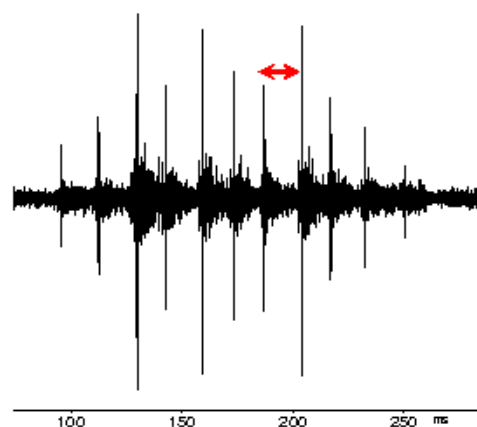


Figura 3.4.4. Intervalo entre sílabas

Además, se ha calculado el coeficiente de correlación de Pearson para establecer la relación entre el número de sílabas y la duración del equema o el canto.

Para realizar la representación gráfica se ha elaborado un oscilograma para mostrar cada uno de los tipos de señales obtenidas. También, se ha representado la relación entre la duración del equema y el número de sílabas que lo forman con un gráfica de líneas en dos ejes, en un eje (y1) se ha situado la duración del equema y en el otro (y2) el número de sílabas que lo forman.

En cada uno de los cantos en los que se ha calculado el intervalo entre sílabas se ha representado mediante un diagrama de barras.

No siempre se han calculado todos los parámetros sino que para cada tipo de emisión acústica, dependiendo de la estructura, se han seleccionado los más adecuados.

En el **dominio de la frecuencia**; para describir las características en cuanto a la frecuencia se han calculado los siguientes parámetros:

- **Amplitud de Banda:** indica la anchura del espectro de la señal.
- **Pico de frecuencia:** frecuencia a la que aparece la máxima intensidad del sonido.
- **Frecuencias inferior y superior:** las frecuencias mínima y máxima de todo el espectro.
- **Cuartiles:** nos indican cómo aparece distribuida la energía en la banda de frecuencias de la señal:
 - Cuartil inferior: frecuencia a la que se encuentra el 25% de la energía de la señal.
 - Cuartil medio: frecuencia a la que se encuentra el 50% de la energía de la señal.
 - Cuartil superior: frecuencia a la que se encuentra el 75% de la energía de la señal.

- **Modulación de la frecuencia:** para medir si la frecuencia varía respecto al tiempo se han obtenido los sonogramas y, cuando éstos mostraban una variación de la frecuencia, se ha medido la frecuencia principal al inicio y al final de la señal, la resta de estas dos frecuencias nos da la modulación.

Las representaciones gráficas utilizadas para representar las características de la frecuencia de las señales han sido el espectrograma y el sonograma. Este último se ha calculado con una medida de transformación rápida de Fourier a 256, 512 ó 1024 y posteriormente se ha seleccionado una dependiendo de las características temporales y de frecuencia del sonido. La ventana utilizada ha sido Blackman.

Los parámetros y las representaciones gráficas han sido obtenidas con el programa de análisis de sonido AvisoftSASLabPro 4.15, aunque también ha sido utilizado como programa de apoyo para el análisis el programa escrito en lenguaje C: Syntana (Aubin, 1994).

Anterior al análisis de una señal se hacía un estudio previo, con el objeto de averiguar las frecuencias inferior y superior de la señal para poder utilizar un filtro y aumentar la relación señal/ruido y, por tanto, la calidad del sonido.

El tipo de filtro utilizado ha sido FIR-filtro (Finite Impulse Response) puesto que la fidelidad de la señal resultante es mejor que la obtenida al utilizar un IFR-filtro (Infinite Impulse Response). Los cantos presentaban una corta duración por lo que su utilización era posible.

Dentro de los FIR-filtros se han utilizado dos tipos:

- **Filtro de paso de altas frecuencias:** se especifica la frecuencia hasta la que se quiere que sea filtrada la señal; por ejemplo si se escoge 3000 Hz la banda de frecuencia obtenida irá desde los 3000 Hz hasta los 24.000 Hz.
- **Filtro de paso de Banda:** en este tipo de filtro se establece la banda de frecuencia que no va a ser filtrada, por ejemplo si se establece una banda entre 2000 y 8000 Hz se filtrarán todas las frecuencias por encima y por debajo de estos valores.

El ruido ambiental presenta bajas frecuencias, con la mayoría de la energía contenida por debajo de los 2000 Hz (Forrest, 1994); por ello, nunca se utilizó un

filtro de paso de bajas frecuencias puesto que precisamente este ruido era el que se quería eliminar

El filtro utilizado y a la frecuencia o banda de frecuencia en cada señal aparece especificado en el apartado "Material utilizado" en los resultados de cada especie.

Para analizar los sonidos se han utilizado dos extensiones *.*.wav, que es la utilizada por el programa AvisoftSASLabPro y *.*.voc con la que trabaja el programa Syntana. Sin embargo para el soporte acústico se ha utilizado la extensión *.*.mp3 puesto que permite una mayor compresión, hasta 10 veces, por lo tanto no ocupa mucho espacio y la pérdida en el sonido es mínima e imperceptible para nuestro oído. Para la conversión a formato mp3 y para controlar la intensidad de las grabaciones se ha utilizado el programa de sonido Cool Edit Pro versión 2.00.

Como material complementario al escrito, se aporta material audiovisual, de tal forma que se puede escuchar el canto representado en cada uno de los oscilogramas. En el disco compacto denominado "material audiovisual" aparece una carpeta denominada "Cantos" en la que hay una muestra de los sonidos registrados; en el pie de cada uno de los oscilogramas se indica qué archivo es el representado.

3.5. Análisis y representación del comportamiento.

Para realizar el estudio del comportamiento los registros videográficos se pasaban a una cinta de vídeo VHS para poder ser visualizadas mediante un reproductor de vídeo modelo JVC HR-S7851EU y un monitor SONY Kx-14CP1 para ello se utilizaba un adaptador de cinta si la grabadora de vídeo utilizada era la JVC GR-ax70, o bien mediante conexión directa entre el grabador reproductor y la cámara.

Las grabaciones eran visualizadas al mismo tiempo que se escuchaban las grabaciones acústicas, y se repasaban las anotaciones tomadas durante la realización de los experimentos. De esta forma se buscaban patrones de comportamiento que se repitieran durante las distintas interacciones registradas.

Tras varias visualizaciones se seleccionaban los patrones de comportamiento observados y los comportamientos realizados durante la emisión de los sonidos.

Toda la selección era digitalizada conectando el reproductor al ordenador o la cámara digital utilizando el programa WinFast TV2000XP en formato *.*avi.

Cuando era necesario, para analizar el comportamiento se estudiaban los movimientos fotograma a fotograma. El vídeo digitalizado era transformado a una secuencia de fotogramas con el programa Corel Photo-Paint versión 8.323. y de esta forma se establecía la secuencia de movimientos realizados para emitir cada tipo de sonido.

Debido a que la observación de las patas de los saltamontes en los fotogramas impresos resulta difícil, se ha realizado la representación de los movimientos de las patas posteriores mediante el dibujo de unas patas estándar; en ellas los movimientos aparecen indicados con flechas; si la flecha es de color negro el movimiento señalado es realizado con ambas patas, si es verde lo realiza la pata izquierda y si es roja lo realiza la derecha.

Además de la descripción del comportamiento apoyada por fotogramas (cuando la calidad era aceptable) e imágenes, que aparece en cada apartado de comportamiento dentro de cada especie, se aporta una serie de vídeos que muestran determinados comportamientos. Estos vídeos se encuentran dentro del disco compacto "Material audiovisual", dentro de la carpeta "Vídeos", que acompaña al soporte escrito de la tesis.

Para elaborar estos vídeos se ha utilizado el programa de edición de vídeo Pinnacle Studio versión 7.01.03. Todos están guardados con la extensión *.*mpg y en formato multimedia que, aunque proporciona menos calidad que el formato disco versátil digital (DVD), puede ser utilizado por cualquier ordenador que tenga reproductor de disco compacto.

El formato *.*avi permite descomponer el vídeo en fotogramas y trabajar con ellos, pero el tamaño de los archivos es muy grande. Por ello, para almacenar todos los vídeos digitalizados se utilizó el formato *.*mpeg y para pasar de un formato a otro el programa OSS Vídeo Converter versión 5.5.0.3.

3.6. Tratamiento estadístico de los datos

Se ha analizado un total de 45 tipos de emisiones acústicas pertenecientes a 24 especies de la familia Oedipodinae. Cada uno de estos tipos de emisión acústica ha sido grabado en un número determinado de ejemplares, lo que está especificado en el apartado material utilizado, de resultados, de cada una de estas especies.

De cada parámetro y por cada ejemplar se ha obtenido el número de elementos medidos, el valor mínimo, el máximo y la mediana. Todos estos datos aparecen en el apéndice de este trabajo. Para la descripción de los cantos se ha utilizado el valor medio de las medianas de cada uno de los ejemplares y su desviación típica.

Se han utilizado la media y la desviación típica de todos los casos, y no la media de medianas y la desviación típica de estas medianas, cuando los cantos registrados pertenecían a un único individuo.

Se han representado gráficamente todos los datos medios obtenidos en las distintas especies, en los diversos tipos de cantos, para poder compararlos todos al mismo tiempo.

Finalmente, para clasificar las especies teniendo en cuenta aspectos de su comportamiento y características de sonido, se ha realizado un análisis de conglomerados jerárquico, utilizando como medida para datos binarios la distancia euclídea al cuadrado, y como método el promedio entre grupos; este método define la distancia entre dos conglomerados como la media de las distancias entre todas las combinaciones posibles dos a dos de los elementos de uno y otro conglomerado.

Para el análisis de conglomerados jerárquico se ha tenido en cuenta la presencia o ausencia de las siguientes características:

1. Canto de cortejo mediante estridulación
2. Canto de interacción
3. Canto mixto
4. Crepitación

5. Las hembras de la especie pueden producir sonido mediante estridulación
6. Se producen un alto porcentaje de cópulas sin canto de cortejo.
7. El canto de interacción es producido por percusión de los tarsos de las patas posteriores, de forma alternativa, contra el sustrato
8. El canto de interacción es producido por percusión de los tarsos de las patas posteriores, al mismo tiempo, contra el sustrato
9. El canto de interacción es producido por percusión de las rodillas de las patas posteriores, de forma alternativa, contra el sustrato
10. El canto de interacción es producido por percusión de las rodillas de las patas posteriores, al mismo tiempo, contra el sustrato
11. El canto de interacción es producido mediante estridulación
12. Sólo aparece un tipo de canto durante el cortejo y durante la interacción.

Para representar los resultados obtenidos en el análisis se ha elaborado el historial de conglomeración, un diagrama de témpanos horizontal y un dendrograma.

Todos los análisis estadísticos se han realizado utilizando el paquete estadístico SPSS. 11.0, y para las representaciones gráficas la hoja de cálculo Microsoft Excel® 2002

4. – RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El primer inventario de especies de Oedipodinos para la Península Ibérica, que puede ser considerado como tal, es el que hace Rambur (1838) donde, bajo la denominación genérica de *Gryllus*, menciona para Andalucía: *Locusta migratoria* (Linneo, 1758); *Oedaleus decorus* (Germar, 1826); *Oedipoda coeruleans* (Linneo, 1758); *O. charpentieri* Fieber, 1853; *Aiolopus thalassinus* (Fabricius, 1781); *Sphingonotus azureus* (Rambur, 1838) y *Acrotylus insubricus* (Rambur, 1838).

El siguiente hito importante sobre los Ortópteros españoles es la Sinopsis de los Ortópteros de España y Portugal (Bolívar, 1876, 1876a y 1876b y 1878). Posteriormente Cazurro (1888) publica el primer catálogo en el que, partiendo de los datos de Bolívar hace una recopilación de todos los trabajos posteriores a 1878 añadiendo datos inéditos de colecciones. Bolívar publica entre los años 1897 y 1899 una revisión crítica de todos los Ortópteros de España y Portugal que acaba siendo publicada conjuntamente (Bolívar, 1900) y que es la obra que se toma como partida para todas las revisiones posteriores.

En esta obra el autor cita para la fauna ibérica 23 especies de Oedipodinos. En 1970 Gangwere y Morales-Agacino consideran la presencia de 27 especies. Herrera (1982), sobre la base de una extensa revisión bibliográfica, considera la presencia en España peninsular de 35 especies y subespecies de esta subfamilia. La última relación de especies de este grupo para la Península Ibérica es la de Clemente et al. (1987) donde aparecen los siguientes taxones:

***Acrotylus* Fieber, 1853**

1. *Acrotylus fischeri* (Azam, 1901).
2. *Acrotylus insubrinus insubricus* (Scopoli, 1786).
3. *Acrotylus insubricus inficitus* (Walker, 1870).
4. *Acrotylus patruelis* (Herrich-Shaëffer, 1838).
5. *Acrotylus longipes rosea* Bolívar, 1908.

***Aiolopus* Fieber, 1853.**

6. *Aiolopus strepens* (Latreille, 1804).
7. *Aiolopus thalassinus thalassinus* (Fabricius, 1781).

***Calephorus* Fieber, 1853**

8. *Calephorus compressicornis* (Latreille, 1804).

***Celes* Saussure, 1884**

9. *Celes variabilis* (Pallas, 1771).

***Epacromius* Uvarov, 1942**

10. *Epacromius tergestinus* (Charpentier, 1825).

***Jacobsiella* Harz, 1975**

11. *Jacobsiella imitans* (Brunner, 1882).

***Leptopternis* Saussure, 1884**

12. *Leptopternis candidus lusitanicus* Ebner, 1941.

***Locusta* Linneo, 1758**

13. *Locusta migratoria cinarescens* (Fabricius, 1781).
14. *Locusta migratoria migratoria* (Linneo, 1758).

***Mecostethus* Fieber, 1852**

15. *Mecostethus grossus* (Linneo, 1758).

***Mioscirtus* Saussure, 1888**

16. *Mioscirtus wagneri maghrebi* Fernandes, 1968.

***Morphacris* Walter, 1870**

17. *Morphacris fasciata* (Thunberg, 1825).

***Oedaleus* Fieber, 1853**

18. *Oedaleus decorus* (Germar, 1826).

***Oedipoda* Latreille, 1829**

19. *Oedipoda caeruleascens* (Linneo, 1758).
20. *Oedipoda charpentieri* Fieber, 1853.
21. *Oedipoda fuscocincta fuscocincta* Lucas, 1849.
22. *Oedipoda fuscocincta caerulea* Saussure, 1884.

23. *Oedipoda germanica* (Latreille, 1804).

24. *Oedipoda miniata* (Pallas, 1771).

***Paracinema* Fischer, 1853**

25. *Paracinema tricolor bisignata* (Charpentier, 1852).

***Platypigijs* Uvarov, 1942**

26. *Platypigijs platypigijs* (Pantel, 1886).

***Psophus* Fieber, 1853**

27. *Psophus stridulus* (Linneo, 1758).

***Scintharista* Saussure, 1884**

28. *Scintharista notabilis* (Walker, 1870).

***Sphingonotus* Fieber, 1853**

29. *Sphingonotus arenarius* (Lucas, 1849).

30. *Sphingonotus azurescens* (Rambur, 1838).

31. *Sphingonotus caerulans caerulans* (Linneo, 1758).

32. *Sphingonotus caerulans corsicus* Chopard, 1923.

33. *Sphingonotus octofasciatus* (Serville, 1989).

34. *Sphingonotus rubescens* (Walker, 1870).

35. *Sphingonotus uvarovi* Chopard, 1923.

***Thalponema* Saussure, 1884**

36. *Thalponema algeriana* (Lucas, 1849).

***Parapleurus* Fischer, 1853**

37. *Parapleurus alliaceus* (Germar, 1817).

Schmidt & Lilge (1996) en su estudio sobre la distribución geográfica de esta subfamilia en Europa, siguen considerando las mismas especies. Heller *et al.* (1998), tienen en cuenta únicamente el nivel específico y citan 32 taxones para la Península. En este listado destaca la ausencia de *Acrotylus longipes* y la mención por primera vez de *Acrotylus simulatrix* (Walker, 1870).

Respecto al listado que aparece más arriba y que podemos considerar como el oficial, al menos hasta la fecha, debemos hacer una serie de comentarios que nos darán una idea más real de la verdadera presencia de las especies de Oedipodinos en la Península Ibérica.

En relación con el género *Acrotylus*, si tenemos en cuenta las opiniones vertidas por diversos autores (Presa & Llorente, 1979; Ingrisich & Pavicevic, 1985; La Greca, 1990; Schmidt, 1996), en la Península Ibérica sólo existen tres especies *Acrotylus fischeri*, *A. insubricus* y *A. patruelis*. Las otras citas de este género son rechazadas con diversos argumentos cuya exposición será muy prolija y que no consideramos adecuado incluir aquí.

En el caso del género *Aiolopus*, únicamente la reciente cita de Mallorca (Ehrmann, 1988) de *A. simulatrix* modificaría su estatus. Sin embargo esta cita es muy discutible; ya Gangwere & Llorente (1992) indican la necesidad de su confirmación. Nosotros teniendo en cuenta esta opinión, junto con la distribución general de la especie (Hollis, 1968), la ausencia de nuevas capturas pese a nuevos y recientes muestreos y los nulos datos que proporciona Ehrmann (1988), consideramos como no válida su presencia en la isla.

Celes variabilis es una especie relictica, que sólo se mantiene en áreas muy pequeñas de hábitat particular en zonas esteparias de intensa aridez, pues presentan una xerotermofilia extrema. Además, debido al braquipterismo de sus hembras (al menos en la Península Ibérica) no puede recolonizar nuevas áreas de las que ha sido excluida (Bellmann & Luquet, 1995, Voisin, 2003). En la Península Ibérica, está citada del Alto Urgel en Lérida y de la Sierra de la Guara en Huesca, de principios del siglo pasado. Estas localidades han sido repetidamente muestreadas (Llucía Pomares, 2002, Olmo i Vidal, 2002), así como por nosotros, no habiendo sido capturada. Nuestra opinión es que dada la transformación agrícola que han sufrido ambas zonas, la especie pudo haberse extinguido en ellas. Sin embargo esto no impide que la especie pueda seguir existiendo en la Península Ibérica en pequeñas áreas aisladas como ocurre en Francia (Voisin, 2003).

El caso de *Epacromius tergestinus* es muy parecido al de la especie anterior. Existe únicamente una cita de esta especie de San Vicente de la Barquera

(Santander) (Bolívar, 1886) que aparece recogida repetidamente en la bibliografía. Esta especie está ligada estrictamente a zonas ribereñas salinas, próximas al mar y que el mar cubre de tiempo en tiempo (Bolívar, 1900; Voisin, 2003). Es una especie que se ha extinguido de diversas zonas de su hábitat de distribución y Voisin (2003) la considera como una de las especies de Ortópteros más amenazados de Europa, debido a la destrucción que esta sufriendo su hábitat.

Larumbe (1992) ha muestreado repetidamente en la zona con objeto de capturar la especie, sin suerte por el momento, por lo que considera que se ha extinguido al menos en esa zona. Sin embargo cabe la posibilidad que exista en otras zonas de la zona Cantábrica, pero teniendo en cuenta su área de distribución y la reducción de su hábitat nos parece difícil.

En cuanto al género *Oedipoda*, en principio aceptamos todas las especies citadas en la bibliografía; no obstante hacemos una cierta reserva sobre la "real" presencia de *O. fuscocincta fuscocincta*, pues nuestra opinión, junto con la de otros autores desde Bolívar (1900) hasta Lluçia Pomares (2002) apuntan en el sentido de una posible identificación errónea de los ejemplares, dada la variabilidad existente en la mancha oscura del ala así como la variación en las tonalidades de la misma. Como apunta Défaut (2003), habría que emplear otros caracteres para la identificación de este género, como podría ser el número de púas de la fila estriduladora del ala.

Las citas ibéricas de *Scintharista notabilis* y *Thalpomena algeriana* son el resultado de la presencia accidental de estas especies en el sur de la Península, provenientes de las cercanas costas del norte de África, arrastradas en su vuelo por los vientos. Este fenómeno no es frecuente, pero tampoco extraño y ya ha sido citado repetidamente para otras especies, (Presa & Monserrat, 1978; Barranco & Pascual, 1994). Esta opinión es también implícitamente aceptada por la mayoría de los autores que trabajan sobre fauna africana, los cuales excluyen estas citas de las distribuciones de la especies. Por otro lado, Schmidt & Lilge (1997) hacen lo mismo en cuanto a Europa. Por tanto creemos oportuno eliminarlas definitivamente de los listados ibéricos de Oedipodinos.

Por último nos referiremos brevemente al género *Sphingonotus*. Teniendo en cuenta la reciente revisión de Défaut (2003) debemos excluir de la lista de

especies ibéricas *S. coeruleans corsicus* y *S. uvarovi*, ambas recluidas en Córcega. Sin embargo, como veremos posteriormente nuestros estudios sólo coinciden en parte con la opinión de este autor, habiendo encontrado en las Islas Baleares *Sph. uvarovi*.

Por tanto, si tenemos en cuenta todo lo expuesto anteriormente, en la Península Ibérica se encuentran sin lugar a dudas las siguientes especies; de todas las cuales hemos recolectado ejemplares y hemos procedido a su estudio.

Listado de especies capturadas:

- *Acrotylus fischeri*.
- *Acrotylus insubricus insubricus*.
- *Acrotylus patruelis*.
- *Aiolopus strepens*.
- *Aiolopus thalassinus thalassinus*.
- *Calephorus compressicornis*.
- *Jacobsiella imitans*.
- *Leptopternis candidus lusitanicus*.
- *Locusta migratoria cinerascens*.
- *Mioscirtus wagneri maghrebi*.
- *Morphacris fasciata*.
- *Oedaleus decorus*.
- *Oedipoda caeruleascens*.
- *Oedipoda charpeniteri*.
- *Oedipoda fuscocincta caerulea*.
- *Oedipoda germanica*.
- *Oedipoda miniata*.
- *Paracinema tricolor bisignata*.
- *Platypius playpigius*.
- *Psophus stridulus*.
- *Sphingonotus arenarius*.
- *Sphingonotus azurescens*.
- *Sphingonotus caeruleans caeruleans*.
- *Sphingonotus octofasciatus*.
- *Sphingonotus rubescens*.
- *Sphingonotus uvarovi*.
- *Parapleurus alliaceus*
- *Stethopygus grossum*

Quedando como especies posibles, pero no probables, de la fauna ibérica *Epacromius tergestinus* y *Celes variabilis*.

4.1. Especies capturadas de las que se han registrado emisiones acústicas.

4.1.1. *Acrotylus insubricus insubricus* (Scopoli 1786)

Biología

Esta especie se encuentra distribuida por toda la península Ibérica, con la excepción de Asturias y País Vasco.

Se puede encontrar desde el nivel del mar hasta los 1500 m de altitud.

Es una especie geófila y arenícola, característica de lugares insolados, donde vive directamente sobre el sustrato sin refugiarse en la vegetación.



Figura 4.1.1.1. Macho: *A. insubricus*

El biotopo que ocupa preferentemente es el matorral no muy denso, en zonas de suelos bastante secos y granulosos.

Se puede encontrar en estado adulto durante todo el año. Aunque, en algunas zonas desaparece por completo durante el verano presentando dos generaciones.

Producción de sonido

Los machos de esta especie desarrollan dos tipos de producción de sonido, una por percusión y otra por estridulación. Además, durante las interacciones con otros individuos pueden dar patadas con las tibias posteriores emitiendo clics.

Referencias:

Material utilizado

Se ha estudiado la producción de sonido de 5 machos recolectados y grabados en las siguientes fechas y localidades:

- **Macho 1. Capturado:** Punta Entina. Almería 30/08/01. **Grabado:** Facultad de Biología, Campus de Espinardo. 7/10/2001.
- **Macho 2. Capturado:** Punta Entina. Almería 30/08/01. **Grabado:** Facultad de Biología, Campus de Espinardo. 3/10/2001.
- **Macho 3. Capturado:** Ruidera. Ciudad Real. 26/09/2001.. **Grabado:** Facultad de Biología, Campus de Espinardo 15 y 16/10/2001.
- **Macho 4. Capturado:** Sierra Espuña. Casa Rosa. Murcia. 26/09/2001.. **Grabado:** Facultad de Biología, Campus de Espinardo 15 y 16/10/2001.
- **Macho 5. Capturado:** Ruidera. Ciudad Real. 26/09/2001. **Grabado:** Facultad de Biología, Campus de Espinardo 23/10/2001.
- **Macho 6. Capturado:** Punta Entina. Almería 30/08/01. **Grabado:** Facultad de Biología, Campus de Espinardo 3 y 13/10/2001.

Los registros analizados han sido:

1. Cinta 13/2001: ID 1, ID 6 e ID 7.
2. Cinta 14/2001 ID 0, ID 2, ID 3.
3. Cinta 15/2001 ID2, ID3.

La temperatura de grabación osciló entre los 33 - 36 °C.

Los filtros de frecuencias utilizados y las medidas de frecuencia tomadas han sido:

- **Sonido producido por percusión:** Se ha analizado un total de 15 esquemas pertenecientes a los machos 1, 2, 3, 5 y 6 utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 2000 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada esquema.

- **Sonido producido por estridulación:** Se han analizado 8 cantos pertenecientes a los machos 3, 4 y 5 utilizando un filtro de paso de banda entre 2000 Hz y 10000 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada una de las sílabas que forman el canto, en total 16 medidas.

Sonido producido por percusión: canto de interacción

Este sonido es producido por los machos cuando interaccionan con otro individuo del mismo o distinto sexo. Cada uno de los esquemas se produce por el golpeteo de las rodillas de las patas posteriores contra el sustrato y consiste en un esquema formado por sílabas de intensidad variable (figura 4.1.1.2).

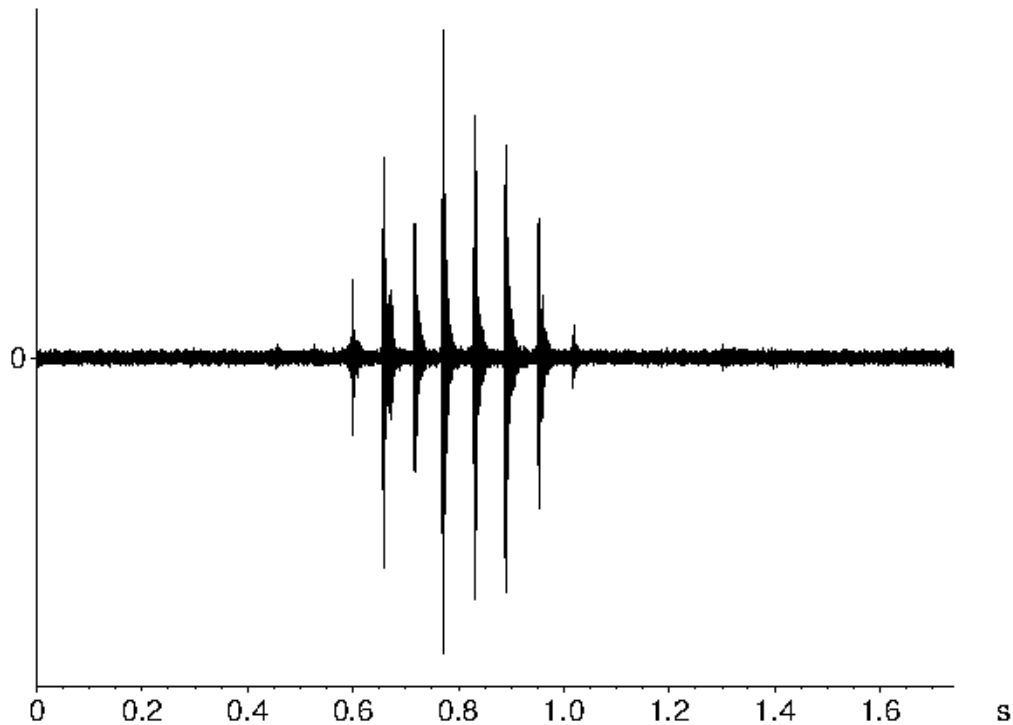


Figura 4.1.1.2. Canto de interacción, (Cantos: Ains1.mp3).

La duración media de los esquemas estudiados es de $0,587 \pm 0,106$ s (tabla 1, apéndice I.I) y el número de sílabas que lo forman oscila entre 7 y 15 siendo el valor medio hallado de $10,2 \pm 1,204$ (tabla 2, apéndice I.I).

Estos dos parámetros se encuentran estrechamente relacionados (figura 4.1.1.2), siendo el coeficiente de correlación de Pearson entre ambos de 0,937.

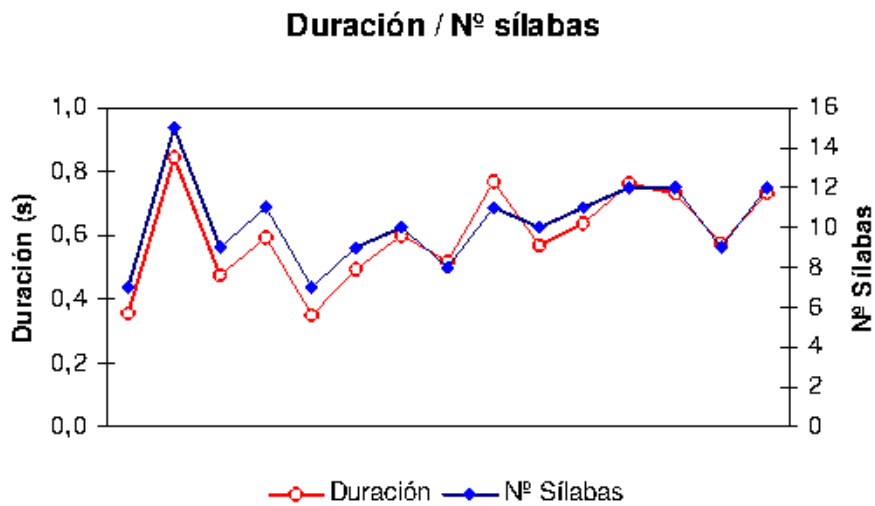


Figura 4.1.1.3. Relación entre la duración del canto y el número de sílabas que lo forman.

La tasa media de producción de sílabas es de $17,299 \pm 1,47$ sílabas por segundo (tabla 3, apéndice I.I).

El intervalo entre sílabas presenta una duración media de $0,065 \pm 0,006$ s (figura 4.1.1.4) (tabla 4, apéndice I.I).

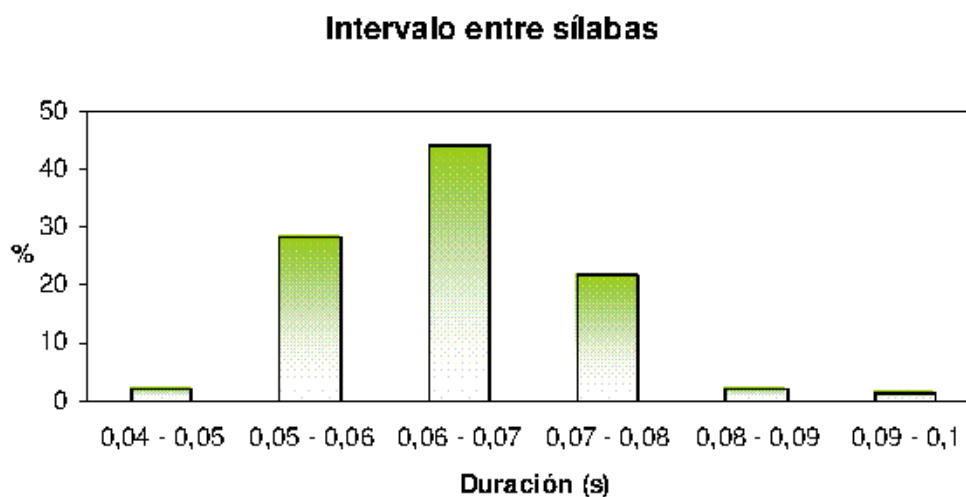


Figura 4.1.1.4. Duración del intervalo entre sílabas.

Las sílabas que forman los cantos presentan similares características en cuanto a su frecuencia (figura 4.1.1.5.)

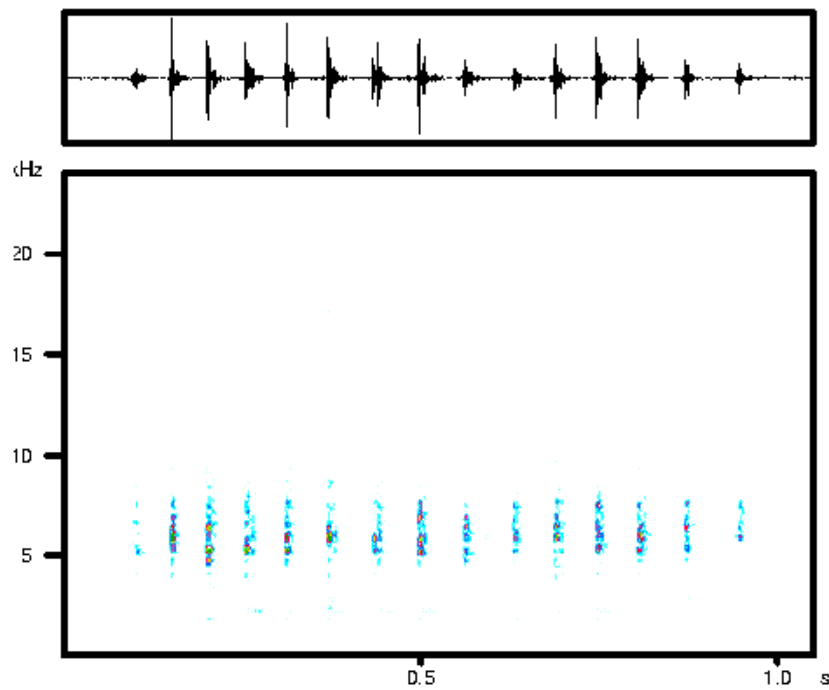


Figura 4.1.1.5. Sonograma del canto de interacción.

La frecuencia inferior media del sonido es de 4562 ± 413 Hz (tabla 5, apéndice I.I) y la superior es 8500 ± 777 Hz (tabla 6, apéndice I.I), siendo la amplitud de banda media de 3899 ± 783 Hz (tabla 7, apéndice I.I).

En esta banda aparece un pico de frecuencia con un valor medio de 5880 ± 468 Hz (figura 4.1.1.6), (tabla 8, apéndice I.I).

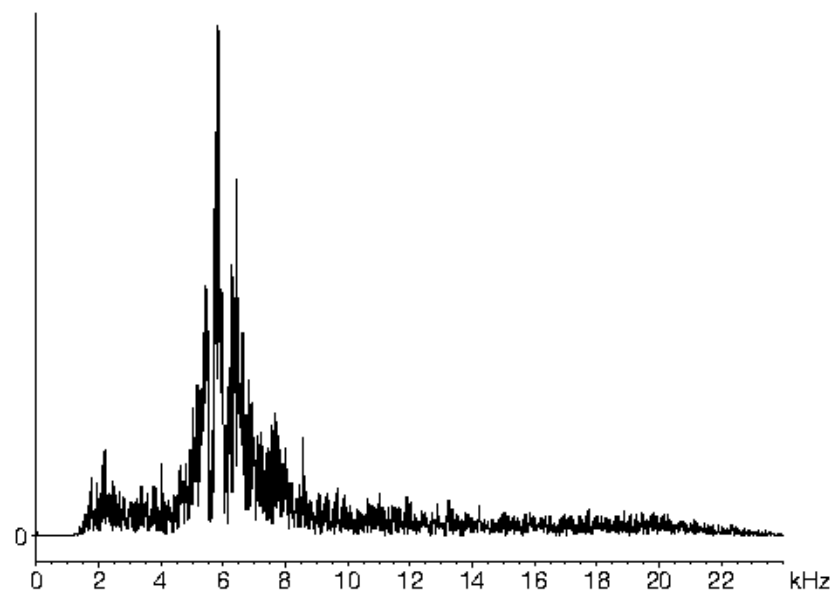


Figura 4.1.1. 6. Espectrograma de frecuencia.

La distribución de la energía es: cuartil inferior medio 5612 ± 259 Hz, cuartil medio 6694 ± 653 Hz y cuartil superior medio 8888 ± 1391 Hz (tablas 9, 10 y 11, apéndice I.I).

Sonido producido por estridulación: canto de cortejo

El canto de cortejo consiste en una serie variable de sílabas (figuras 4.1.1.7 y 4.1.1.8), siendo su duración media de $0,348 \pm 0,249$ s (tabla 1, apéndice I.II).

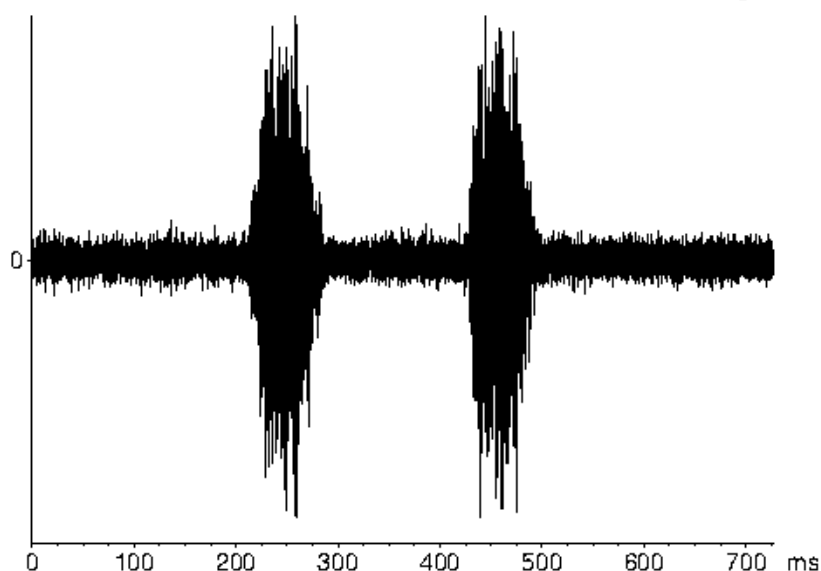


Figura 4.1.1.7. Oscilograma de un canto producido por estridulación (Cantos: Ains2.mp3).

Las sílabas presentan una duración media de $0,058 \pm 0,006$ s (tabla 3, apéndice I.II).

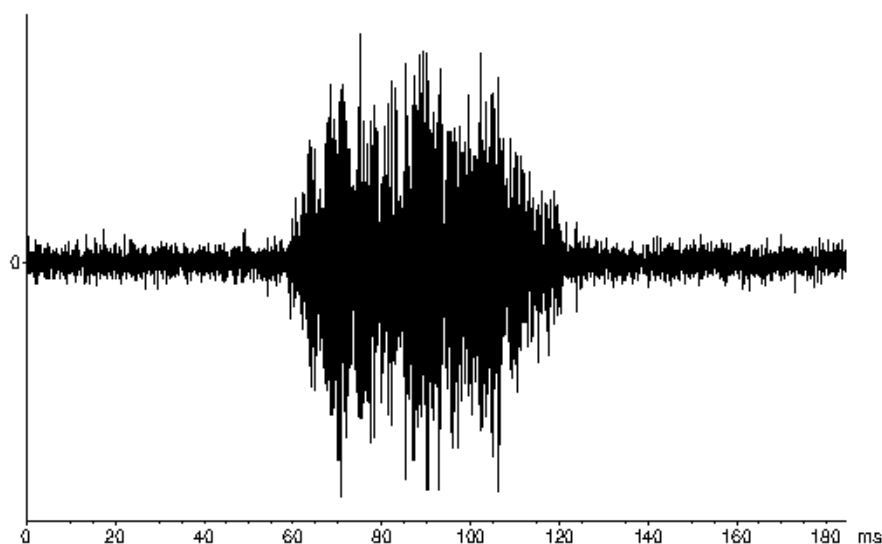


Figura 4.1.1.8. Oscilograma de una sílaba del canto de estridulación (Cantos: Ains3.mp3).

El número de sílabas que forman el canto oscila entre 1 y 3, el valor medio es de $2,333 \pm 1,155$ Hz (tabla 2, apéndice I.II), este parámetro se encuentra ligado a la duración del canto, siendo el coeficiente de Correlación de Pearson 0,984 (figura 4.1.1.9).

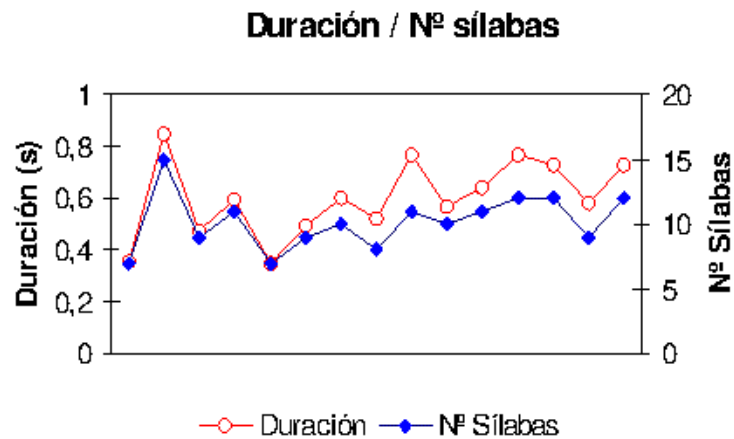


Figura 4.1.1.9. Sonograma del canto de interacción.

La envolvente de las sílabas presenta un crecimiento lineal y su duración media es de $0,058 \pm 0,006$ s, (tabla 3, apéndice I.II). El intervalo entre ellas presenta un valor medio de $0,138 \pm 0,048$ s, (tabla 4, apéndice I.II), el mínimo encontrado es de $0,086$ s y el máximo de $0,218$ s.

La frecuencia que presenta cada una de las sílabas que forman los cantos es similar y se mantiene estable a lo largo del tiempo, no existe modulación de la frecuencia (figura 4.1.1.10):

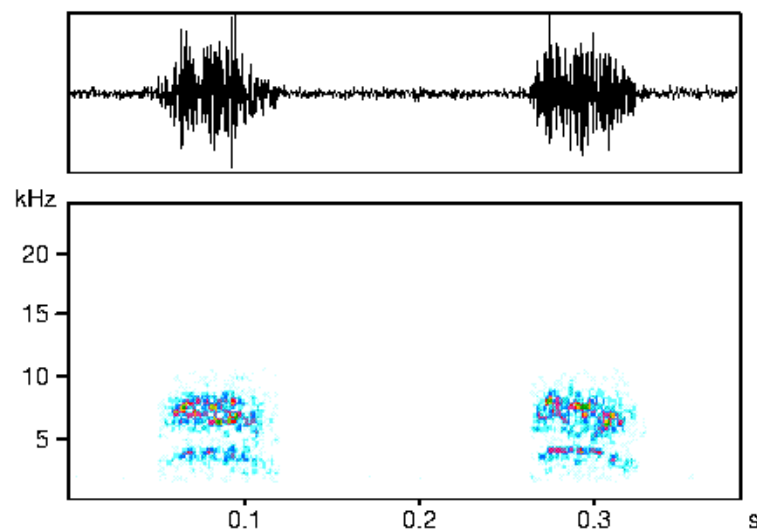


Figura 4.1.1.10. Sonograma del canto de cortejo

La frecuencia inferior media del canto es de 3115 ± 309 Hz (tabla 5, apéndice I.II), la frecuencia superior media es 8445 ± 738 Hz (tabla 6, apéndice I.II), siendo la amplitud de banda 5588 ± 374 Hz (tabla 7, apéndice I.II).

En esta banda aparecen dos picos de frecuencia: el pico 1 con un valor medio de 3948 ± 787 Hz (tabla 8, apéndice I.II), que aparece como pico de máxima intensidad en un 31 % de los casos (figura 4.1.1.10) y dentro de este porcentaje en un 12,4 % de los casos aparece como único pico (figura 4.1.1.11).

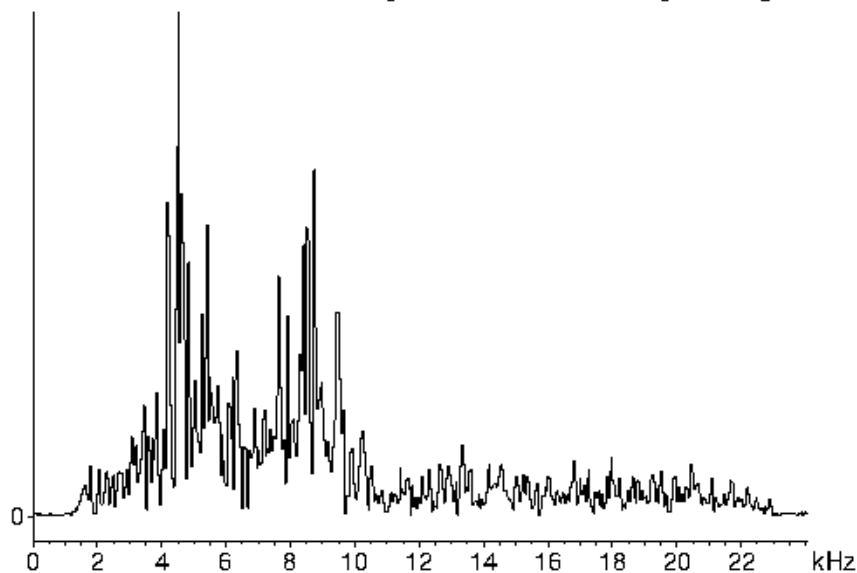


Figura 4.1.1.10. Espectrograma de frecuencia. El pico 1 es el pico de máxima intensidad.

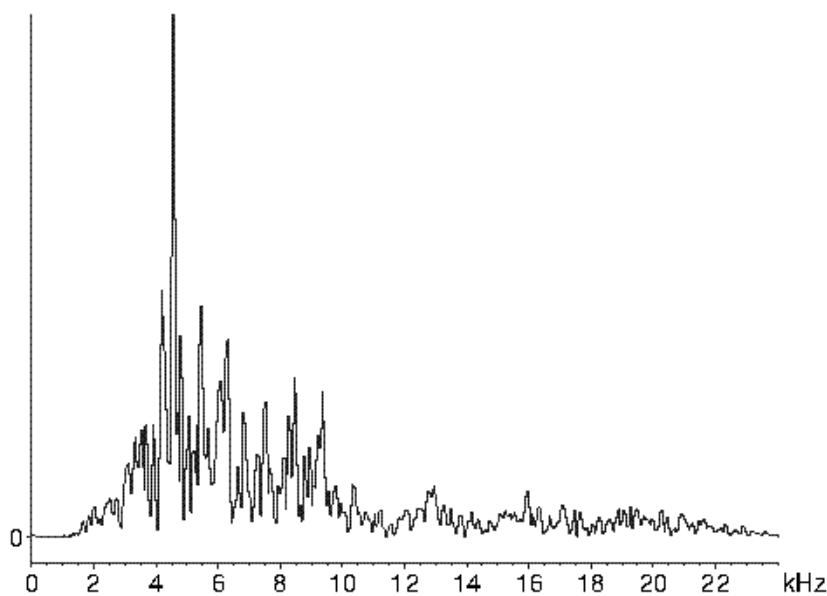


Figura 4.1.1.11. Espectrograma de frecuencia. El pico 1 aparece como único pico.

El pico 2, con un valor medio de 6925 ± 566 Hz (tabla 9, apéndice I.II), aparece como pico de máxima intensidad en un 69 % de los casos (figura 4.1.1.12).

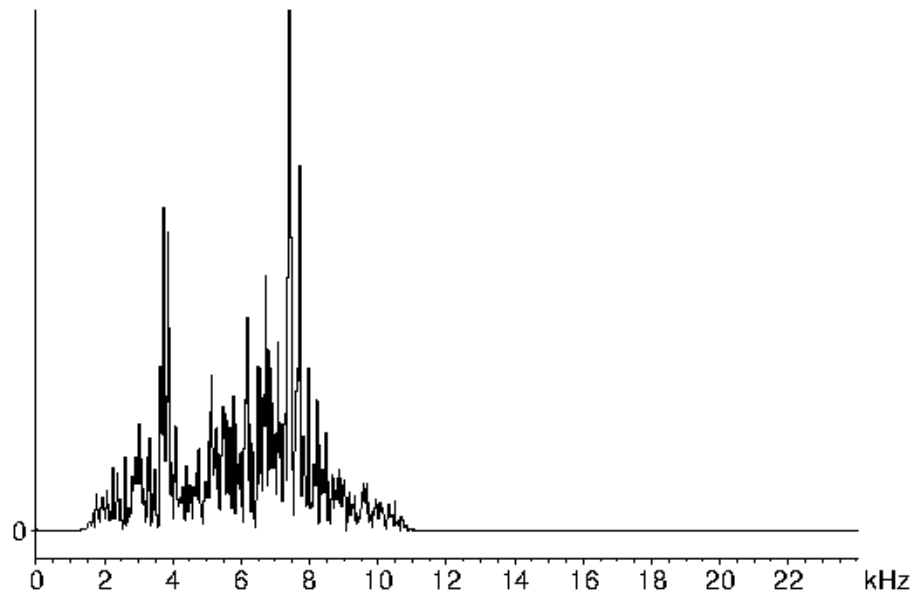


Figura 4.1.1.12. Espectrograma de frecuencia. El pico 2 es el pico de máxima intensidad.

La distribución de la energía dada por los cuartiles es: cuartil inferior medio 5035 ± 343 Hz, cuartil medio 6787 ± 185 Hz y cuartil superior 9857 ± 1130 Hz (tablas 10,11 y 12, apéndice I.II).

Comportamiento

Los individuos de esta especie *A. insubricus*, cuando interactúan con otro individuo, realizan movimientos de subir y bajar las patas posteriores de forma alternada (figura 4.1.1.13).

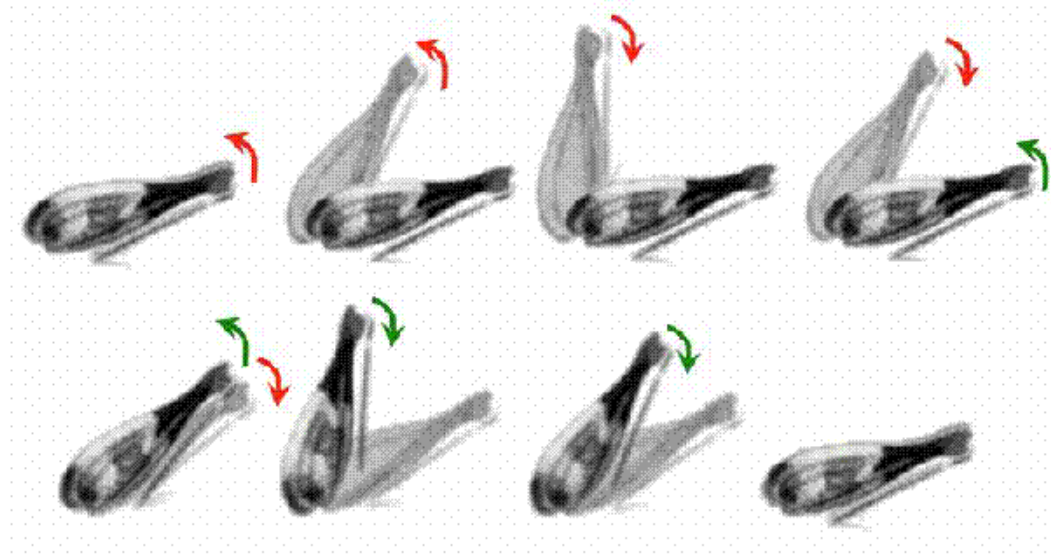


Figura 4.1.1.13. Movimiento realizado con las patas posteriores durante la interacción entre individuos.

Los machos, si el individuo con el que están interactuando continúa acercándose, golpean el suelo con las rodillas de las patas posteriores, al mismo tiempo, produciendo sonido por percusión (figuras 4.1.1.14 y 4.1.1.15, Vídeos: *Ainsubricus1.mpg*). Esta interacción finaliza cuando uno de los dos individuos se aleja.



Figura 4.1.1.14. Un macho de *A.insubricus* golpea el suelo con las patas posteriores.

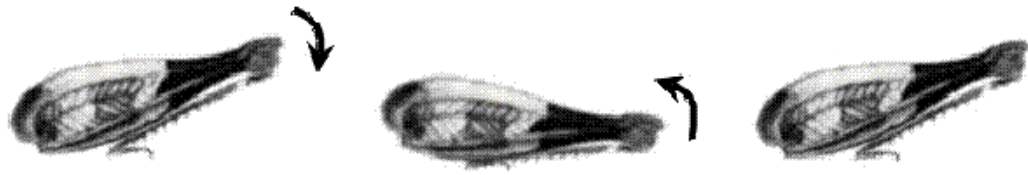


Figura 4.1.1.15. Movimiento realizado con las patas posteriores cuando se produce el sonido de percusión.

Durante la realización del movimiento los tarsos y las tibias están recogidos y al golpear el sustrato se produce una ligera elevación de la parte posterior del abdomen.

Si un macho quiere copular con una hembra se sitúa perpendicular a ella o detrás, o combina estas posiciones (figura 4.1.1.16), y comienza a emitir cortos cantos de cortejo para después saltar encima del otro individuo y comenzar la cópula. Durante este cortejo el macho puede adoptar una posición particular con el cuerpo elevado y ligeramente curvado.



Figura 4.1.1.16. Un macho se sitúa detrás de una hembra, fotograma 1, instantes después se sitúa perpendicular a ella, fotogramas 2 y 3.

Para emitir los cantos el individuo eleva y baja ambos fémures posteriores una o varias veces produciendo, de esta forma, un canto de cortejo formado por una o varias sílabas, (figuras 4.1.1.17 y 4.1.1.18).

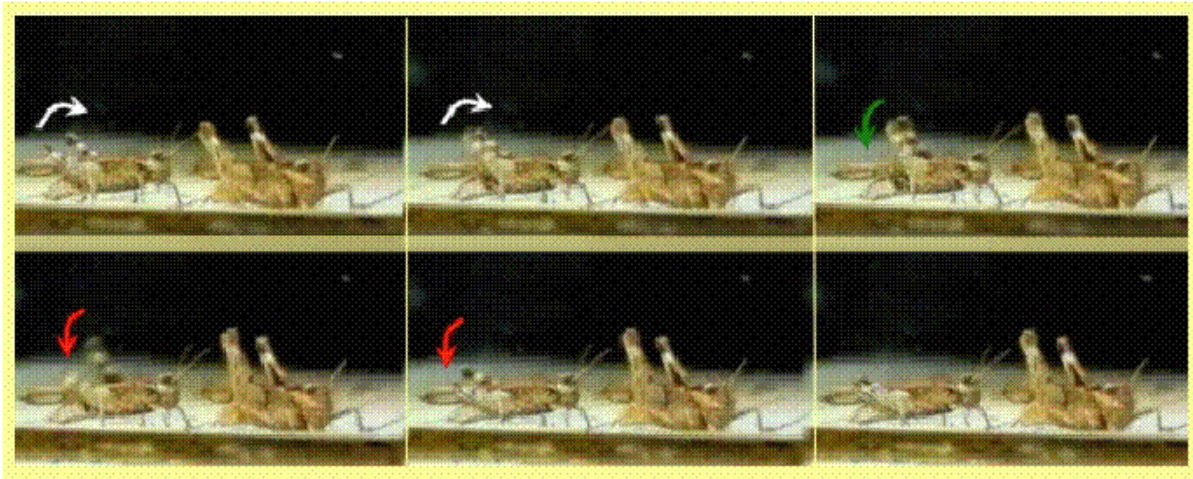


Figura 4.1.1.17. Un macho comienza a cantar, subiendo y bajando las patas posteriores.

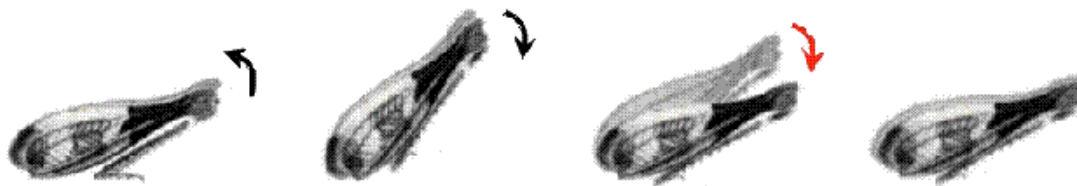


Figura 4.1.1.18. Movimiento realizado con las patas posteriores para producir una sílaba.

El canto de cortejo siempre se produce cuando el macho se encuentra a unos 5 cm, o menos, de la hembra con la que intenta copular y siempre es previo al salto, aunque puede ocurrir que la hembra lo rechace y el salto no se produzca (Videos: Ainsubricus2.mpg y Ainsubricus3.mpg).

Cuando un macho se acerca a una hembra, ésta puede comenzar a subir y bajar los fémures posteriores y a dar una o varias patadas con las tibias, mostrando así su rechazo al macho (figura 4.1.1.19).



Figura 4.1.1.19. Una hembra da una patada con la tibia cuando se aproxima un macho.

Esta forma de rechazar la proximidad de otro individuo también es utilizada por los machos cuando otro macho se encuentra cerca (figura 4.1.1.20).



Figura 4.1.1.19. Un macho realiza una patada con la tibia ante la proximidad de otro macho.

También se ha observado que los machos realizan patadas con las tibias posteriores cuando cortejan a una hembra (Videos: Ainsubricus2.mpg).

En esta especie se ha observado, durante los experimentos en cautividad, que los machos pueden emitir el canto de cortejo y saltar intentando copular con otros individuos del mismo sexo.

4.1.2. *Acrotylus patruelis* (Herrich-Shaëffer 1838)

Biología

En la Península Ibérica su distribución está limitada a las zonas central y meridional y a las zonas costeras.

Vive desde el nivel del mar hasta los 1750 m.

Es una especie geófila. Prefiere los lugares fuertemente insolados, con vegetación dispersa y con sustrato arenoso.



Figura 4.1.2.1. Macho de *A. patruelis*.

Su distribución estacional es amplia, apareciendo prácticamente durante todo el año.

Producción de sonido

Se ha observado producción de sonido por percusión del sustrato por parte de los machos y de las hembras. Y sonido producido por estridulación por parte de los machos cuando tratan de copular con una hembra.

Referencias:

Material utilizado

Se han registrado los sonidos pertenecientes a 4 machos:

- **Capturados:** Los Montesinos (Alicante). Zona de barbecho. 10/11/2002.
- **Grabados:** Facultad de Biología. Campus de Espinardo desde 10/11/2002 hasta el 25 /11/2002.

Los registros analizados han sido:

- Cinta 17/2002 II.ID 3 e II.ID 4.

Durante las grabaciones la temperatura permaneció entre 30 – 35 ° C.

Los filtros de frecuencias utilizados y las medidas de frecuencia tomadas han sido:

- **Sonido producido por estridulación:** Se ha analizado un total de 20 cantos pertenecientes a 4 machos utilizando un filtro de paso de banda de 1500 Hz a 12000 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada uno de los elementos que forma el canto.

Sonido producido por percusión

Durante las grabaciones sólo se observó en una ocasión una interacción entre machos en la que una de ellos golpeó el sustrato produciendo sonido por percusión, sin embargo este sonido no pudo ser registrado.

También realizó sonido por percusión una hembra al golpear el sustrato con las patas posteriores cuando un macho trataba de copular con ella. Este sonido no pudo analizarse puesto que se superponía con el canto de cortejo del macho.

Sonido producido por estridulación: canto de cortejo

Los cantos producidos por estridulación se encuentran formados por un número variable de sílabas. Estas sílabas suelen ser dobles siendo la primera parte de la sílaba de menor intensidad que la primera e incluso puede no aparecer. Por ello, se ha distinguido entre sílaba simples y dobles (figuras 4.1.2.2 y 4.1.2.3).

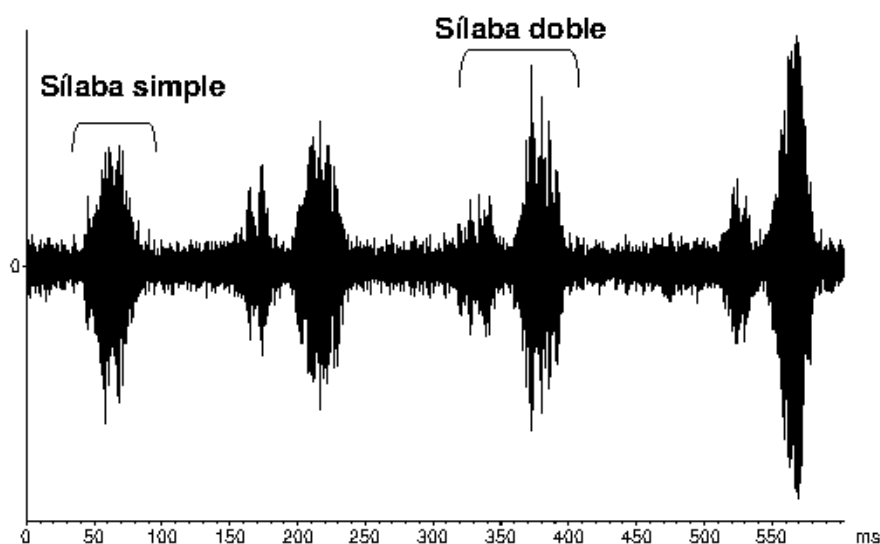


Figura 4.1.2.2. Canto formado por 1 sílaba simple y 3 dobles (Cantos: Apa1.mp3).

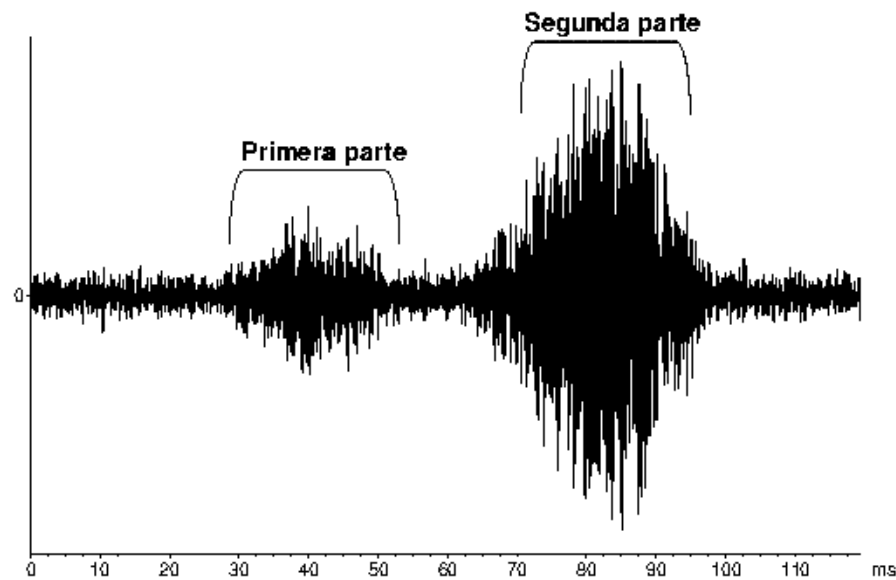


Figura 4.1.2.3. Sílaba doble (Cantos: Apa2.mp3).

La duración media del canto es $0,826 \pm 0,058$ s, la mínima es la de un canto formado por una única sílaba simple y es de 0,042 s y la máxima es de 1,53 s (tabla 1, apéndice II.I) y pertenece a un canto formado por 3 sílabas simples y 7 dobles.

El número de sílabas simples por canto oscila entre 0 y 5 (tabla 2, apéndice II.I), y presenta un valor medio de $1 \pm 0,707$. El número de sílabas dobles medio es de $3,625 \pm 0,75$, el mínimo es de 0 y el máximo es de 9 (tabla 3, apéndice II.I).

La duración media de las sílabas simples es de $0,039 \pm 0,007$ s, (tabla 4, apéndice II.I). La duración media de las sílabas dobles es de $0,074 \pm 0,002$ s, (tabla 5, apéndice II.I).

Puesto que la duración de las sílabas simples y dobles es tan distinta, se ha medido la duración del silencio entre los elementos del canto distinguiendo entre: silencio entre sílabas simples, silencio entre sílabas dobles y silencio entre sílabas simples y dobles.

Así la duración del silencio medio entre dos sílabas simples es de $0,244 \pm 0,082$ s, (tabla 6, apéndice II.I), entre dos sílabas dobles $0,105 \pm 0,01$ s., (tabla 7, apéndice II.III.I) y entre sílabas simples y dobles es de $0,134 \pm 0,03$ s (tabla 8, apéndice II.I) (figura 4.1.2.4).

Silencio entre las sílabas del canto

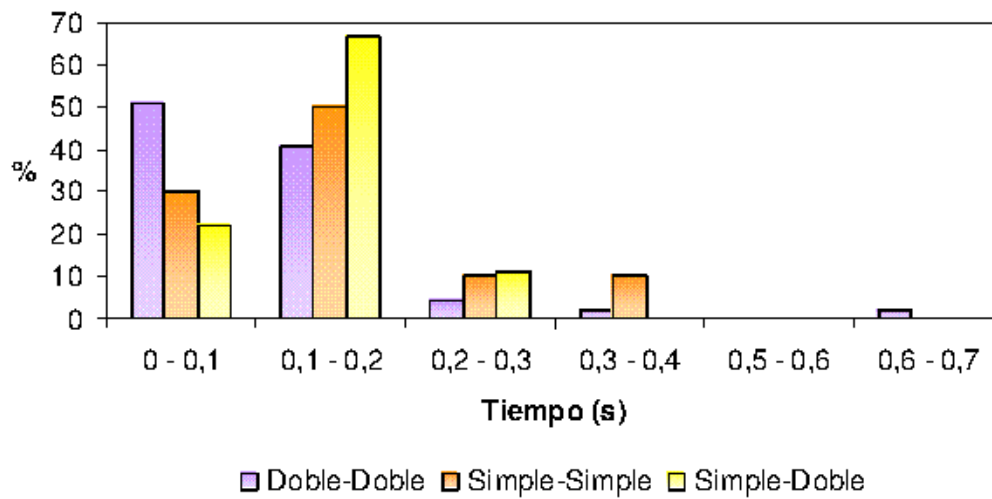


Figura 4.1.2.4. Silencio entre las sílabas del canto de cortejo.

En el espectro de frecuencia del sonido se aprecia que no existe variación de la frecuencia respecto al tiempo, aunque es muy difícil de evaluar debido a la corta duración de las sílabas del canto (figura 4.1.2.5).

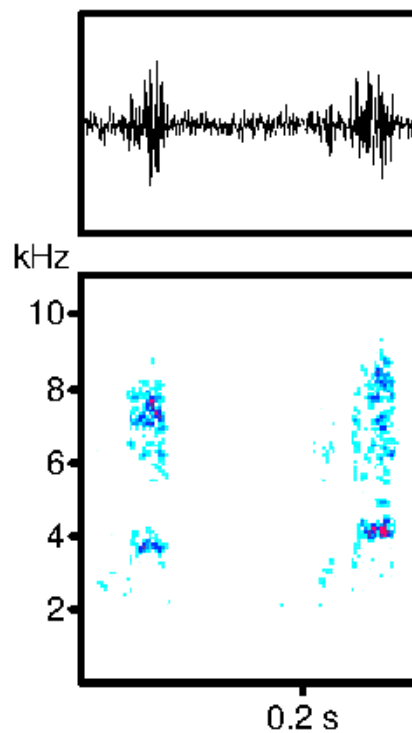


Figura 4.1.2.5. Sonograma de dos sílabas del canto de cortejo.

La frecuencia inferior del sonido es 3551 ± 172 Hz y la superior es 8294 ± 493 Hz (tablas 9, 10 y 11, apéndice II.I), siendo la amplitud de banda media de 4949 ± 431 Hz (tablas 9, 10 y 11, apéndice II.I).

En esta banda aparecen dos picos de frecuencia. El pico de frecuencia 1 aparece en el 100 % de los elementos que forman el canto de cortejo y en un 69,79% de los elementos aparece como pico de máxima intensidad (figura 4.1.2.6). Tiene un valor medio de 3938 ± 127 Hz (tabla 12, apéndice II.I)

El pico de frecuencia 2 aparece en un 71,88 % de los elementos y como pico de máxima intensidad en un 30,21 % (figura 4.1.2.7). Presenta un valor medio de 7436 ± 516 Hz (tabla 13, apéndice II.I).

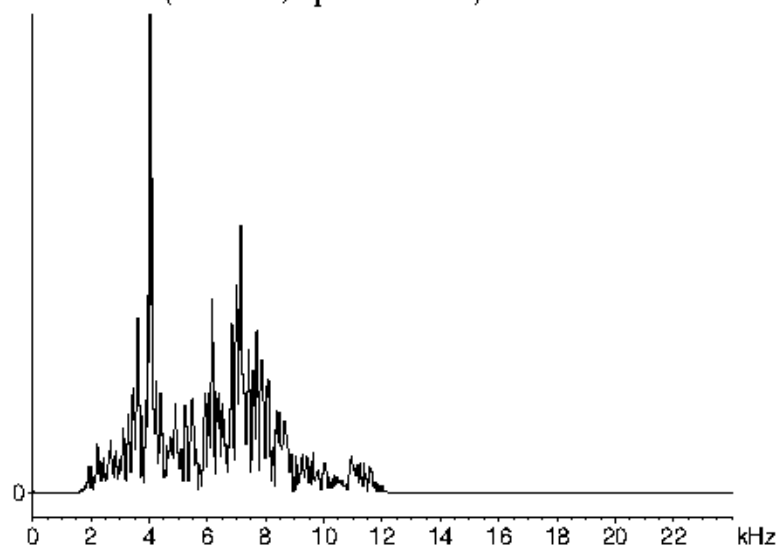


Figura 4.1.2.6. Espectrograma de frecuencia de un elemento del canto de cortejo.

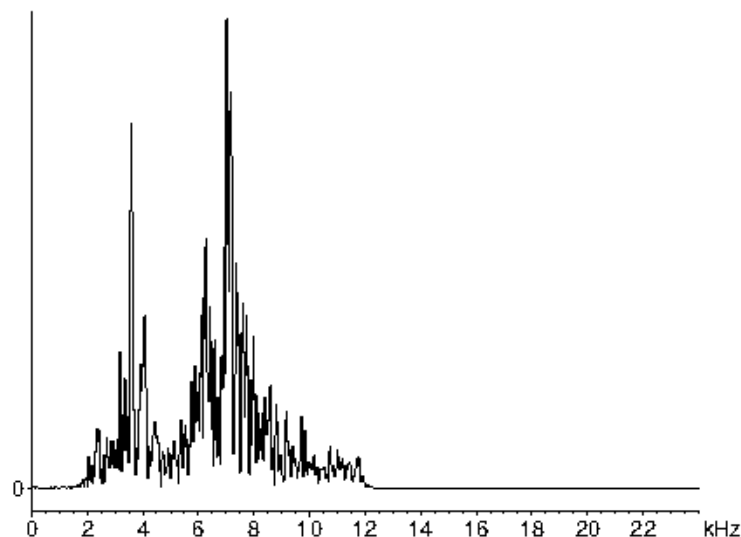


Figura 4.1.2.7. Espectrograma de frecuencia de un elemento del canto de cortejo.

La distribución de la energía de la señal es la siguiente: cuartil inferior: 4340 ± 124 Hz, cuartil medio: 6219 ± 117 Hz, cuartil superior 7906 ± 242 Hz (tablas 14, 15 y 16, apéndice II.I).

Comportamiento:

Los individuos de esta especie cuando interaccionan entre sí, cuando se acercan en su deambular por la jaula, realizan movimientos de subir y bajar los fémures posteriores de forma alternativa (figura 4.1.2.8).

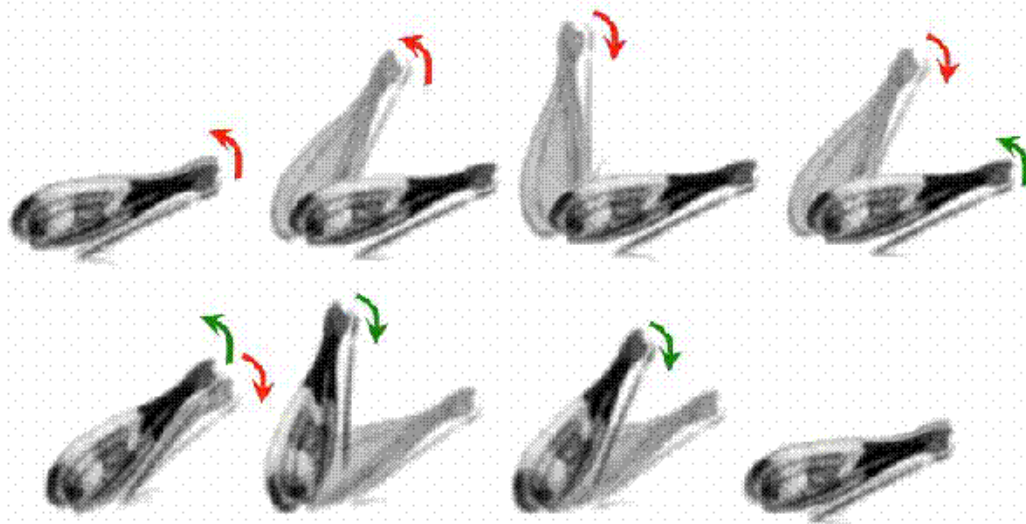


Figura 4.1.2.8. Movimiento realizado con las patas posteriores al interaccionar dos individuos.

En la secuencia registrada de enfrentamiento entre machos se observa que cuando un macho se encuentra próximo a otro, éste golpea el sustrato con ambas patas posteriores produciendo sonido por percusión (Videos: Apatruelis1.mpg). En este vídeo el sonido no se oye porque no pudo ser registrado.

El movimiento realizado por cada una de las patas posteriores es el que aparece en la figura 4.1.2.9.



Figura 4.1.2.9. Movimiento realizado por el fémur posterior al golpear el sustrato.

Durante los enfrentamientos entre machos es frecuente que uno de ellos realice movimientos de extensión de la tibia (figura 4.1.2.10)



Figura 4.1.2.10. Extensión de la tibia durante una interacción entre machos.

Cuando un macho trata de copular con otro individuo realiza uno o varios cantos de cortejo antes de saltar encima, (Videos: Apatruelis2.mpg).

Para realizar la producción de sonido el macho eleva y baja una de las patas posteriores alcanzando un ángulo de alrededor de 90° respecto a la horizontal, por cada movimiento de bajada y subida se produce una sílaba (Figura 4.1.2.11 y 4.1.2.12).

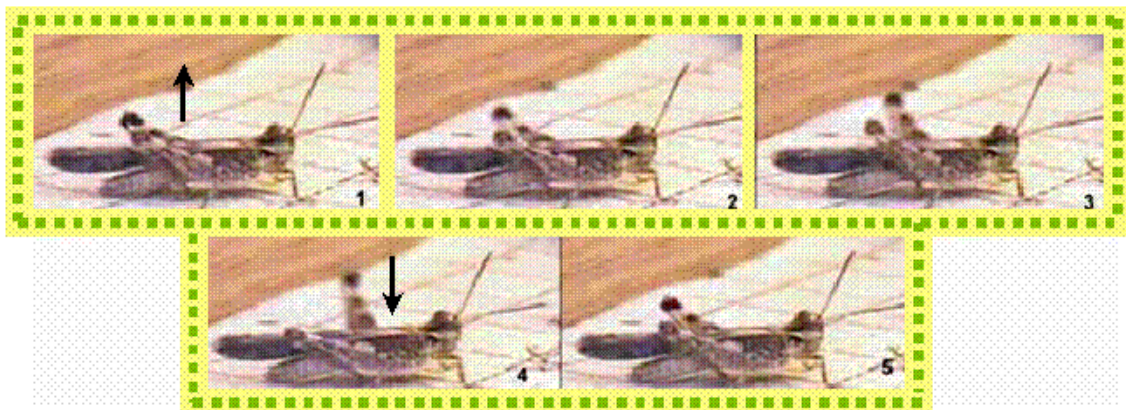


Figura 4.1.2.11. Movimiento realizado por un macho cuando produce una sílaba.

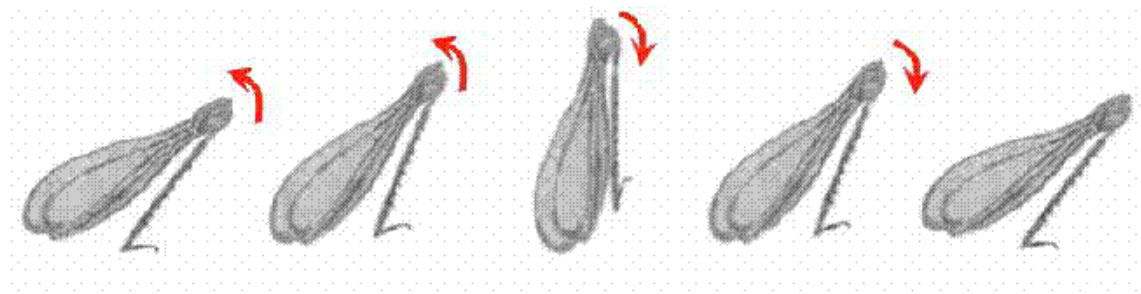


Figura 4.1.2.12. Movimiento realizado por un macho cuando produce una sílaba.

Cuando además de realizar este movimiento con una de las patas posteriores para producir sonido, también realiza un movimiento similar con la otra pata posterior, pero de menor amplitud y más breve en el tiempo, es cuando emite una sílaba doble (figura 4.1.2.13, vídeo Apatruelis3.mpg).

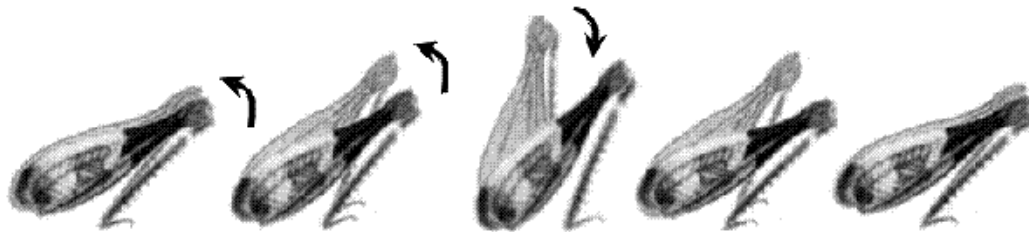


Figura 4.1.2.13. Movimiento realizado por un macho cuando produce dos sílabas.

Durante los cortejos son frecuentes los movimientos de extensión de la tibia por parte del macho (figura 4.1.2.14):



Figura 4.1.2.14. Un macho realiza una extensión de la tibia frente a una hembra.

4.1.3. *Aiolopus strepens* (Latreille, 1804)

Biología:

Esta especie se encuentra distribuida por toda la Península Ibérica, desde el nivel del mar hasta los 2000 m de altitud.

Es poco exigente en sus requerimientos ecológicos, se puede encontrar en gran variedad de medios y tipos de vegetación: claros de bosque, campos incultos, zonas húmedas, pastizales y matorrales mesófilos.

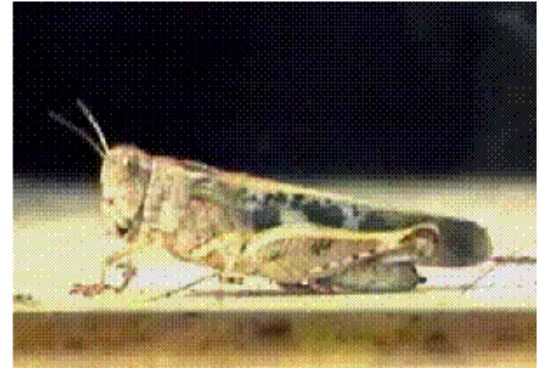


Figura 4.1.3.1. Hembra: *Aiolopus strepens*

La densidad de las poblaciones es mayor en medios húmedos y con vegetación que en los secos.

Puede observarse en estado adulto todo el año.

Producción de sonido:

Los machos de esta especie realizan dos formas de producción de sonido: por percusión como canto de interacción y por estridulación como canto de cortejo.

Referencias:

Material utilizado:

Se ha estudiado el canto de 4 individuos capturados y grabados en las siguientes localidades:

- **Macho 1: Capturado:** Laguna de Lor, Ablitas (Navarra). 16/07/2001.
Grabado: Facultad de Biología, Campus de Espinardo 3/09/2001.

- **Macho 2: Capturado:** Punta Entina (Almería). 30/08/2001. **Grabado:** Facultad de Biología, Campus de Espinardo 3/09/2001.
- **Macho 3: Capturado:** Pedro Muñoz. Laguna de Navalafuente. (Ciudad Real). 25/09/2001. **Grabado:** Facultad de Biología, Campus de Espinardo 30/09/2001.
- **Macho 4: Capturado:** Monterrubio de la Serena. (Badajoz). 27/09/2001. **Grabado:** Facultad de Biología, Campus de Espinardo desde 30/09/2001.

Los registros sonoros originales son:

- Cinta 10/2001 ID0
- Cinta 11/2001 ID5, ID6, ID7, ID8
- Cinta 12 ID0, ID1, ID2, ID3, ID5
- Cinta 13 ID0, ID1, ID2
- Cinta 14 ID3

La temperatura durante las grabaciones ha oscilado entre los 30-36 °C.

Los filtros de frecuencias utilizados y las medidas de frecuencia tomadas han sido:

- **Sonido producido por percusión:** Se ha analizado un total de 96 esquemas pertenecientes a los machos 1, 3 y 4; utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 2000 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada esquema.
- **Sonido producido por estridulación:** Se han analizado 25 cantos pertenecientes a los machos 2, 3 y 4; utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 2000 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada uno de los elementos que forman el canto.

Sonido producido por percusión: canto de interacción

El sonido producido por percusión consiste en un esquema formado por un número variable de sílabas de distinta intensidad. El número de esquemas que un macho emite depende de cuánto dura la interacción entre los dos individuos. (figura 4.1.3.2).

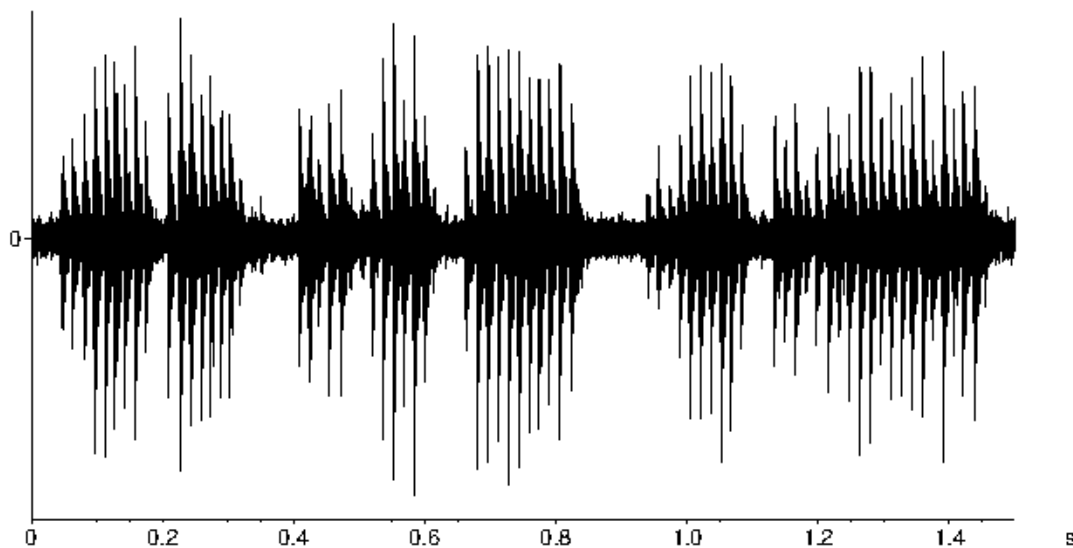


Figura 4.1.3.2. Varios esquemas del canto de interacción entre dos machos (Cantos: Astr1.mp3).

La duración media de los esquemas es de $0,199 \pm 0,04$ s (tabla 1, apéndice III.I) y el número medio de sílabas por esquema es de $12 \pm 1,756$, (tabla 2, apéndice III.I.). Estos dos parámetros se encuentran estrechamente relacionados, siendo el coeficiente de correlación de Pearson entre ellos igual a 0,987 (figura 4.1.3.3).

Duración / N° sílabas

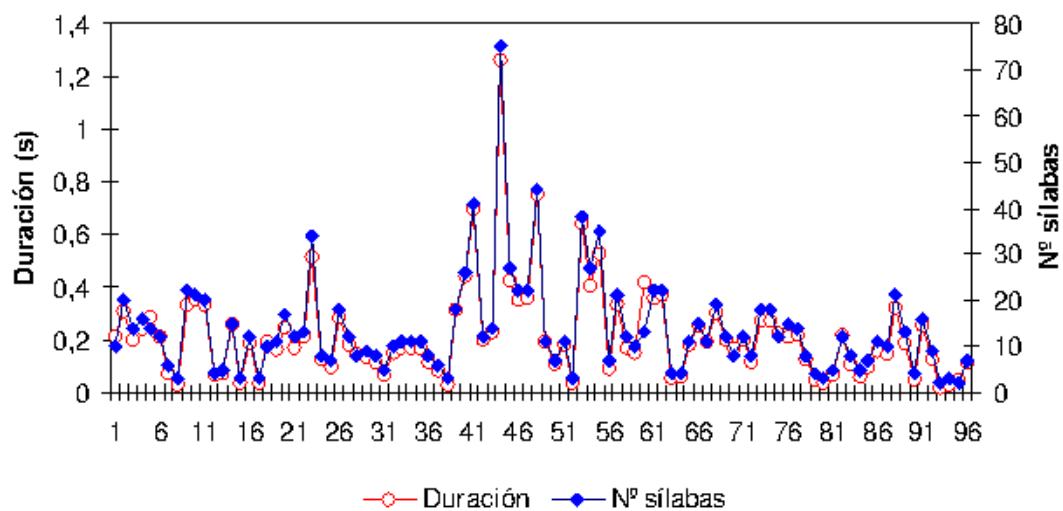


Figura 4.1.3.3. Relación entre la duración del esquema y el número de sílabas que lo forman.

La tasa de producción de sílabas es de $64,8 \pm 1,7$ sílabas por segundo (tabla 3, apéndice III.I.) y el intervalo entre sílabas presenta un valor medio de $0,017 \pm 0,001$ s, (tabla 4, apéndice III.I.), (figura 4.1.3.4 y 4.1.3.5).

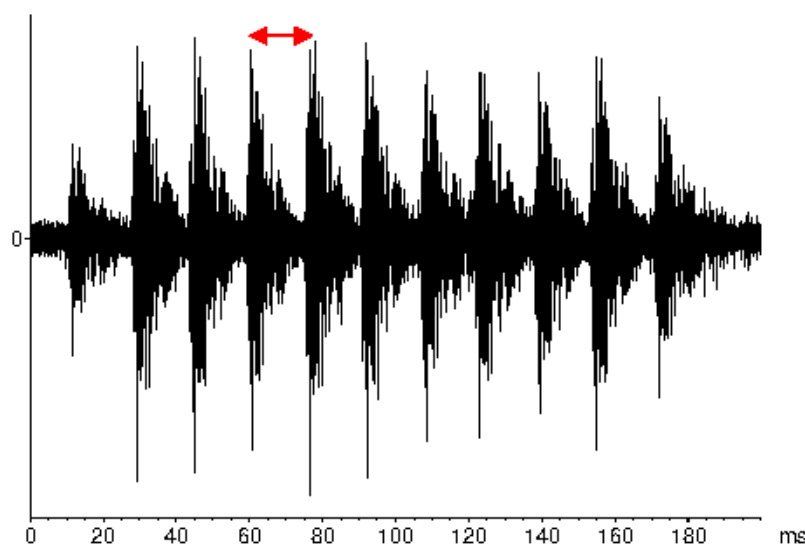


Figura 4.1.3.4. Equema formado por 11 sílabas. La flecha indica el intervalo entre sílabas

Intervalo entre sílabas

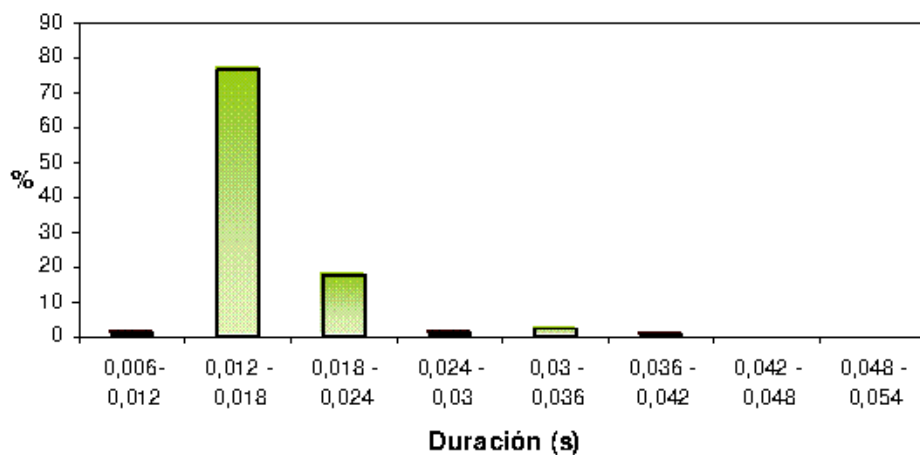


Figura 4.1.3.5. Intervalo entre sílabas.

La frecuencia de cada uno de los esquemas se mantiene estable a lo largo del tiempo (figura 4.1.3.6)

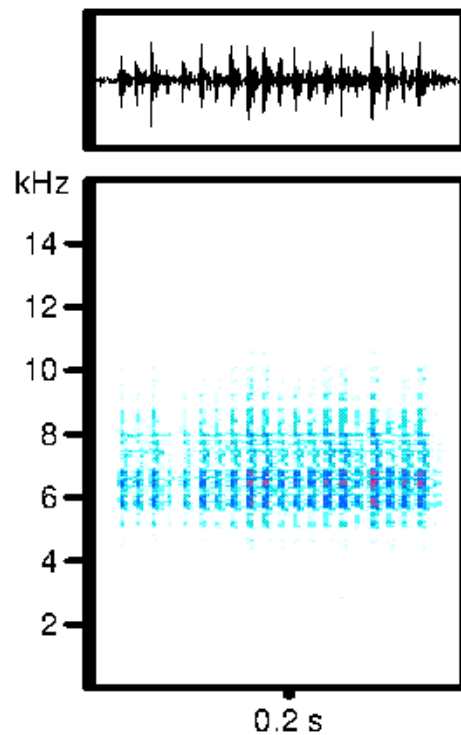


Figura 4.1.3.6. Sonograma de un equema.

La frecuencia inferior media del canto es de 5167 ± 58 Hz, la superior es de 8817 ± 172 Hz, siendo la amplitud de banda media de 3605 ± 260 Hz (tablas 5, 6 y 7, apéndice III.I).

Aparece un pico principal de frecuencia con un valor medio de 6047 ± 47 Hz (tabla 8, apéndice III.I; figura 4.1.3.7).

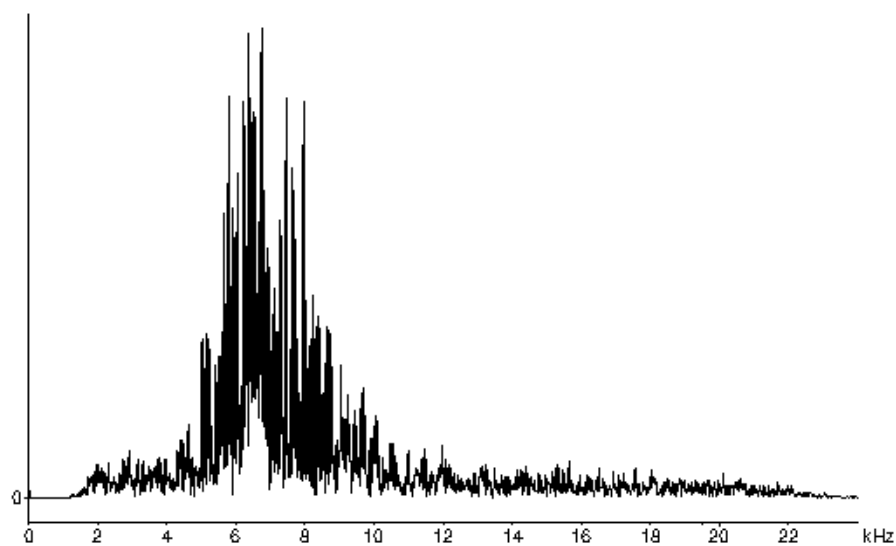


Figura 4.1.3.7. Espectro de frecuencias. Canto de interacción

La distribución de la energía dada por los cuartiles es: cuartil inferior medio 6062 ± 78 Hz, cuartil medio 7490 ± 271 Hz y superior medio 11123 ± 1459 Hz, (tablas 9, 10 y 11, apéndice III.I)

Sonido de estridulación: canto de cortejo

Este sonido es emitido por un macho cuando trata de copular con una hembra. Se encuentra formado por sílabas simples y esquemas que pueden estar formados por 2 ó 3 sílabas (figura 4.1.3.8). La duración del cortejo va a depender del grado de excitación del macho y de la respuesta que provoca en la hembra.

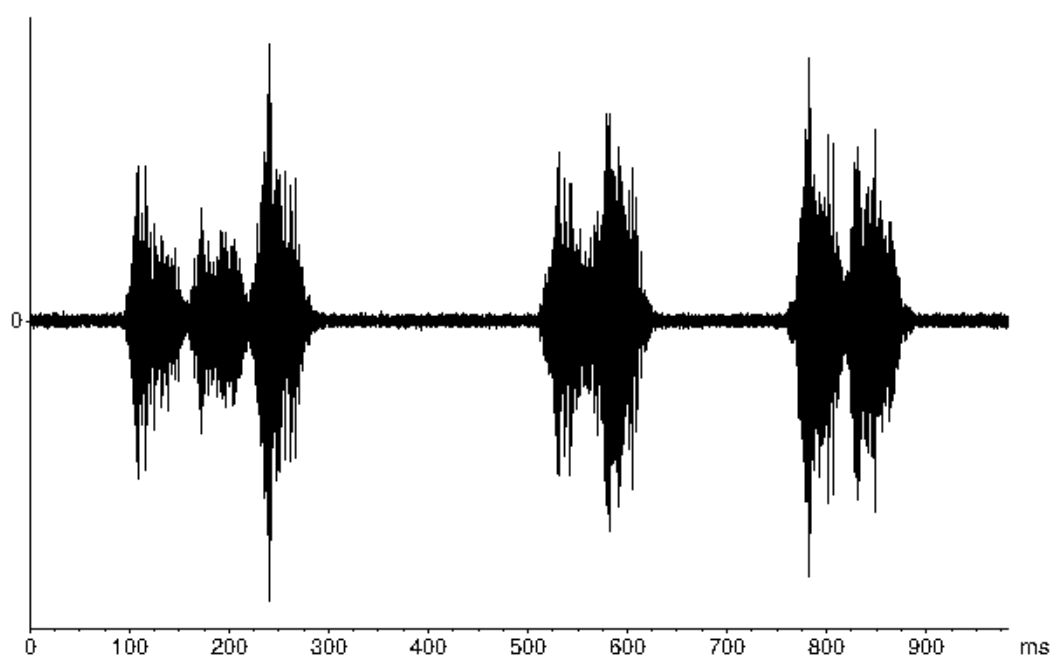


Figura 4.1.3.8. Canto de cortejo formado por 3 esquemas. (Cantos: Astr2.mp3)

Los cantos pueden estar formados por una única sílaba simple o por varios esquemas; por lo que su duración es muy variable: el valor medio es de $0,374 \pm 0,18$ s, el valor mínimo encontrado es de 0,041 s, en un canto formado por una única sílaba y el valor máximo es de 1,12, (tabla 1, apéndice III.II)

La duración media de las sílabas simples es de 0,059 s, (tabla 2, apéndice III.II, figura 4.1.3.9).

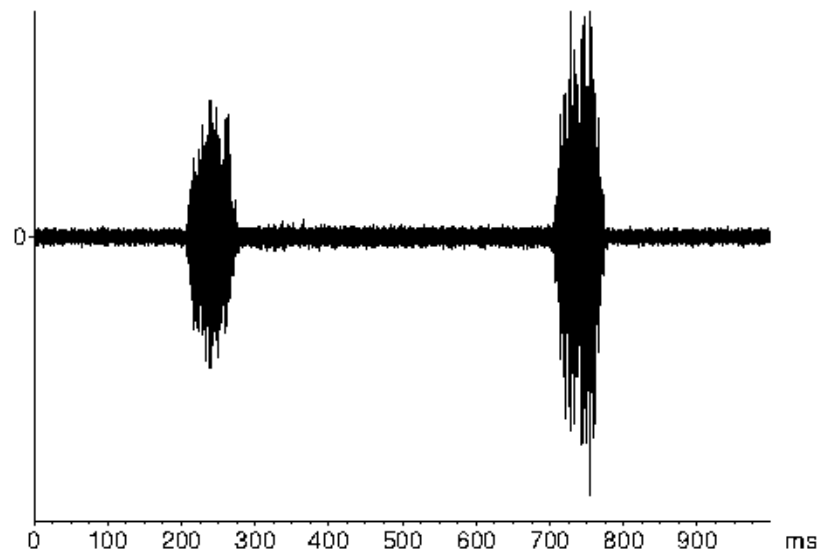


Figura 4.1.3.9. Canto de cortejo formado por dos sílabas. (Cantos: Astr3.mp3)

Los esquemas formados por dos sílabas presentan una duración media de $0,107 \pm 0,006$ s (tabla 3, apéndice III.II.; figura 4.1.3.10).

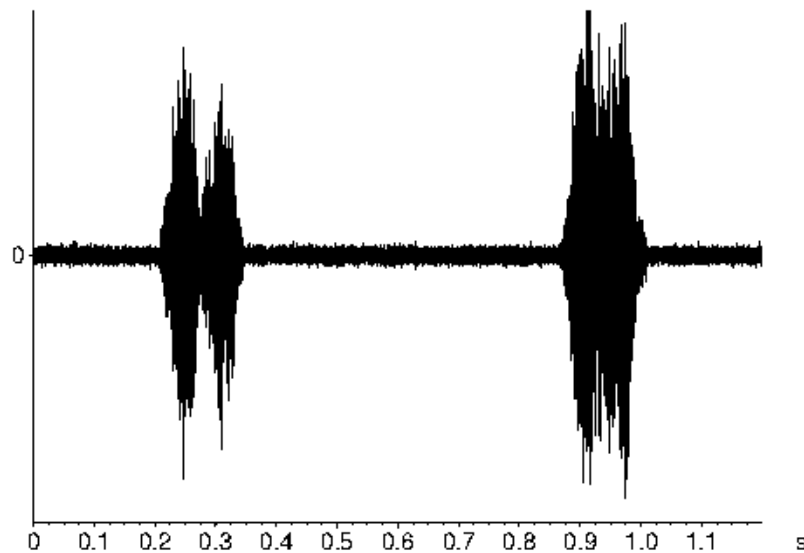


Figura 4.1.3.10. Canto de cortejo formado por dos esquemas. (Canto Astr4.mp3)

Los esquemas formados por 3 sílabas (figura 4.1.3.11) presentan una duración media de $0,186$ s (tabla 4, apéndice III.II).

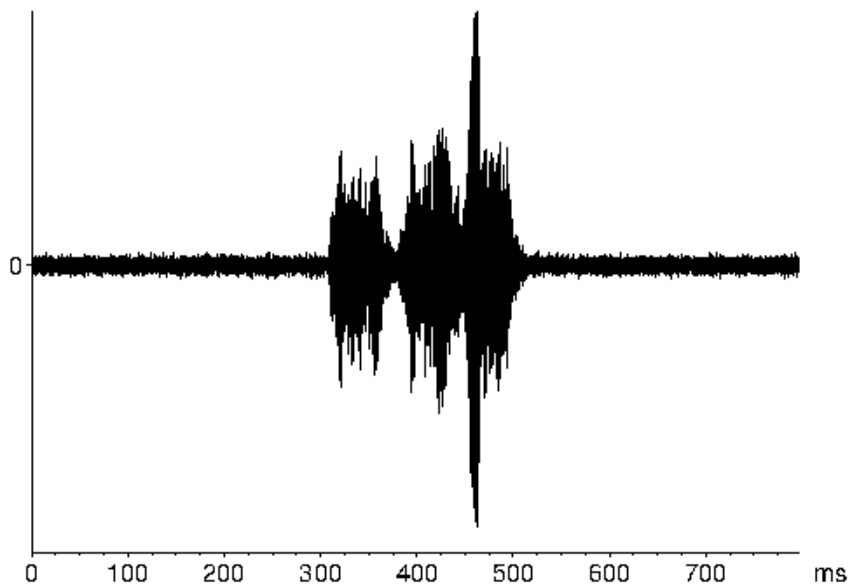


Figura 4.1.3.11. Ecuema formado por 3 sílabas. (Cantos: Astr5.mp3)

La frecuencia de los componentes del canto se mantiene estable a lo largo del tiempo (figura 4.1.3.12).

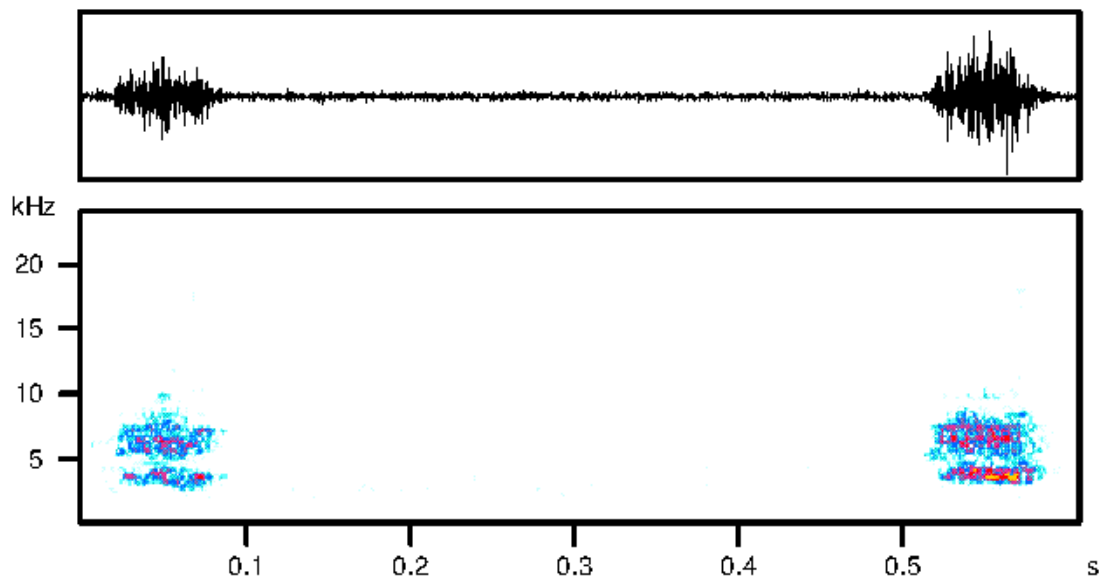


Figura 4.1.3.12. Sonograma de un canto formado por dos sílabas simples.

La frecuencia inferior media del canto es 3643 ± 537 Hz, la frecuencia superior es 7973 ± 600 Hz, siendo la amplitud de banda media de 4393 ± 180 Hz (tablas 5, 6 y 7, apéndice III.II).

En esta banda aparecen dos picos de frecuencia. El primero, con un valor medio de 4021 ± 549 Hz (tabla 8, apéndice III.II), es el pico de frecuencia de máxima intensidad en un 48% de los elementos estudiados (figura 4.1.3.13)

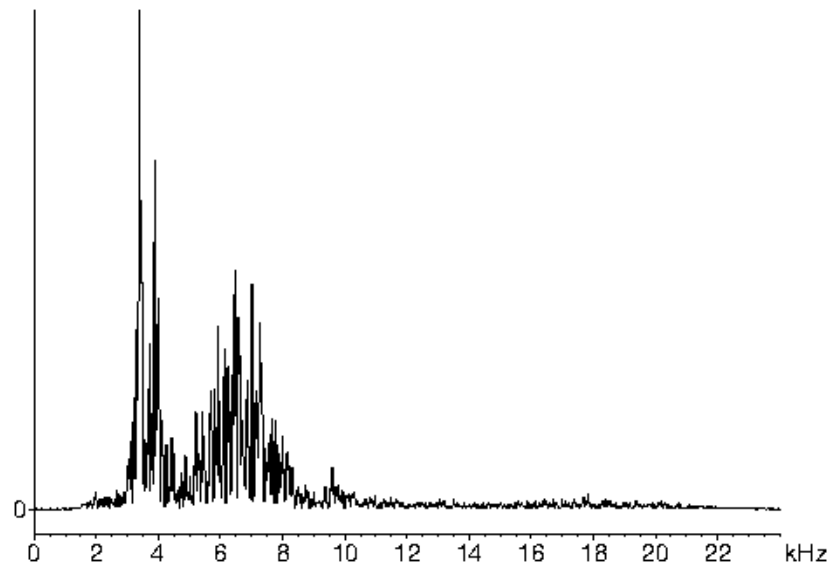


Figura 4.1.3.13. Espectrograma de frecuencias, el pico 1 de frecuencia es el pico principal.

El pico 2, con un valor de 6507 ± 778 Hz (tabla 9, apéndice III.II), aparece como pico principal en un 52% de los elementos estudiados (figura 4.1.3.14).

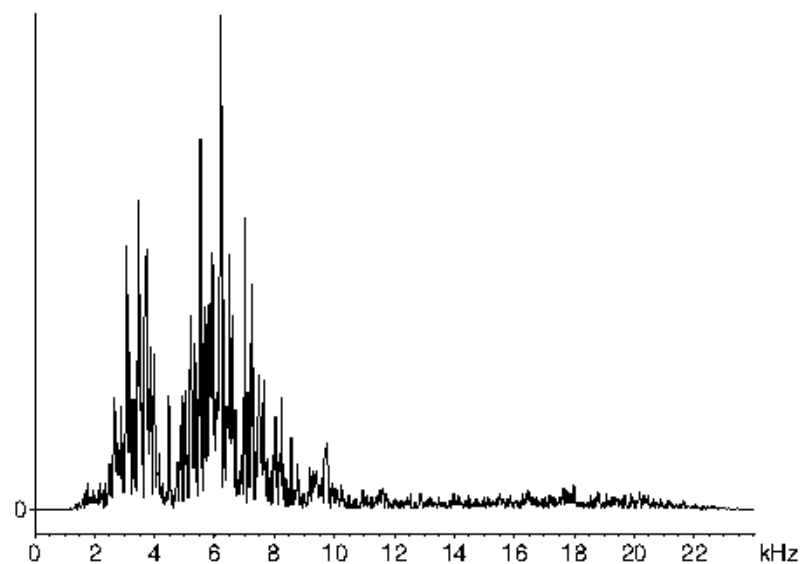


Figura 4.1.3.14. Espectrograma de frecuencias, el pico 2 de frecuencia es el pico principal.

La distribución de la energía media en la señal es la siguiente: cuartil inferior 4643 ± 502 Hz, cuartil medio 6617 ± 214 Hz, cuartil superior 8160 ± 573 Hz (tablas 10, 11 y 12, apéndice III.II).

Comportamiento

Al interactuar dos individuos de esta especie realizan movimientos de subida y bajada de una o ambas patas posteriores (figura 4.1.3.15)

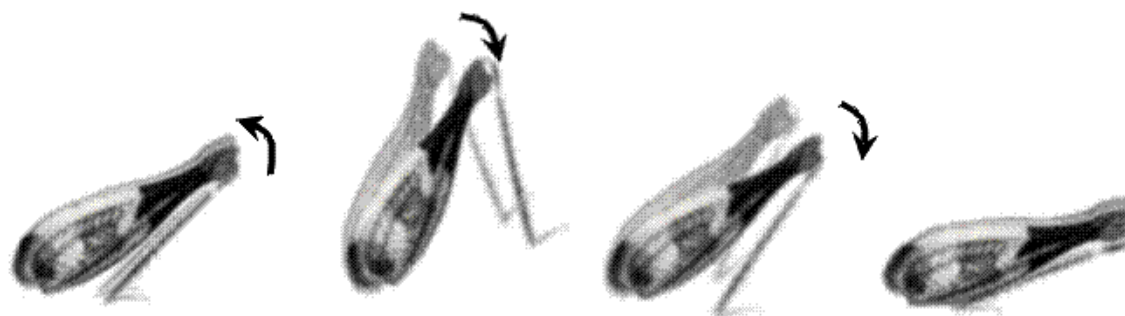


Figura 4.1.3.15. Movimiento realizado con las patas posteriores realizado cuando interactúan dos individuos.

Durante las interacciones, cuando un macho es molestado por otro individuo, macho o hembra, incluyendo cuando un macho trata de copular con otro, produce el canto de interacción golpeando los tarsos de las patas posteriores contra el sustrato de forma alternada (figura 4.1.3.16; Vídeos: Astrepens1.mpg y Astrepens2.mpg).

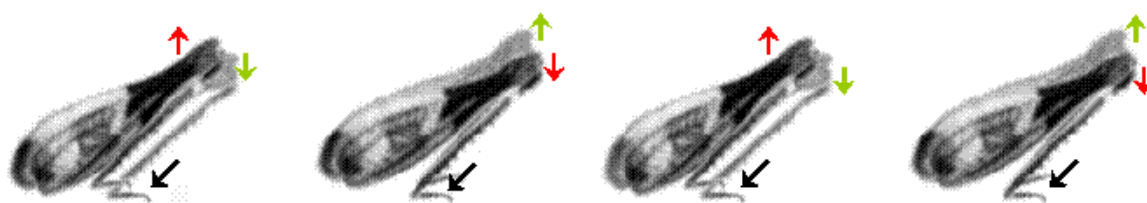


Figura 4.1.3.16. Movimiento realizado durante el canto de interacción.

El movimiento es tan rápido que se puede descartar que sea utilizado también como una señal visual, por lo que los machos de esta especie expresan rechazo y agresividad mediante una señal sonora, sonido de percusión y

mediante señales visuales como elevaciones de uno o ambos fémures posteriores al mismo tiempo o de forma alternada (figura 4.1.3.17).



Figura 4.1.3.17. Macho eleva los fémures posteriores cuando otro se aproxima.

Durante el desarrollo de estos movimientos, tanto en machos como en hembras, se ponen de manifiesto las manchas oscuras que presenta esta especie en el interior de los fémures posteriores lo que provoca que el movimiento sea más conspicuo.

Cuando un macho trata de copular con una hembra se aproxima y se sitúa perpendicular a ella, en esta posición emite uno o varios cantos que puede intercalar con otros movimientos realizados con las patas posteriores como elevación de uno de los fémures y extensión de la tibia, que es el movimiento que aparece más frecuentemente; si la elevación de la tibia es brusca y choca con la tegmina puede producir un clic.

Cuando el canto es muy breve, el macho suele realizar varios cantos antes de abordar a la hembra, a no ser que ella se aleje de forma rápida, por ejemplo de un salto, y el macho desista de seguirla dando de esta manera fin a un cortejo con el que no consiguió su objetivo.

Tras los cantos el macho salta o se sube encima de la hembra a no ser que la hembra exprese rechazo con movimientos de elevación de uno o ambos fémures posteriores (figura 4.1.3.18) o extensión de las tibias posteriores (Vídeos: *Astrepens3.mpg*).



Figura 4.1.3.18. Hembra eleva los fémures posteriores cuando un macho se aproxima.

Se han observado ocasiones en las que el individuo junto al que el macho emitía el canto de cortejo era del mismo sexo. En estas situaciones el macho, tras situarse perpendicular al otro macho y emitir el canto de cortejo, provoca en éste la producción del sonido de interacción, lo que puede llevar al macho que corteja a desistir o no (Vídeos: Astrepens4.mpg).

Para realizar el canto de cortejo el macho eleva ambos fémures posteriores y después realiza un movimiento en tijera para después bajar ambos fémures (figura 4.1.3.19; Vídeos: Astrepens3.mpg)

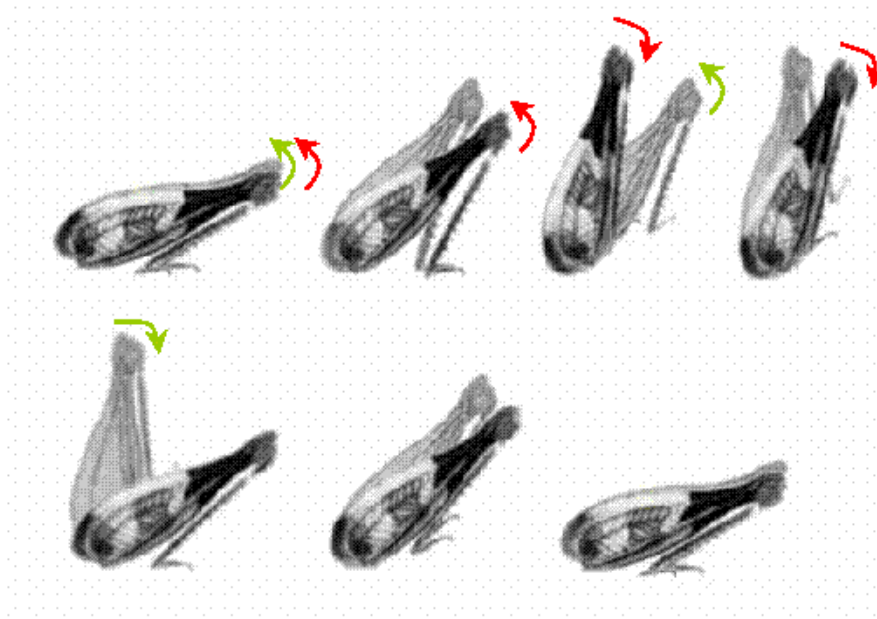


Figura 4.1.3.19. Movimiento realizado con los fémures posteriores durante el canto de cortejo.

4.1.4. *Aiolopus thalassinus* (Fabricius, 1781)

Biología:

Su distribución abarca toda la Península Ibérica, desde el nivel del mar hasta los 1200 m de altitud.

A pesar de que esporádicamente puede encontrarse en medios subséricos, tiene una clara preferencia por los lugares húmedos o pantanosos: cerca de cursos de agua, encharcamientos y cultivos de regadío.



Figura 4.1.4.1 Macho: *A. thalassinus*

Se puede encontrar en estado adulto todo el año

Producción de sonido:

En esta especie se ha detectado tres formas de producción de sonido mediante crepitación, percusión y mediante estridulación.

Respecto a la forma de producción de sonido mediante percusión con el abdomen que indica Dumortier (1963a), no ha sido observada.

Referencias: Yersin (1854), Dumortier (1963a), Jacobs (1950).

Material utilizado:

Se ha estudiado el canto de 4 individuos capturados y grabados en las siguientes localidades:

- **Macho 1: Capturado:** Montañana. Zaragoza. 25 y 27/10/2002. **Grabado:** Facultad de Biología, Campus de Espinardo desde 28/10/2002 hasta el 6 /11/2002.

- **Macho 2: Capturado:** Montañana. Zaragoza. 25 y 27/10/2002. **Grabado:** Facultad de Biología, Campus de Espinardo desde 28/10/2002 hasta el 6/11/2002.
- **Macho 3: Capturado:** Doñana. El Martinazo. Marismas. 19/07/2002. (Huelva). **Grabado:** Huelva el 20/07/2002.
- **Macho 4: Capturado:** Doñana. El Martinazo. Marismas. 19/07/2002. (Huelva). **Grabado:** Huelva el 20/07/2002.

Los registros analizados han sido:

- Cinta 7/2002 ID1 ID2 ID3.
- Cinta 7/2002 ID 1 ID 2.
- Cinta 15 ID1.
- Cinta 16 ID2.

La temperatura durante las grabaciones ha oscilado entre los 25 – 35 °C. Estas temperaturas han sido tan oscilantes porque los individuos han sido grabados y capturados en lugares y en fechas muy distintas y se ha intentado adecuar la temperatura de grabación a las temperaturas alcanzadas en las fechas donde han sido capturados los individuos.

Los filtros de frecuencias utilizados y las medidas de frecuencia tomadas han sido:

- **Sonido producido por percusión:** Se ha analizado un total de 14 esquemas, pertenecientes a los machos 1, 2, 3 y 4, utilizando un filtro de paso de banda entre 500 y 15000 Hz. Se han tomado 4 medidas de frecuencia por cada esquema.
- **Sonido producido por estridulación:** Se ha analizado 1 canto perteneciente al macho 3, utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 2000 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada elemento que forma el canto.

Crepitación

Durante los muestreos se escuchó producción de sonido mediante crepitación por parte de los machos de esta especie. Sin embargo, este sonido no fue registrado durante las grabaciones puesto que el tamaño de la jaula respecto al tamaño de los machos de esta especie era demasiado pequeño, impidiéndoles realizar vuelos y, por lo tanto, crepitar.

Yersin (1854) hace referencia a esta forma de producción de sonido, pero no la describe.

Sonido producido por percusión: canto de interacción

Tanto machos como hembras realizan sonido por percusión, aunque sólo se ha registrado el producido por los machos.

La dificultad que tiene su grabación es debido a que es un sonido de intensidad muy baja y sólo cuando el individuo lo realiza a poca distancia del micrófono ha sido posible registrarlo. Muchos de los registros obtenidos no han podido ser analizados debido a que la relación señal/ruido era demasiado pequeña.

Este tipo de canto está formado por un número variable de esquemas (figura 4.1.4.2), que depende de la duración de la interacción entre los individuos.

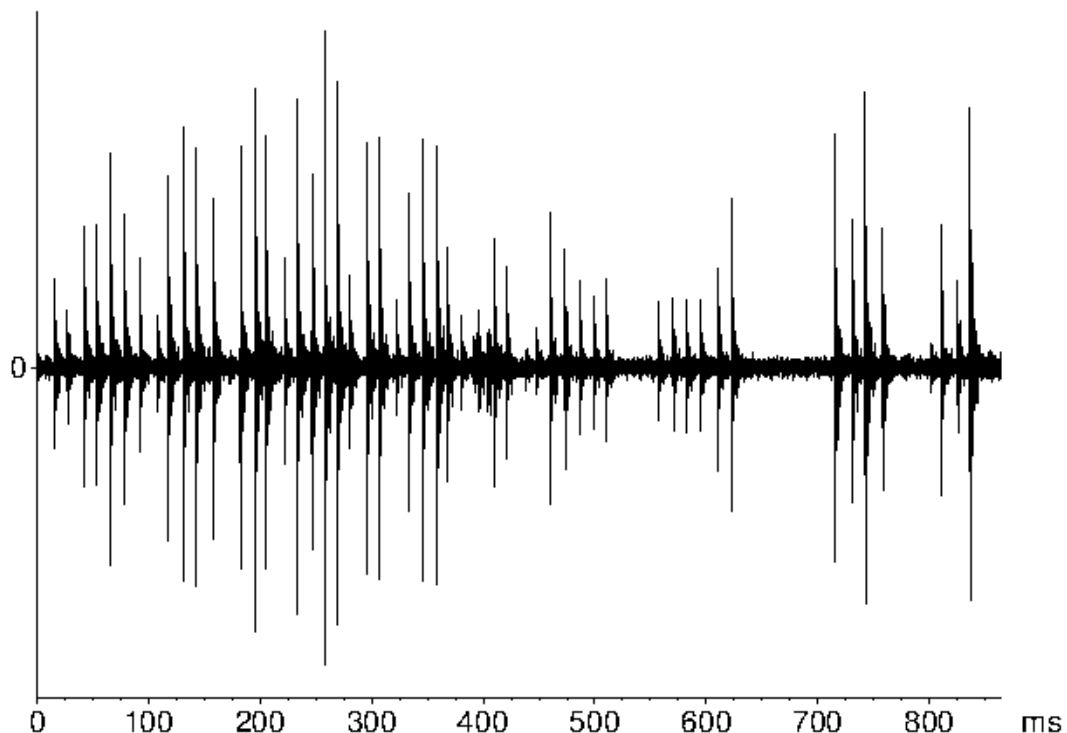


Figura 4.1.4.2. Varios esquemas del canto de interacción (Cantos: Ath1.mp3).

La duración media de los esquemas es de $0,149 \pm 0,075$ s (tabla 1, apéndice IV.I); el número medio de sílabas que presenta es de $10,75 \pm 5,679$ s (tabla 2, apéndice IV.I). Estos dos parámetros se encuentran relacionados entre sí (figura 4.1.4.3), siendo el coeficiente de correlación de Pearson entre ellos de 0,969.

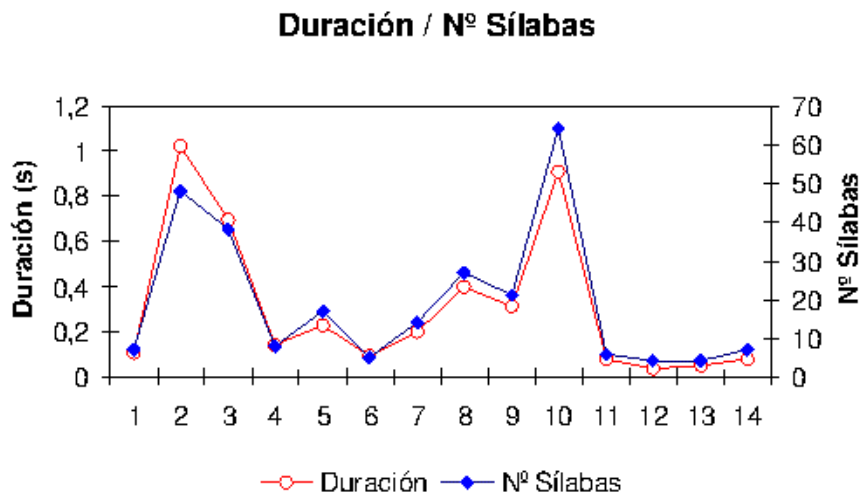


Figura 4.1.4.3. Relación entre la duración del canto y el número de sílabas que lo forman.

La tasa media de producción de sílabas es de $64,38 \pm 10,3$ sílabas por segundo (tabla 3, apéndice IV.I).

El intervalo entre sílabas presenta una duración media de $0,017 \pm 0,004$ s (tabla 4, apéndice IV.I; figura 4.1.4.4)

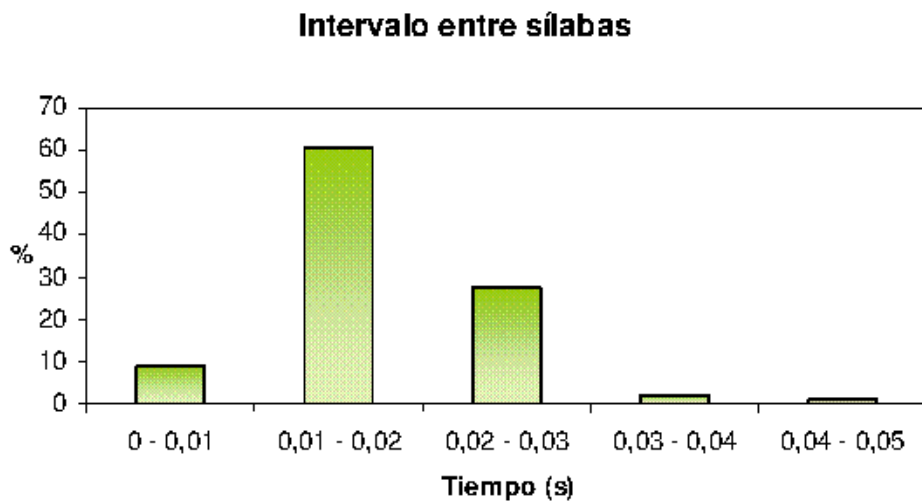


Figura 4.1.4.4. Intervalo entre sílabas de todos los esquemas estudiados.

La frecuencia se mantiene estable a lo largo del tiempo en el esquema (figura 4.1.4.5).

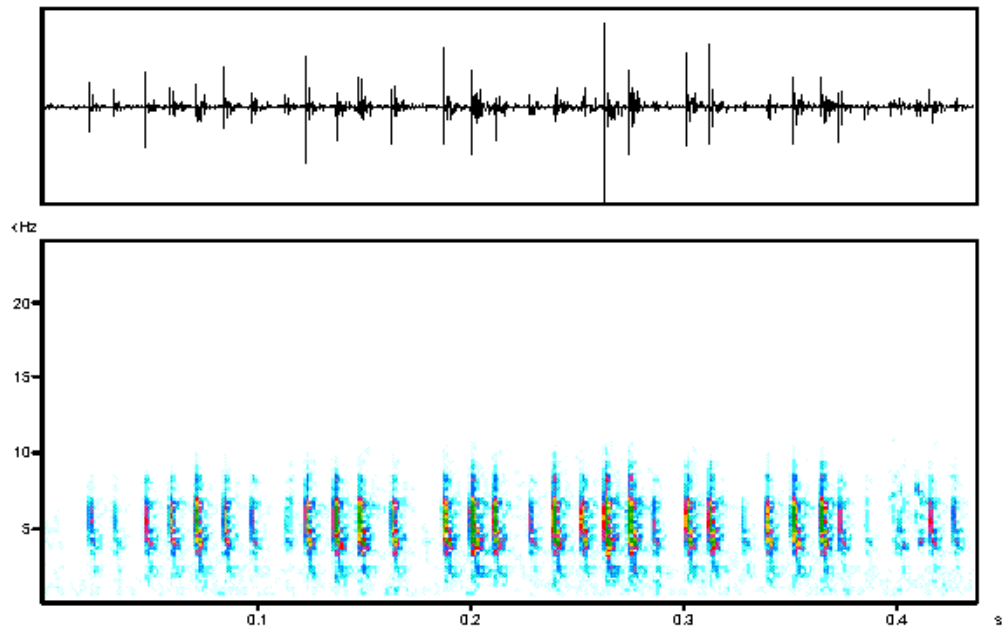


Figura 4.1.4.5. Sonograma de un esquema producido por percusión.

La frecuencia inferior media del canto es 1393 ± 1085 Hz, la frecuencia superior presenta un valor medio de 8260 ± 1287 Hz, siendo la amplitud de banda media 8575 ± 1633 Hz (tablas 5, 6 y 7; apéndice IV.I)

En esta banda no aparece un pico de frecuencia claro (tabla 8; apéndice IV.I). Aunque en muchas medidas aparece una frecuencia de mayor intensidad alrededor de los 3000 Hz (figura 4.1.4.6), en ocasiones se ha encontrado entre los 5000 y 8000 Hz (figura 4.1.4.7). Siendo el valor medio de los distintos valores encontrados, 4218 ± 1694 Hz, muy poco representativo.

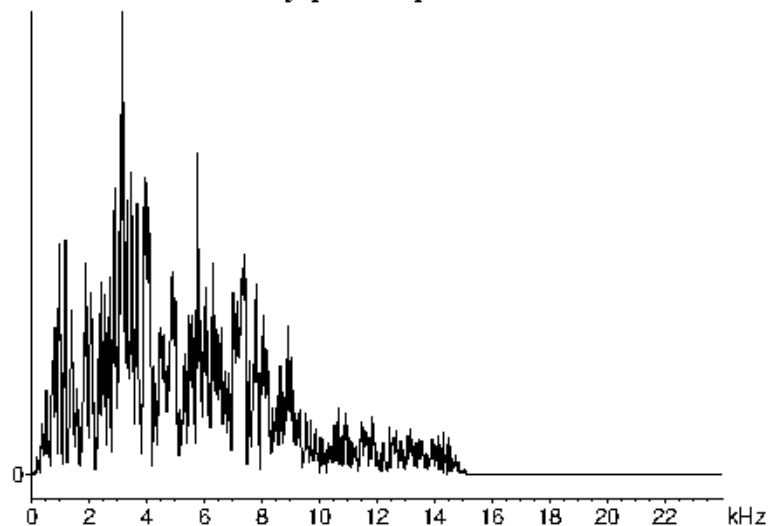


Figura 4.1.4.6. Espectrograma de frecuencia del canto de interacción

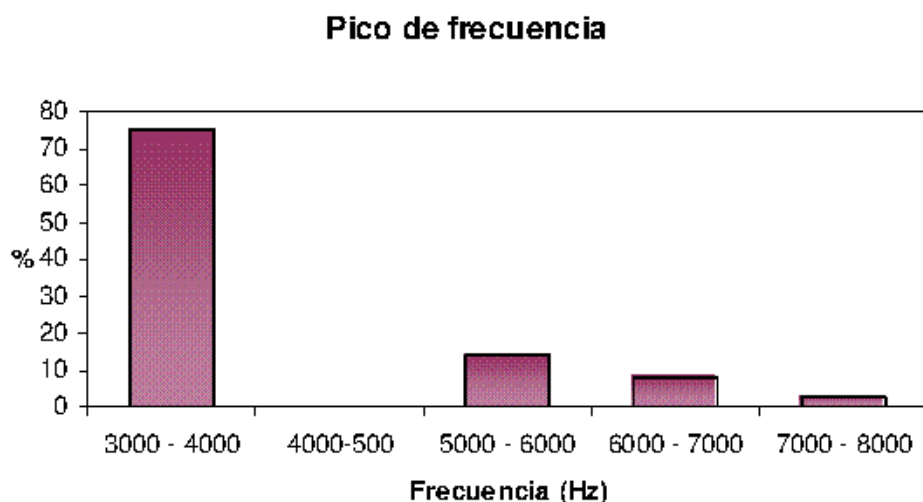


Figura 4.1.4.7. Picos de frecuencia en el canto de interacción.

La energía media de la señal dada por los cuartiles es: cuartil inferior medio 3760 ± 939 Hz (tabla 9; apéndice IV.I), cuartil medio 5490 ± 1240 Hz (tabla 10, apéndice IV.I) y el superior 7095 ± 794 Hz (tabla 11; apéndice IV.I)

Sonido producido por estridulación: canto de cortejo

El canto producido mediante estridulación ha sido registrado en una ocasión cuando un macho trataba de copular con una hembra, por lo que puede ser considerado como canto de cortejo. Sin embargo, es un canto que no utilizan de forma frecuente puesto que han sido registrados 38 intentos de cópula entre individuos del mismo y de sexo contrario en los que no se ha producido este tipo de canto.

El canto que ha sido registrado está formado por una sílaba y un esquema, (figura 4.1.4.8).

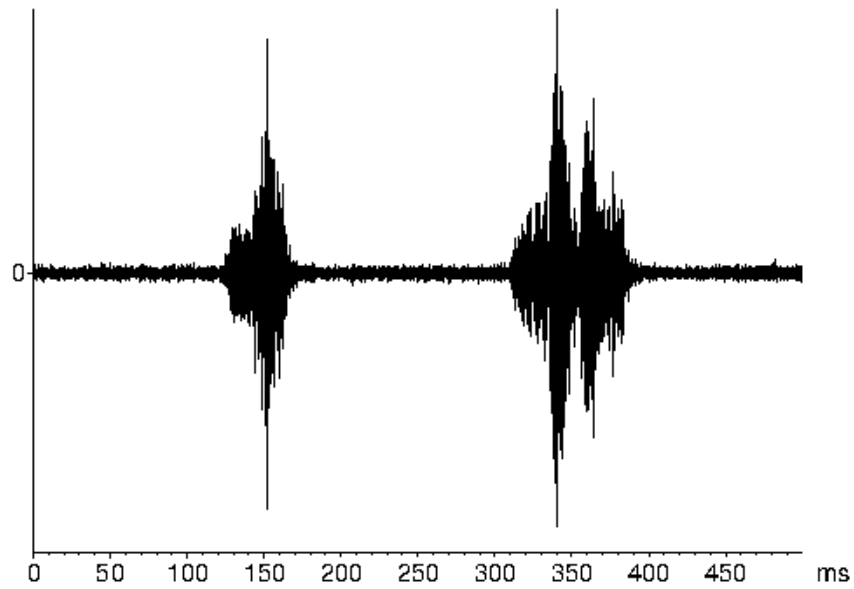


Figura 4.1.4.8. Oscilograma del canto de cortejo (Cantos: Ath2.mp3)

La duración total del canto es de 0,264 s, el equema tiene una duración de 0,077 s y la sílaba tiene una duración de 0,044 segundos.

El espectro de frecuencia es similar en todo el canto (figura 4.1.4.9)

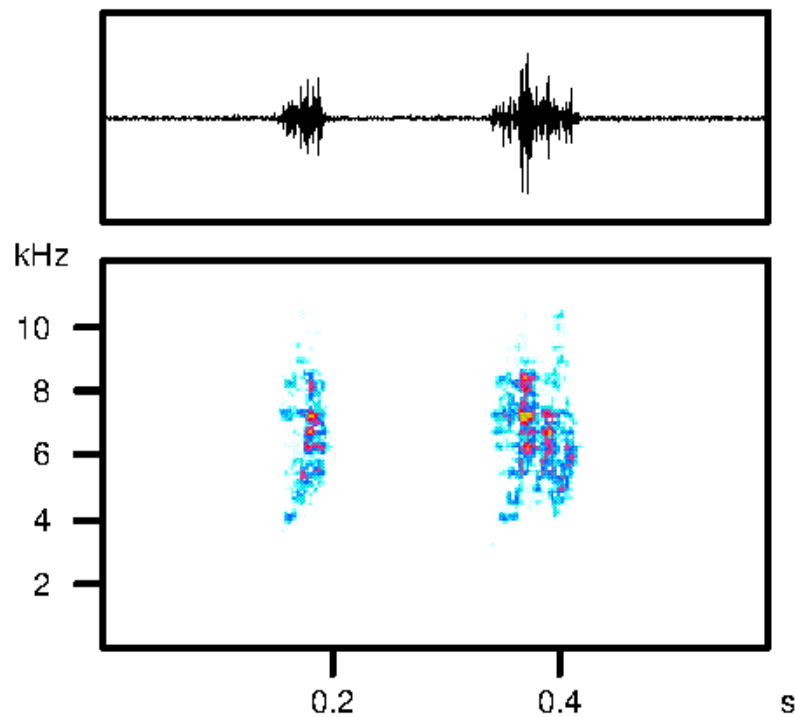


Figura 4.1.4.9. Sonograma del canto de cortejo

La frecuencia inferior media es de 4173 ± 261 Hz y la superior es de 9207 ± 953 Hz. La amplitud de banda media es de 5027 ± 1025 Hz (figura 10).

En esta banda hay un pico de frecuencia con un valor medio de 6953 ± 306 Hz, acompañado de otros picos de menor intensidad alrededor de los 6000 y 8000 Hz (figura 4.1.4.10).

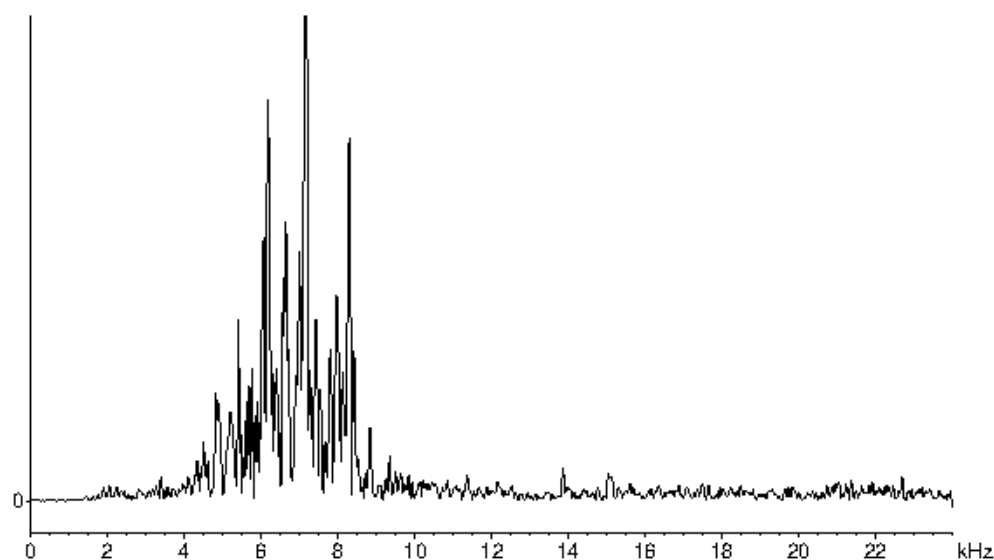


Figura 4.1.4.10. Espectrograma del canto de cortejo.

El cuartil inferior medio presenta un valor 5910 ± 233 Hz, el cuartil medio 7050 ± 233 Hz y el superior es de 9057 ± 1025 Hz.

Comportamiento

Esta especie ha sido una de las más conflictivas a la hora de trabajar con ella. Posiblemente debido a que viven en ambiente muy húmedos son muy sensibles a las condiciones de cautividad y, aunque se trataba de mantener los insectarios con alta humedad introduciendo algodones empapados en agua, la mortalidad durante los primeros días era muy alta.

Los machos de esta especie, cuando interactúan entre sí, realizan movimientos de subida y bajada de las patas posteriores (figuras 4.1.4.11 y 4.1.4.12) que pueden intercalar con el canto de interacción producido mediante el golpeteo del sustrato (Videos: *Athalassinus1.mpg*).

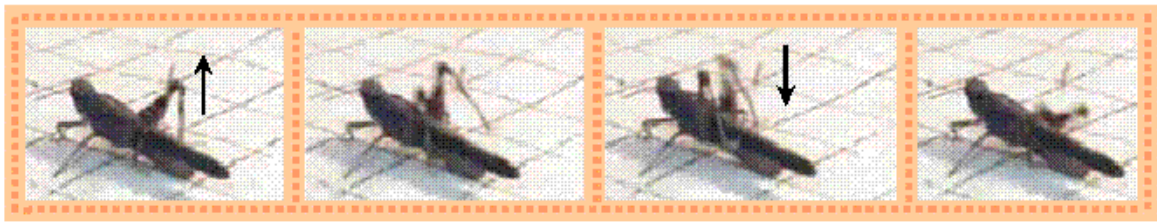


Figura 4.1.4.11. Un macho eleva y baja las patas posteriores cuando se encuentra con otro.

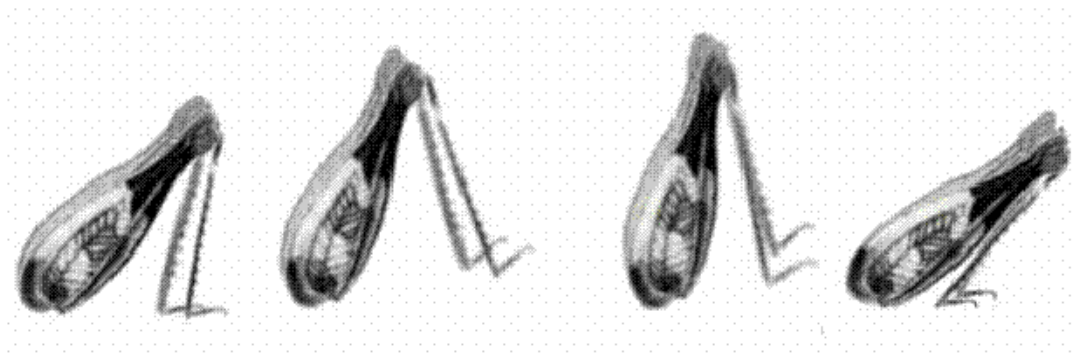


Figura 4.1.4.12. Movimiento realizado con las patas posteriores.

El golpeteo del sustrato lo realizan con los tarsos de las patas posteriores, que mueven de forma alternativa (figura 4.1.4.13; Vídeos: Athalassinus2.mpg).

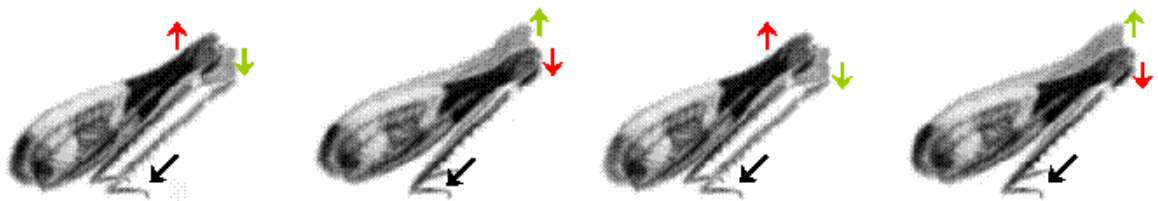


Figura 4.1.4.13. Movimiento de las patas posteriores para golpear el sustrato con los tarsos.

Las hembras también realizan este golpeteo del sustrato, siendo frecuente cuando un macho trata de copular y la hembra lo rechaza (Vídeos: Athalassinus3.mpg).

En cuanto al comportamiento realizado por un macho antes de intentar la cópula, es variable. Puede ocurrir que intente copular tras interactuar con otro macho subiendo y bajando las patas posteriores (Vídeos: Athalassinus4.mpg); puede también subir directamente encima del otro individuo (Vídeos: Athalassinus5.mpg) o emitir el canto de cortejo.

Sin embargo, dentro de la variabilidad, lo más frecuente es que el macho que trata de copular combine movimientos de subir y bajar las patas posteriores con la extensión de las tibias posteriores (Vídeos: *Athalassinus6.mpg* y *Athalassinus7.mpg*).

Según Dumortier (1963a) el sonido de cortejo se limitaba al producido por los machos cuando realizan la extensión de la tibia. Es cierto que la extensión de la tibia es frecuente antes del salto para tratar la cópula pero no siempre ocurre y sólo produce un breve clic.

Respecto a los movimientos realizados con las patas posteriores para emitir el canto de cortejo, no han podido ser determinados puesto que en las imágenes que se registraron no se observaban, con claridad, las patas posteriores.

Yersin (1854) indica que en esta especie cuando varios machos se encuentran realizan movimientos de subir y bajar las patas posteriores, y que cuando un macho se aleja comienza a realizar movimientos estriduladores, que consisten en vibrar las patas posteriores con un movimiento rápido. Según Yersin (1854) esta estridulación la repite mientras se está alejando y cada vez utiliza una de las patas posteriores.

Este comportamiento que describe no ha sido observado, creemos que cómo ocurre durante las interacciones entre machos, o inmediatamente después, Yersin (1854) hace referencia al canto de interacción, pero resulta extraño puesto que indica que lo realizan casi siempre con uno de los fémures posteriores.

4.1.5. *Calephorus compressicornis* (Latreille, 1804)

Biología:

Esta especie se distribuye por toda la Península Ibérica, aunque aparece con más frecuencia en las regiones litorales, tanto atlánticas como mediterráneas.

Se puede encontrar desde el nivel del mar hasta los 1500 m

Habita zonas soleadas con sustratos arenosos. En praderas de terófitos en las riberas de los lagos, embalses o cursos fluviales de corriente lenta.

Permanece en estado adulto desde junio a diciembre.



Figura 4.1.5.1. Hembra: *C. compressicornis*

Producción de sonido:

En esta especie se han registrado tres tipos de sonido, uno producido mediante crepitación y dos mediante estridulación.

De los dos tipos de cantos producidos por estridulación uno aparece como canto de interacción y el otro como canto de cortejo.

Referencias: Bellman & Luquet (1995)

Material utilizado:

Se ha registrado producción de sonido en 6 machos que han sido capturados y grabados en las siguientes localidades:

- Macho 1: **Capturado:** Playa Camarón Chipiona (Cádiz) 18/07/2002. **Grabado:** Huelva el 19 y 20/07/2002.
- Macho 2: **Capturado:** Playa Camarón Chipiona (Cádiz) 18/07/2002. **Grabado:** Huelva el 19 y 20/07/2002.
- Macho 3: **Capturado:** Zahora. (Cádiz) 18/07/2002. **Grabado:** Huelva el 19 y 20/07/2002.

- Macho 4: **Capturado:** Playa Camarón Chipiona (Cádiz) 18/07/2002.
Grabado: Huelva el 19 y 20/07/2002.
- Macho 5: **Capturado:** Doñana. Marismas. Casa del Martinazo. (Huelva) 19/07/2002. **Grabado:** Huelva el 21 y 22/07/2002.
- Macho 6: **Capturado:** Embalse de Santillana. (Madrid). 18/09/2002.
Grabado: Sierra de Guadarrama. Madrid el 18/09/2002.

La temperatura durante las grabaciones ha oscilado entre 30 – 35 ° C

Los registros sonoros originales son:

- Cinta 16/2002 ID2, ID 3, ID 5,
- Cinta 7/2002 ID 0,
- Cinta9/2002 ID2, ID 3.
- Cinta 16/2003 ID3.

Los filtros de frecuencias utilizados y las medidas de frecuencia tomadas han sido:

- **Crepitación:** Se ha analizado un total de 3 esquemas pertenecientes a los machos 2 y 3, Para hacer el estudio de frecuencias se ha utilizado un filtro de paso de altas frecuencias a 1000 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada esquema.

- **Sonido producido por estridulación; canto de interacción:** Se ha analizado un total de 24 secuencias de esquemas pertenecientes a los machos 1, 3, y 4 utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 2500 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada tren de esquemas. Cuando el sonido está acompañado de golpeteo el filtro utilizado ha sido de paso de altas frecuencias a 1500 Hz.

- **Sonido producido por estridulación; canto de cortejo:** Se han analizado 5 cantos pertenecientes a los machos 1, 5 y 6 utilizando un filtro de paso de banda entre 3000 Hz y 16000 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada uno de los esquemas que forman los cantos.

Crepitación

Ha sido posible registrar el canto de crepitación de esta especie debido a que su reducido tamaño, en relación con la jaula de grabación, le permitía realizar cortos vuelos. Bellman & Luquet (1995) indican esta forma de producción de producción de sonido sin describirla.

El sonido producido por crepitación consiste en un esquema formado por siete sílabas (figura 4.1.5.2), cuya duración media es de $0,13 \pm 0,025$ s (tabla 1, apéndice V.I).

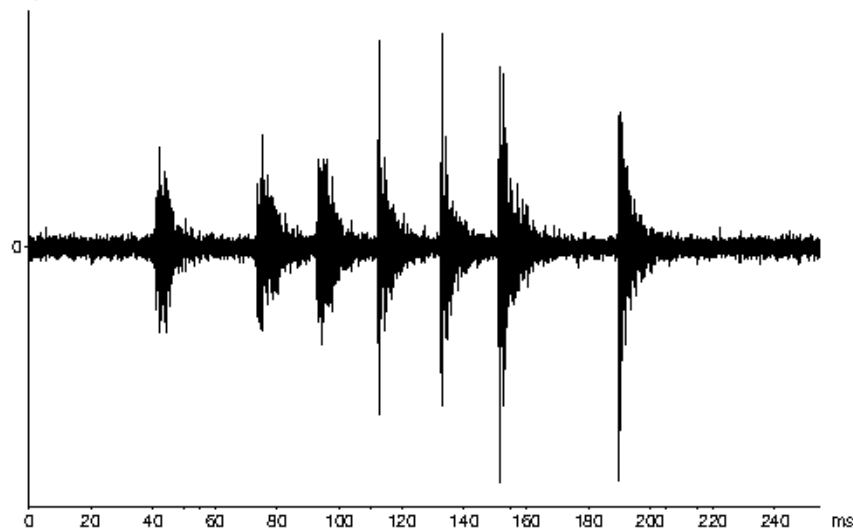


Figura 4.1.5.2. Crepitación. (Cantos: Ccom1.mp3).

El intervalo entre sílabas medio es de $0,02 \pm 0,001$ s (mín: 0,015 s, máx: 0,039 s; tabla 2, apéndice V.I), (figura 4.1.5.3).

Intervalo entre sílabas

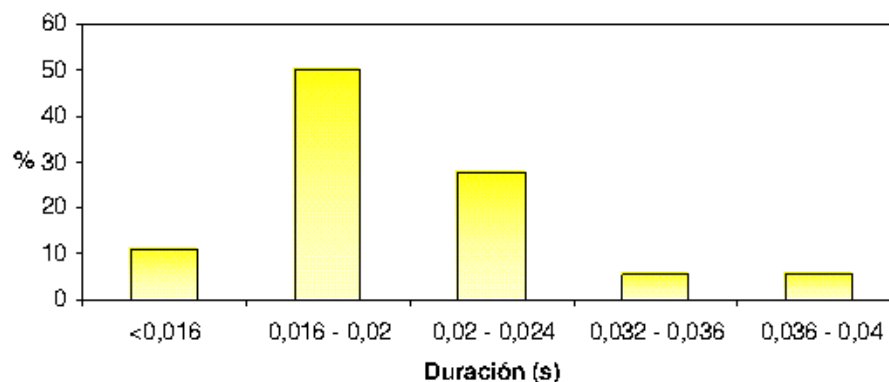


Figura 4.1.5.3. Intervalo entre las sílabas del canto de crepitación

La banda de frecuencias es muy amplia y desplazada hacia las altas frecuencias. La frecuencia inferior media del sonido es de 6060 ± 750 Hz (tabla 3, apéndice V.I), y la superior de 22468 ± 640 Hz (tabla 4, apéndice V.I), siendo la amplitud de banda media es de 16405 ± 1393 Hz (figura 4.1.5.4; tabla 5, apéndice V.I).

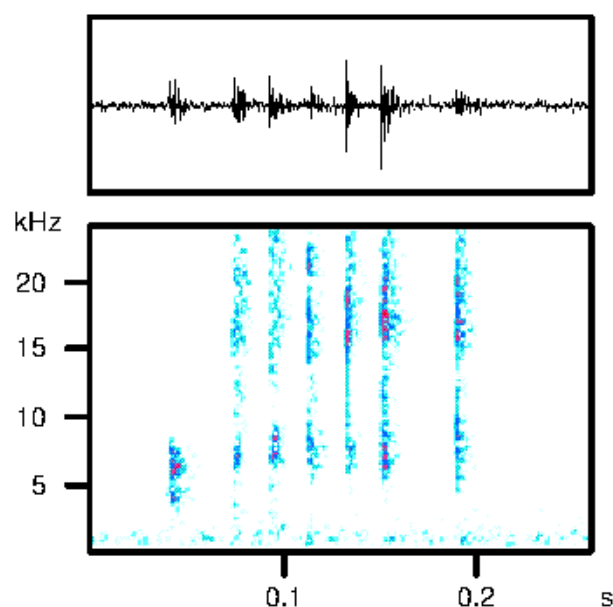


Figura 4.1.5.4. Sonograma del canto de crepitación.

En esta banda aparecen dos picos de frecuencia, el pico principal, pico 2, presenta un valor medio de 17093 ± 378 Hz (tabla 7, apéndice V.I); el segundo pico de frecuencia, pico 1, con menor intensidad, presenta un valor medio de 7670 ± 85 Hz (tabla 6, apéndice V.I, figura 4.1.5.5).

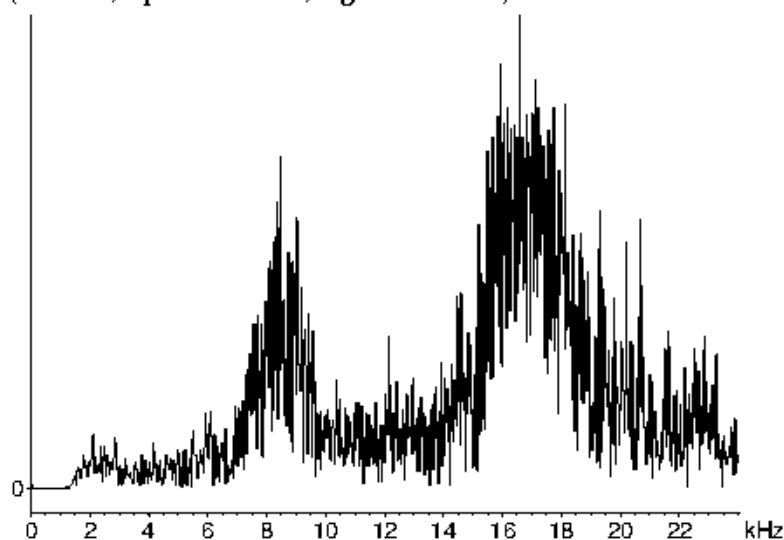


Figura 4.1.5.5. Espectrograma del sonido de crepitación.

La distribución de la energía de la señal es la siguiente: cuartil inferior medio 9063 ± 894 Hz, cuartil medio es 15623 ± 159 Hz, y el cuartil superior es 18840 ± 665 Hz (tablas 8, 9, 10, apéndice V.I.).

Sonido producido por estridulación: canto de interacción

Este canto es muy particular porque aunque es producido por estridulación puede ocurrir que el individuo en ocasiones también golpee el sustrato al mismo tiempo que realiza la estridulación resultando un sonido con características temporales y de frecuencia diferentes.

El canto de interacción consiste en secuencias de esquemas formados por un número variable de sílabas (figura 4.1.5.6).

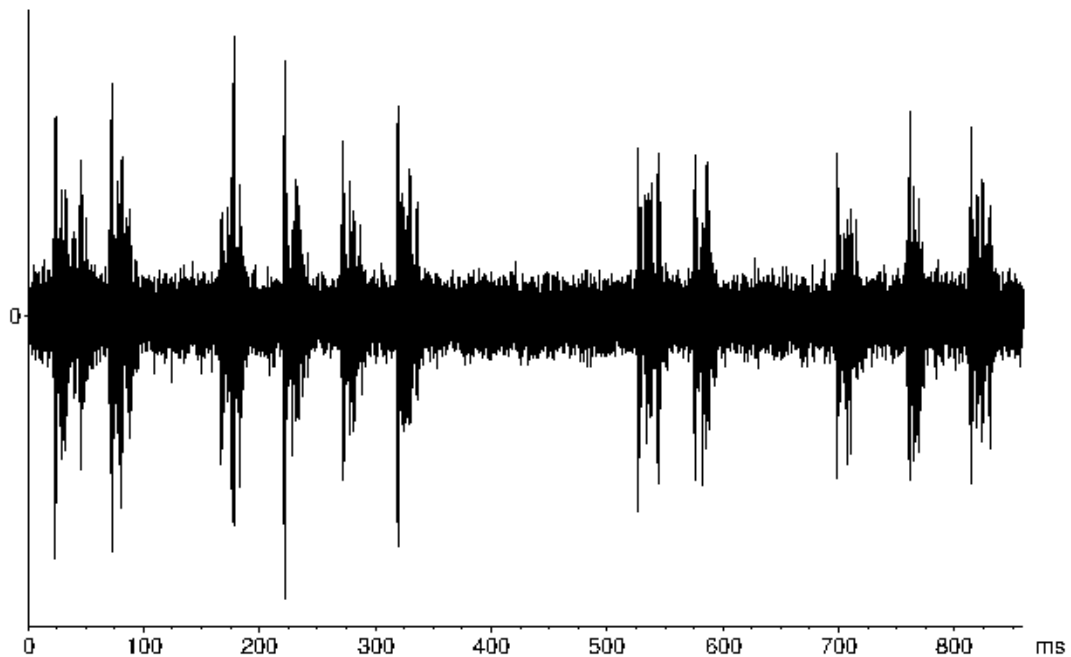


Figura 4.1.5.6. Interacción (Cantos: Ccom2.mp3)

La duración media de las secuencias de esquemas es de $0,189 \pm 0,096$ s (tabla 1, apéndice V.II), y el número medio de esquemas que lo forman es $3,167 \pm 2,201$ (tabla 2, apéndice V.II). Estos parámetros se encuentran muy relacionados (figura 4.1.5.7.) siendo el coeficiente de correlación de Pearson entre ambos 0,932.

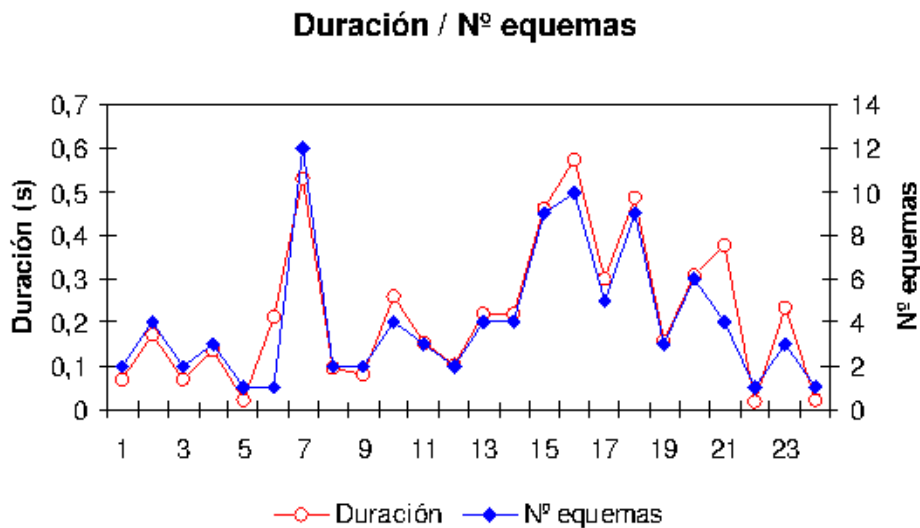


Figura 4.1.5.7. Relación entre la duración del tren y el número de equemas que lo forman.

La duración media de los equemas es de $0,023 \pm 0,003$ s (tabla 3, apéndice V.II) y la duración media silencio entre equemas oscila entre 0,016 s y 0,116 s (figura 4.1.5.8; tabla 4, apéndice V.II).

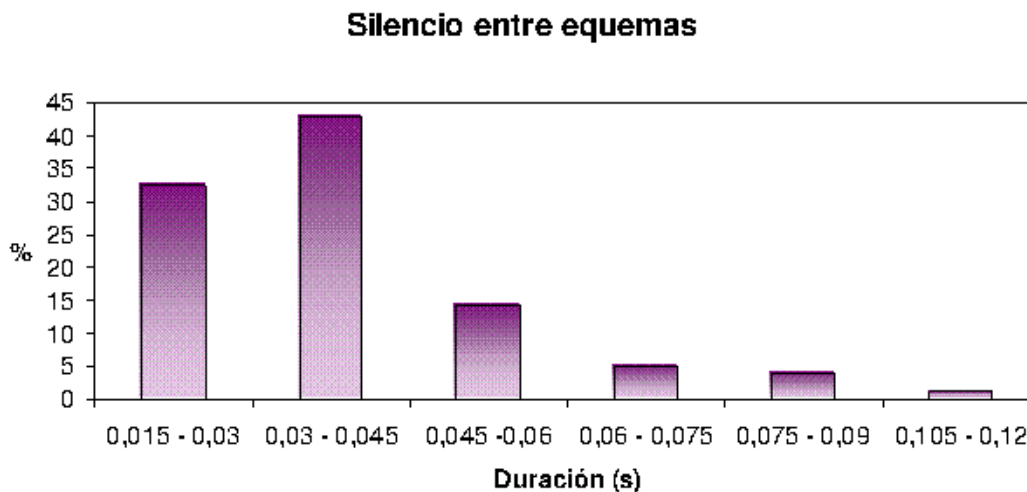


Figura 4.1.5.8. Duración del silencio entre equemas.

Los equemas presentan un espectro de frecuencia similar en todo el canto (figura 4.1.5.9)

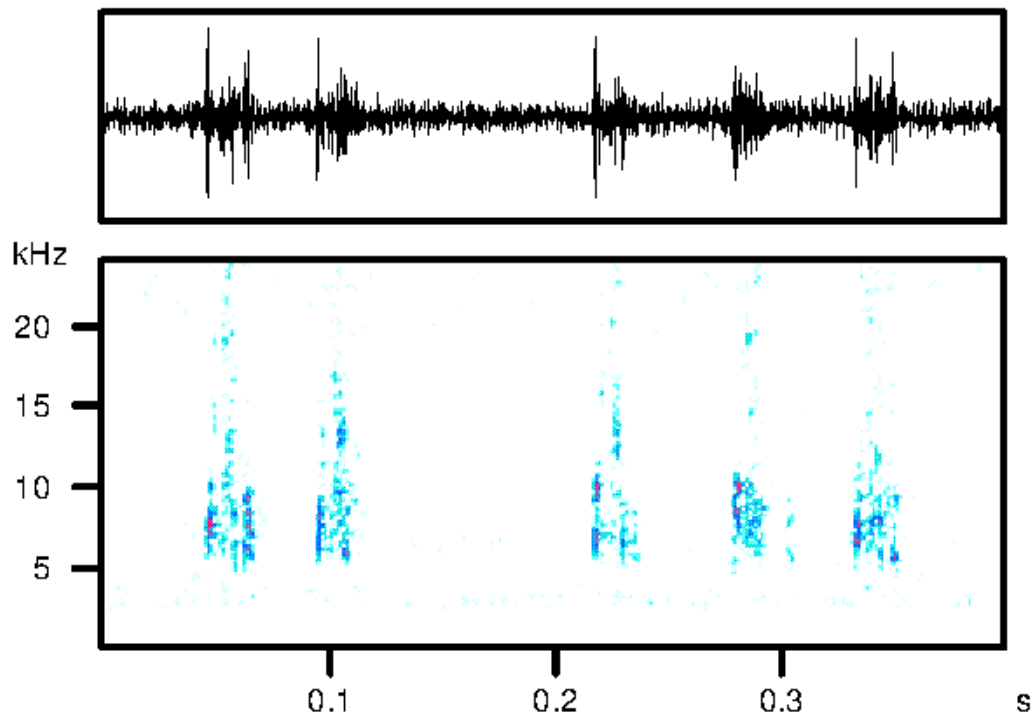


Figura 4.1.5.9. Sonograma de dos trenes de equemas

La frecuencia inferior media del canto es de 4752 ± 901 Hz (tabla 5, apéndice V.II), la superior es de 21018 ± 1110 Hz (tabla 6, apéndice V.II), siendo la amplitud de banda media de 15933 ± 1365 Hz (tabla 7, apéndice V.II).

En esta banda de frecuencia aparece un pico de frecuencia con un valor medio de 7285 ± 100 Hz (figura 4.1.5.10; tabla 8, apéndice V.II).

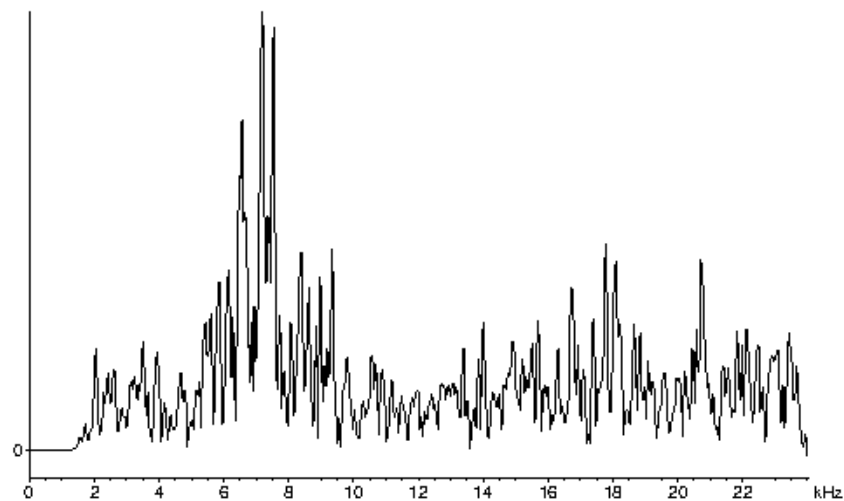


Figura 4.1.5.10. Espectrograma de frecuencias.

La distribución de la energía de la señal es: cuartil inferior 7010 ± 98 Hz, cuartil medio 9932 ± 1082 Hz y cuartil superior 16665 ± 919 Hz (tablas 9,10 y 11, apéndice V.II.).

Cuando la estridulación va acompañada del golpeteo del suelo con los fémures posteriores, en el oscilograma se puede observar cómo aparece el golpe como una sílaba de mayor intensidad en los esquemas o entre las sílabas (figura 4.1.5.11)

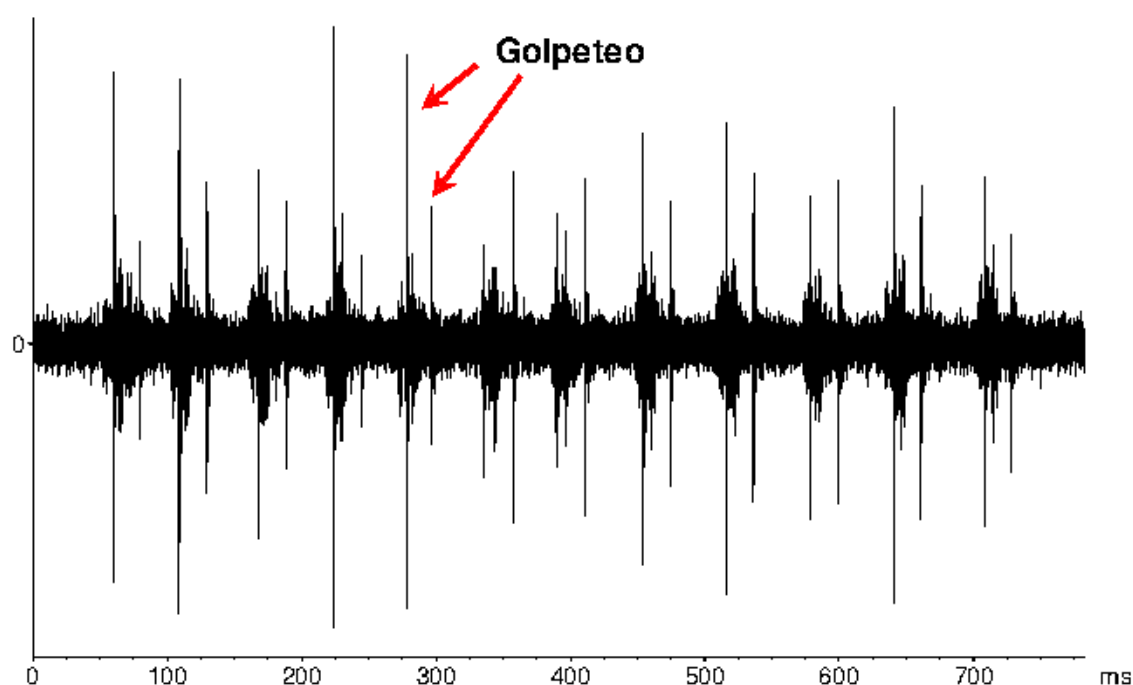


Figura 4.1.5.11. Canto de interacción con golpeteo (Cantos: Ccom3.mp3).

El golpe presenta mayor intensidad que el sonido producido por estridulación, predominando la frecuencia de esta señal sobre la frecuencia del canto producido por estridulación (figura 4.1.5.12).

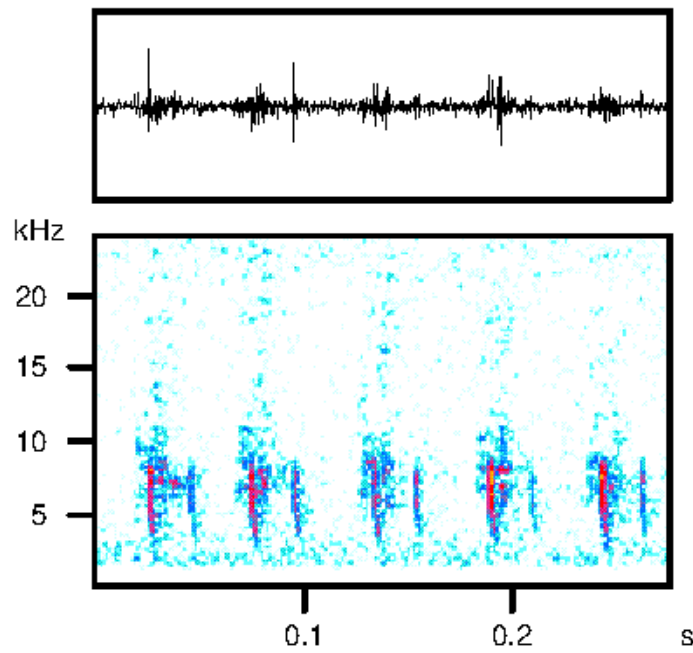


Figura 4.1.5.12. Sonograma del canto de interacción con golpeteo.

Continúa apareciendo un pico de frecuencia de alrededor de 7000 Hz, pero las frecuencias inferior y superior del canto son menores, siendo inferior la amplitud de banda del sonido (figura 4.1.5.13)

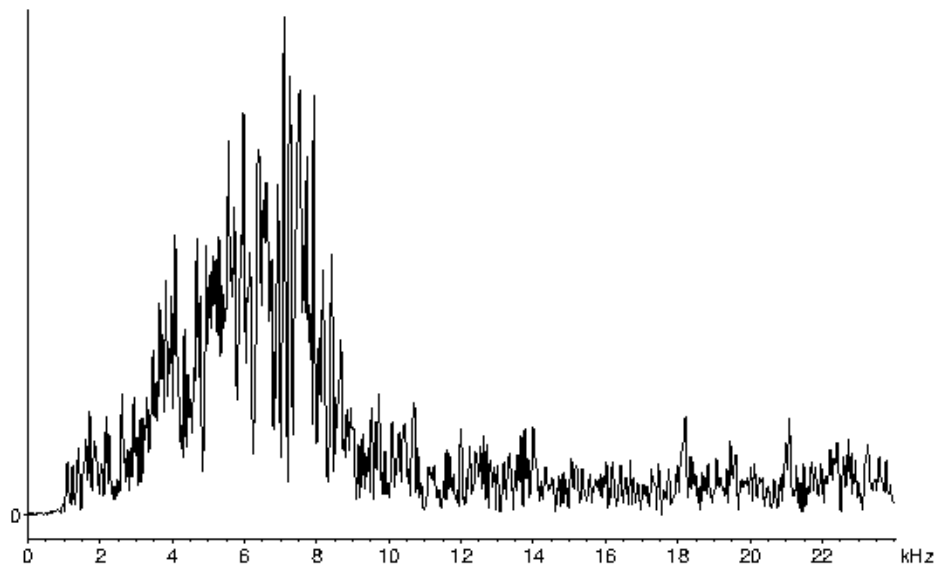


Figura 4.1.5.13. Espectrograma del canto de interacción con golpeteo.

Sonido producido por estridulación: canto de cortejo:

El canto de cortejo no aparece siempre que un macho ha intentado copular con una hembra, se han registrado 6 intentos de cópula sin canto.

Los cantos de cortejo estudiados se encuentran formados por un número variable de esquemas (figura 4.1.5.14 y figura 4.1.5.15).

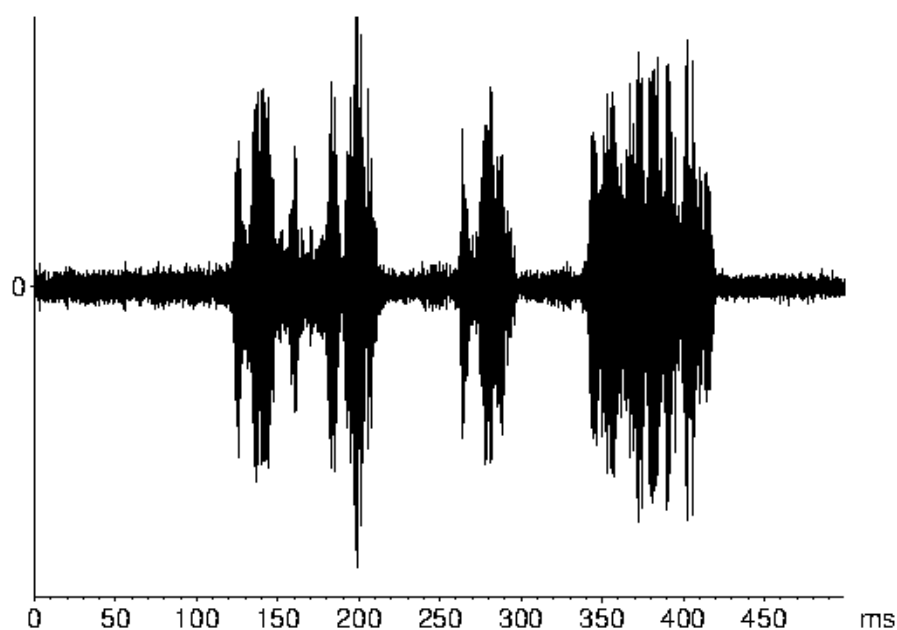


Figura 4.1.5.14. Canto formado por 3 esquemas. (Cantos: Ccom4.mp3)

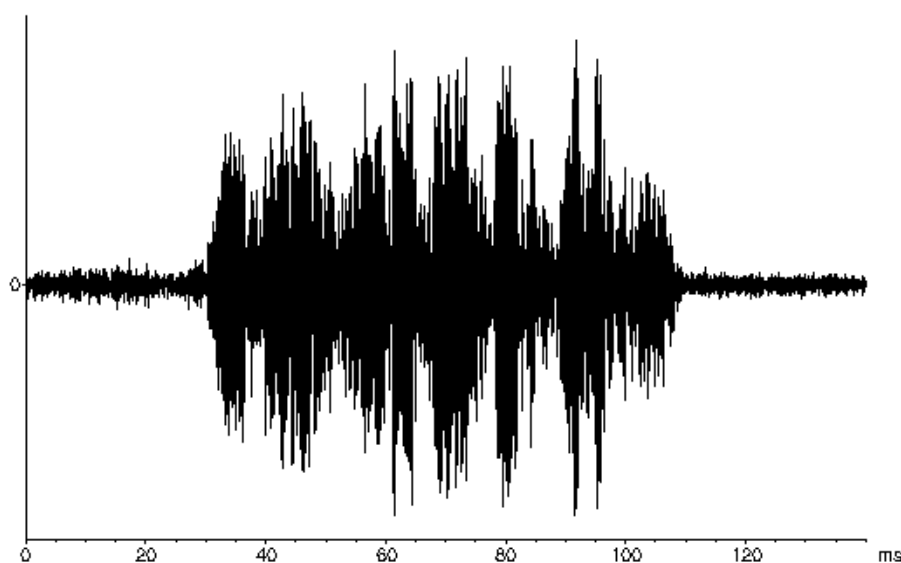


Figura 4.1.5.15. Detalle de un esquema. (Cantos: Ccom5.mp3)

La duración media del canto es de $0,189 \pm 0,095$ s, la máxima es de 0,778 s y corresponde a un canto formado por 3 esquemas y la mínima es de 0,087 y

corresponde a un canto formado por un único esquema (tabla 1, apéndice V.III), el número medio de esquemas por canto es $1,67 \pm 1,16$ (tabla 2, apéndice V.III)

Los esquemas se encuentran formados por un número variable de sílabas, imposible de precisar. Su duración media es de $0,120 \pm 0,026$ s (figura 4.1.5.16; tabla 3, apéndice V.III).

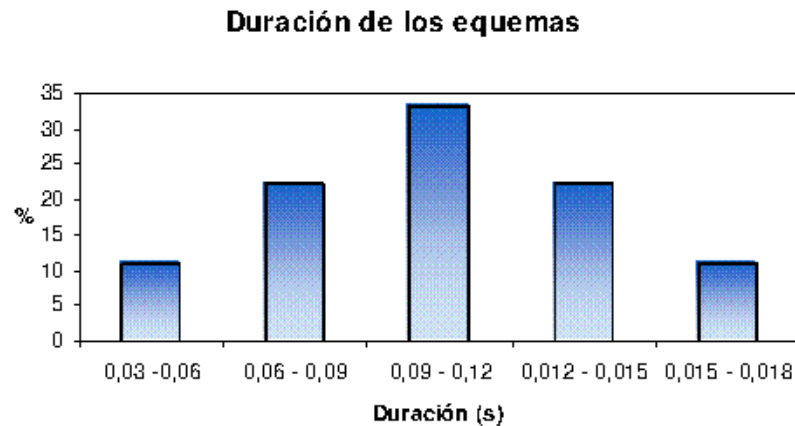


Figura 4.1.5.16. Duración de los esquemas del canto de cortejo.

El silencio entre los esquemas es muy variable, desde 0,018 s hasta 0,393 s; el valor medio es de $0,130 \pm 0,176$ s (tabla 4, apéndice V.III).

La frecuencia es similar en todas las sílabas que forman el canto (figura 4.1.5.17).

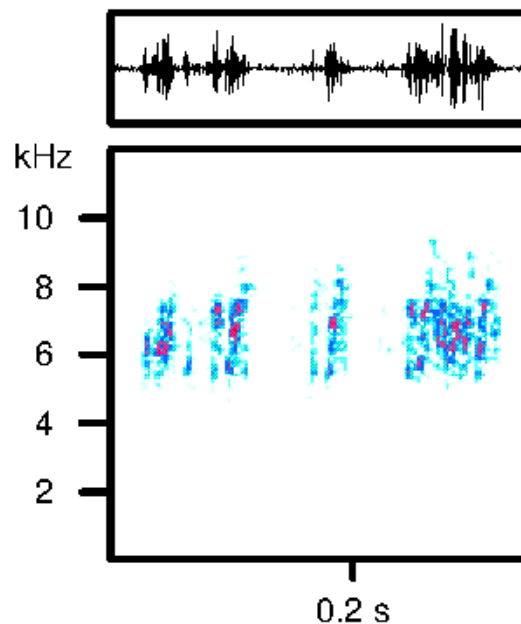


Figura 4.1.5.17. Sonograma de un canto de cortejo.

La frecuencia inferior media es 4984 ± 640 Hz (tabla 5 apéndice V.III), la superior media es 9291 ± 1179 Hz (tabla 6 apéndice V.III), siendo la amplitud de banda media de 4321 ± 1274 Hz (tabla 7 apéndice V.III).

Aparece un pico de frecuencia con un valor medio de 6974 ± 223 Hz (figura 4.1.5.18; tabla 8, apéndice V.III).

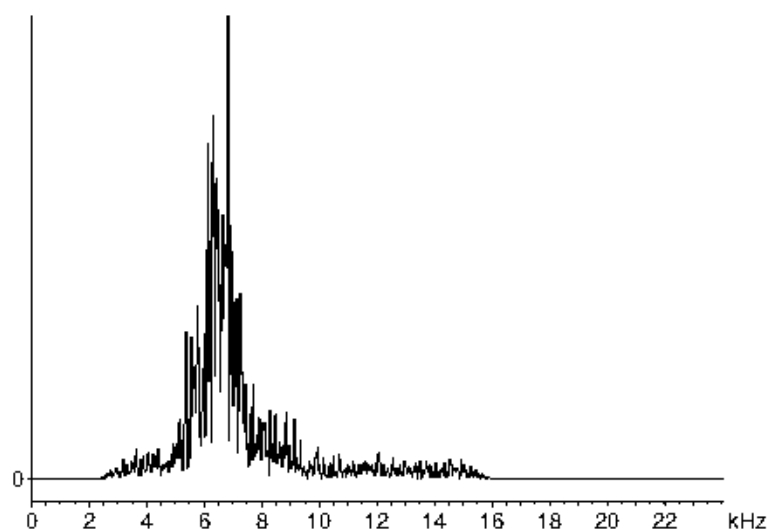


Figura 4.1.5.18. Espectrograma de frecuencias del canto de cortejo.

La distribución de la energía en la señal es la siguiente: cuartil inferior medio 5892 ± 183 Hz, cuartil medio 7020 ± 425 Hz, cuartil superior medio 7840 ± 416 Hz (tablas 9, 10 y 11, apéndice V.III).

Comportamiento.

Los machos de esta especie realizan movimientos de rechazo ante la proximidad de otro individuo como subir y bajar una o ambas patas posteriores; éstos los intercalan con movimientos rápidos y de poca amplitud de las patas posteriores produciendo de esta forma el canto de interacción (figura 4.1.5.19, Vídeos: Ccompressicornis1.mpg)

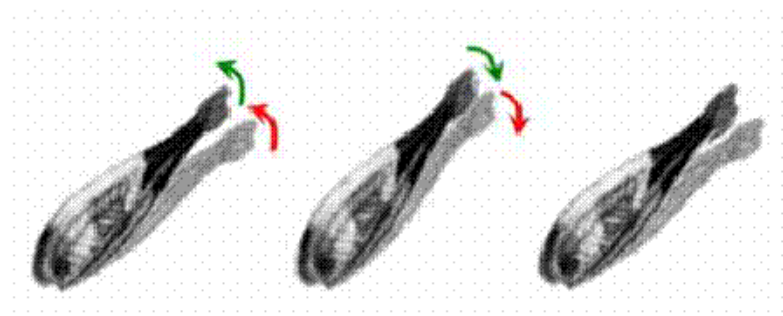


Figura 4.1.5.19. Movimiento realizado para emitir el canto de interacción.

Cuando un macho trata de copular con una hembra, ésta puede rechazarlo realizando movimientos de subir y bajar fémures posteriores y de extensión de la tibia (Vídeos: Ccompressicornis2.mpg).

El macho cuando se encuentra cerca de la hembra, a menos de 2 cm, antes de abordarla, puede realizar el canto de cortejo, para ello, de forma rápida, eleva y baja ambas patas posteriores (figura 4.1.5.20)

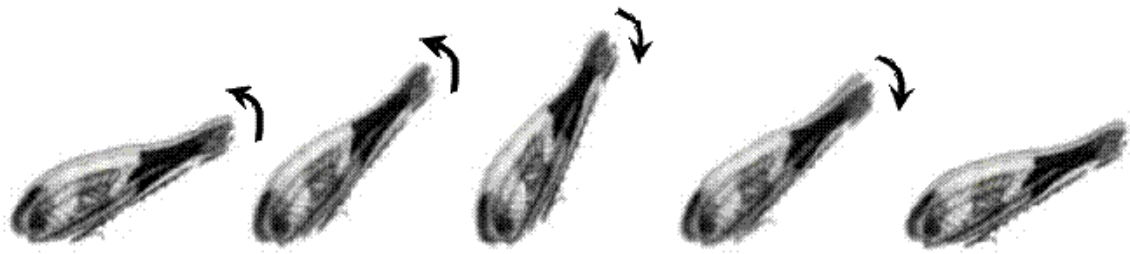


Figura 4.1.5.20. Movimiento realizado durante el canto de cortejo.

Este movimiento se puede observar en el vídeo Ccompressicornis3.mpg, única grabación obtenida con suficiente calidad en la que se puede ver, (más o menos), la realización de este canto.

4.1.6. *Jacobsiella imitans* (Brunner, 1882)

Biología:

Esta especie es endémica de la Península. Fue descrita de Granada aunque no se han dado otras citas en esta provincia.

Ha sido capturada en Huelva, Cádiz y Sevilla, y en el Sur de Portugal.

Se encuentra en lugares áridos: arenales, pinares con suelos arenosos y en dunas.

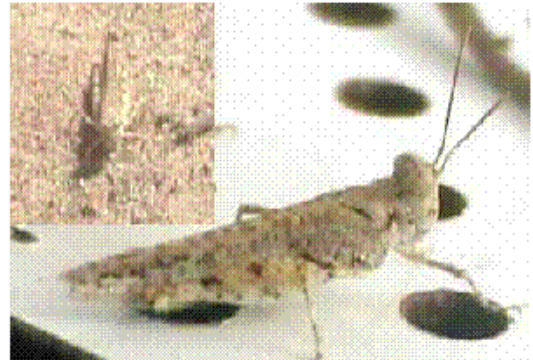


Figura 4.1.6.1. Machos: *J. imitans*

El adulto extiende su ciclo desde junio hasta finales de septiembre.

Producción de sonido:

Los machos de esta especie realizan dos tipos de producción de sonido mediante estridulación, uno como canto mixto y otro como canto de cortejo.

El canto mixto es utilizado en diferentes tipos de situaciones, siendo un canto muy frecuentemente emitido por los machos de esta especie.

Referencias:

Material utilizado:

El estudio se ha realizado con sonidos pertenecientes a cuatro machos:

- **Macho 1: Capturado** en las Dunas del Asperillo. Parque Natural de Doñana. Huelva. Altitud 26 m. 11/07/2003. **Grabado** en Zaragoza el 08/2003.
- **Macho 2: Capturado** en las Dunas del Asperillo. Parque Natural de Doñana. Huelva. Altitud 26 m. 11/07/2003. **Grabado** en Zaragoza el 08/2003.

- **Macho 3: Capturado** en las Dunas del Asperillo. Parque Natural de Doñana. Altitud Huelva. 26 m. 11/07/2003. **Grabado** en Zaragoza el 08/2003.
- **Macho 4: Capturado** en la Playa de Camarón. Chipiona. Cádiz. 18/07/2002. **Grabado** Facultad de Biología. Universidad de Murcia. El 26/07/2003.

La temperatura a la que se han realizado las grabaciones ha oscilado entre los 35 y los 40 °C.

Los registros de los cantos son:

- Cinta 10/2002 ID1.
- Cinta 10/2003 ID 1.
- Cinta 12/2003 ID3.
- Cinta 13/2003 ID1.

Los filtros de frecuencias utilizados y las medidas de frecuencia tomadas han sido:

- **Sonido producido por estridulación, canto mixto:** Se ha analizado un total de 27 esquemas pertenecientes a los machos 1, 2 y 3; utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 2000 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada esquema.

- **Sonido producido por estridulación, canto de cortejo:** Se han analizado 28 cantos pertenecientes a los machos 1, 3 y 4. Los cantos aparecen formados por un esquema y varios clic con características espectrales distintas, por lo que se han analizado de forma diferente:

- o Para el estudio de los esquemas se ha utilizado un filtro de paso de banda entre 2000 Hz y 15000 Hz; se han tomado dos medidas de frecuencia una al inicio y otra al final de cada esquema.
- o Para el estudio de los clic se ha utilizado un filtro de paso de altas frecuencias a 3000 Hz. Se ha medido la frecuencia de 20 clic por cada uno de los machos grabados.

Sonido producido por estridulación: canto mixto.

Está formado por un número variable de esquemas (figura 4.1.6.2 y 4.1.6.3), que depende de la duración de la interacción entre los individuos.

El canto se puede iniciar cuando un individuo se acerca a otro pero no suele terminar cuando uno de los dos se aleja, sino que pueden continuar

cantando aunque los cantos se espacian más en el tiempo cuando la interacción está terminando.

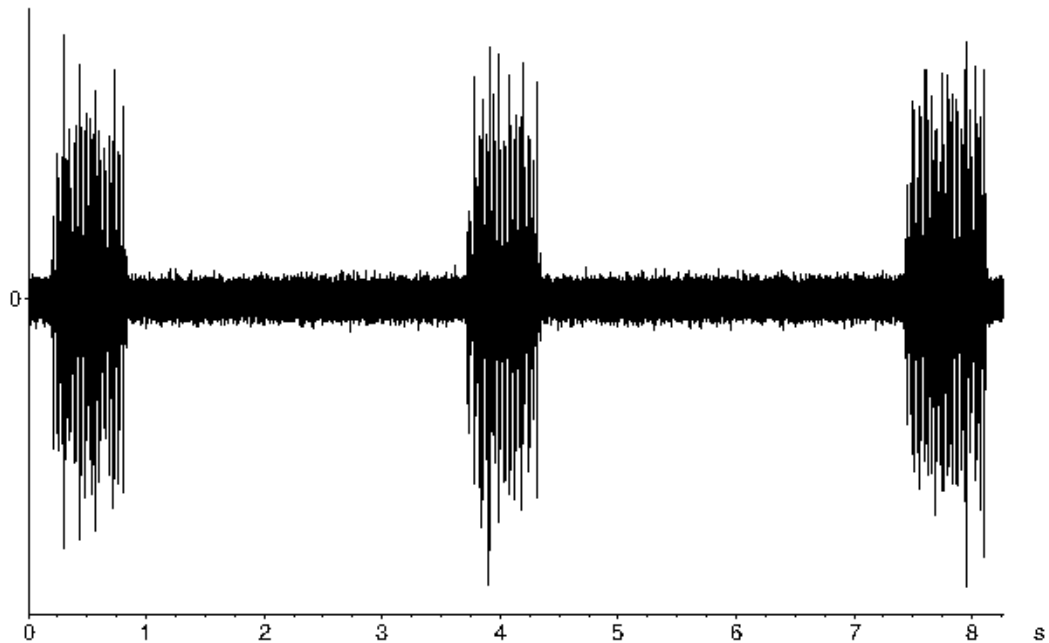


Figura 4.1.6.2. Esquemas del canto mixto (Cantos: Jimit1.mp3).

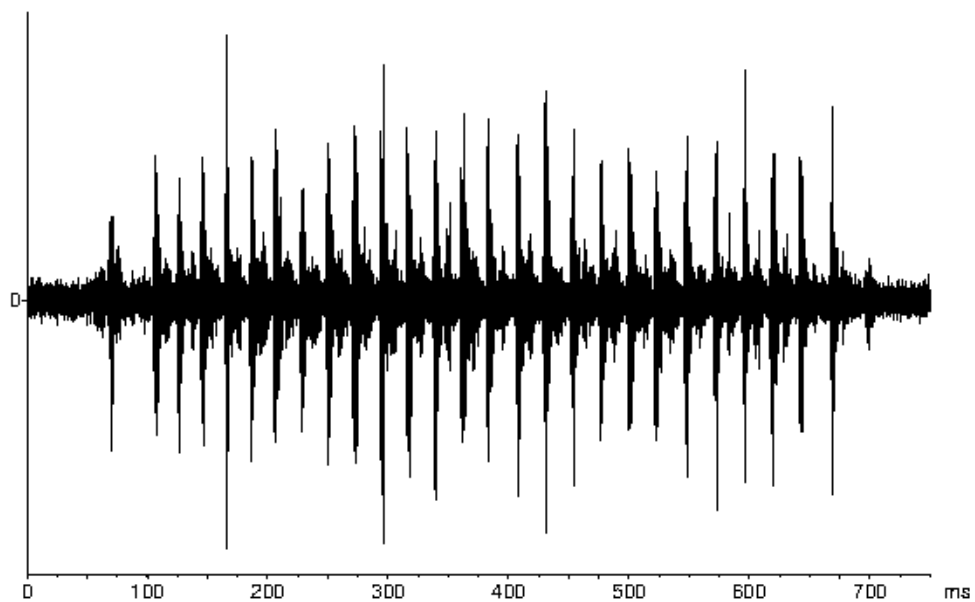


Figura 4.1.6.3. Detalle de un esquema del canto mixto (Cantos: Jimit2.mp3).

Si hay otros individuos cerca de los que interactúan suelen unirse formando entre todos un coro. El canto de coro dificulta mucho el análisis

porque es muy difícil distinguir qué individuo está cantando y, por lo tanto, qué esquemas pertenecen a cada individuo.

Además, este canto funciona como de rivalidad, porque cuando un individuo corteja a una hembra, si hay otro macho cerca es muy común que este último comience a realizar este tipo de sonido (figura 4.1.6.4). En estos casos los cantos se superponen y, en la mayoría de ocasiones, no pueden analizarse.

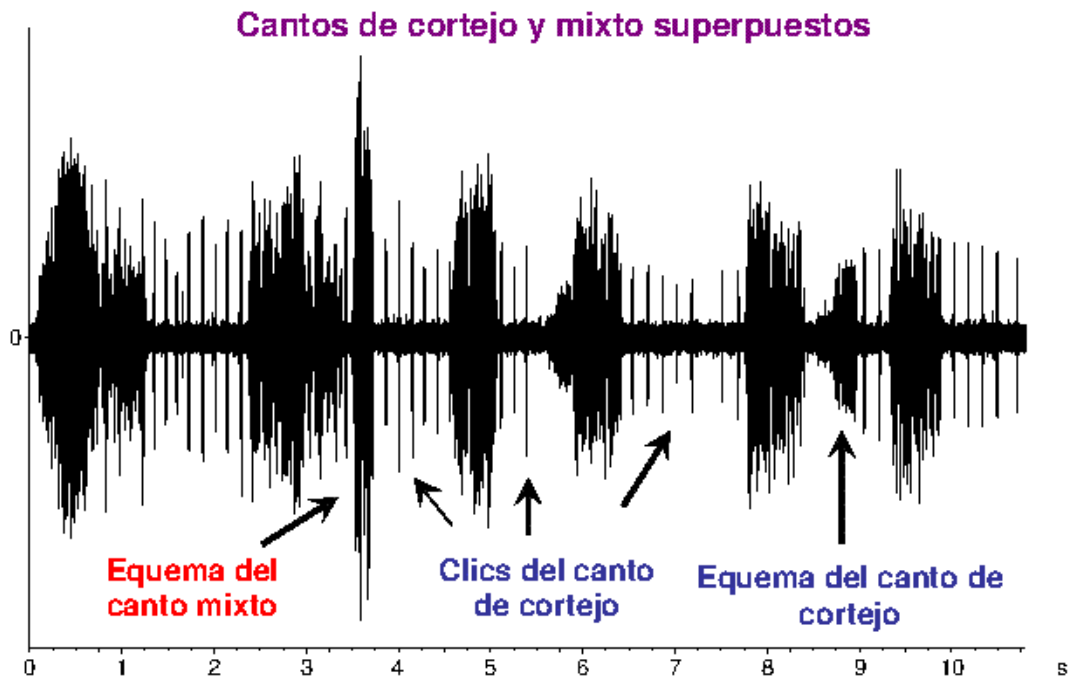


Figura 4.1.6.4. Mezcla del canto de cortejo y el canto mixto (Cantos: Jimit3.mp3).

La duración media de los esquemas es $0,528 \pm 0,116$ s (tabla 1, apéndice VI.I; figura 4.1.6.5).

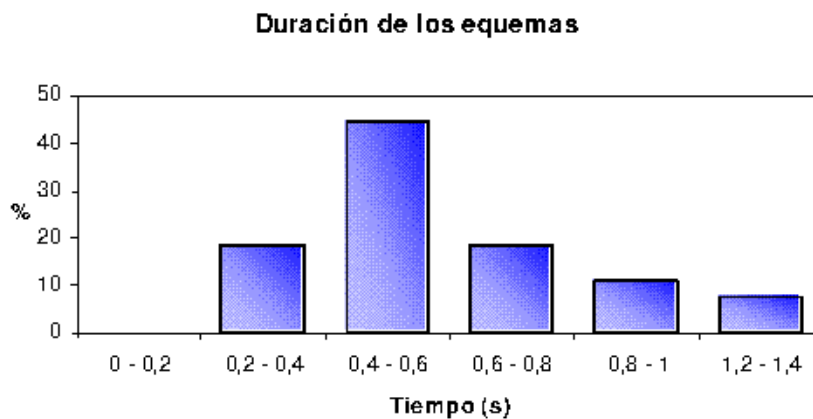


Figura 4.1.6.5. Duración en porcentaje de todos los esquemas estudiados

El número de sílabas que forman los esquemas oscila entre un mínimo de 23 y un máximo de 125, y el valor medio es de $47,7 \pm 11,7$ (tabla 2, apéndice VI.I). El número de sílabas y la duración del esquema son dos parámetros muy estrechamente ligados, el coeficiente de correlación de Pearson entre ellos es de 0,998 (figura 4.1.6.6).

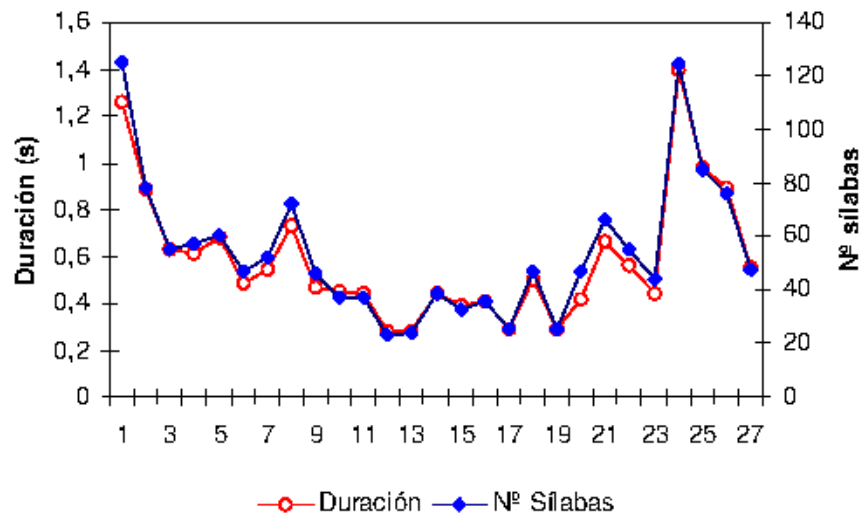


Figura 4.1.6.6. Duración del esquema y número de sílabas que lo forman.

La tasa de producción de sílabas media es de $90,37 \pm 5,035$ sílabas/s (tabla 3, apéndice VI.I).

La duración media del intervalo entre sílabas es $0,011 \pm 0,001$ s (tabla 4, apéndice VI.I), y se mantiene más o menos constante (figura 4.1.6.7).

Intervalo entre sílabas

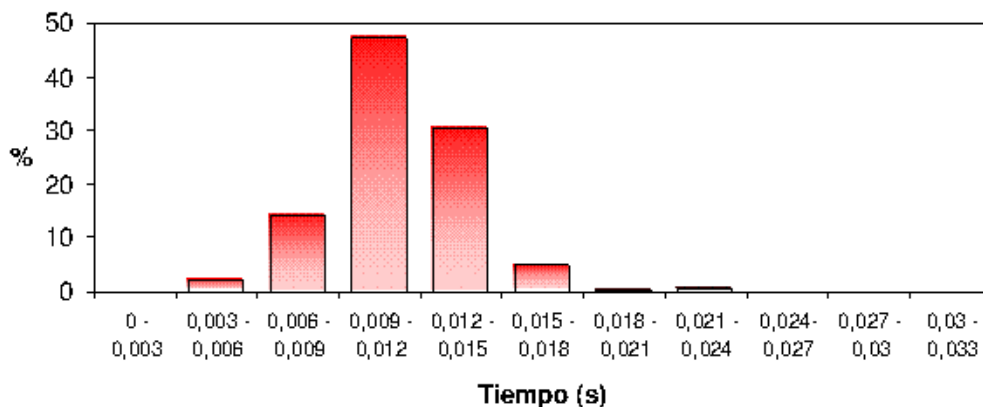


Figura 4.1.6.7. Intervalo entre las sílabas de los esquemas estudiados.

Las sílabas que forman el esquema presentan las mismas características espectrales (figura 4.1.6.8).

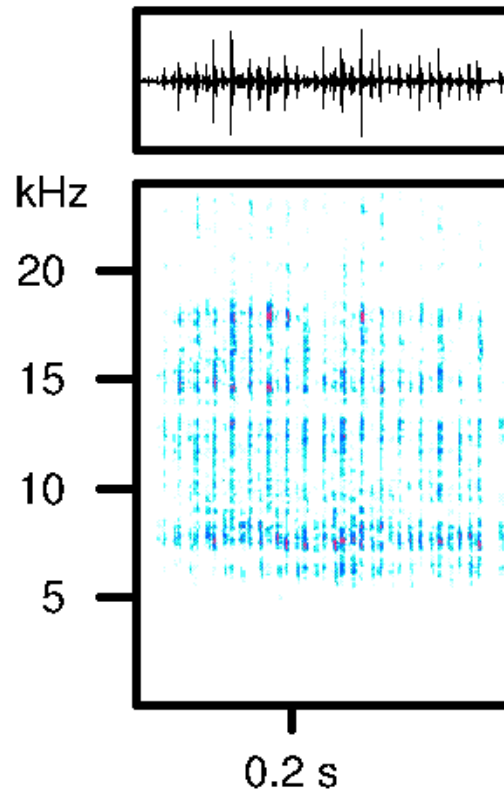


Figura 4.1.6.8. Sonograma del canto mixto.

La frecuencia inferior media del canto es de 5907 ± 190 Hz (tabla 5, apéndice VI.I); la frecuencia superior media es 21700 ± 870 Hz (tabla 6 apéndice VI.I), y la amplitud de banda media es 15852 ± 908 Hz (tabla 7 apéndice VI.I).

En esta banda hay cuatro frecuencias de mayor intensidad (tablas 8, 9, 10 y 11; apéndice VI.I):

- **Pico 1:** valor medio de 7385 ± 231 Hz (mín: 6350 Hz; máx: 8740 Hz). Aparece en un 93% de los espectros estudiados.
- **Pico 2:** valor medio de 12658 ± 881 Hz (mín: 10350 Hz; máx: 15580 Hz). Aparece en un 67% de los espectros estudiados.
- **Pico 3:** valor medio de 16100 ± 543 Hz (mín: 14530 Hz; máx: 16990 Hz). Aparece en un 82% de los espectros estudiados.
- **Pico 4:** valor medio de 18578 ± 562 Hz (mín: 17950 Hz; máx: 19639 Hz). Aparece en un 19% de los espectros estudiados.

De estos 4 picos, dos aparecen como pico de frecuencia principal: el pico 1 aparece un 59% de los casos estudiados (figura 4.1.6.9) y el pico 3 un 41% (figura 4.1.6.10).

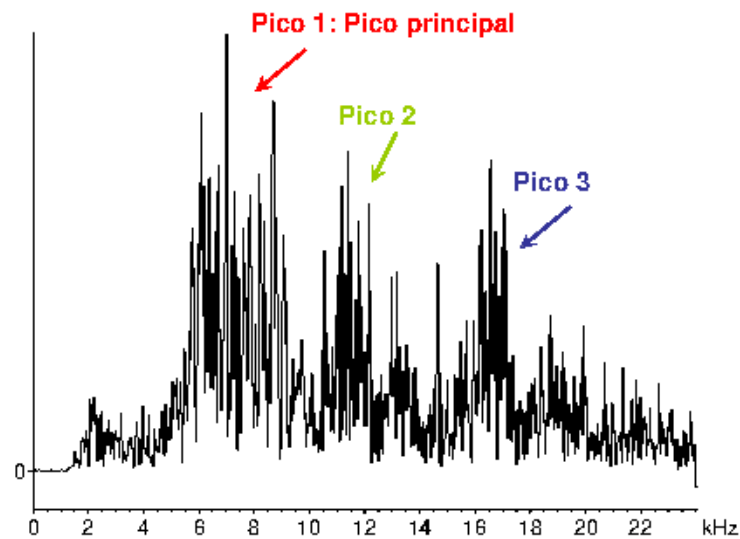


Figura 4.1.6.9. El pico de frecuencia principal se encuentra alrededor de los 7 kHz

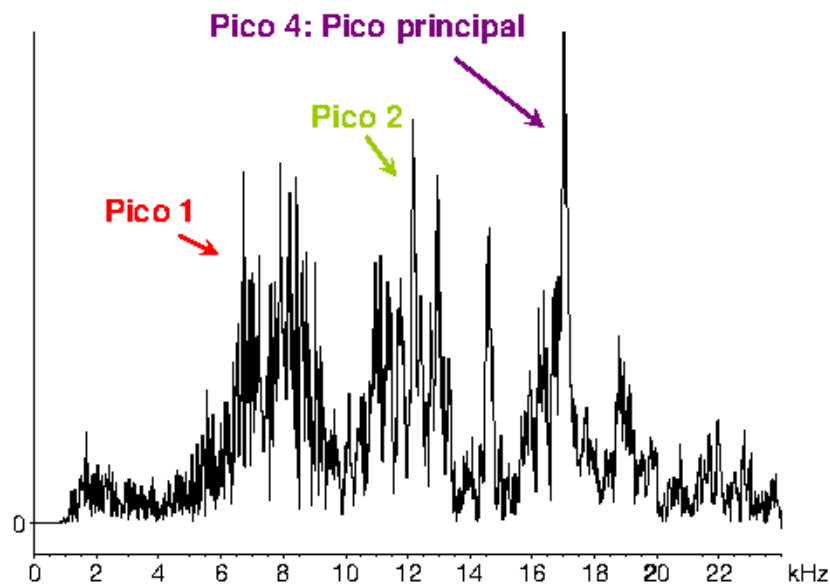


Figura 4.1.6.10. El pico de frecuencia principal se encuentra alrededor de los 18 kHz

La distribución de la energía dada por los cuartiles es la siguiente: cuartil inferior 8040 ± 580 Hz; cuartil medio 12127 ± 1828 Hz; cuartil superior 16608 ± 529 Hz (tablas 12, 13 y 14, apéndice VI.D).

Sonido producido por estridulación: canto de Cortejo.

El canto de cortejo está formado por un esquema seguido de varios clics (figura 4.1.6.11).

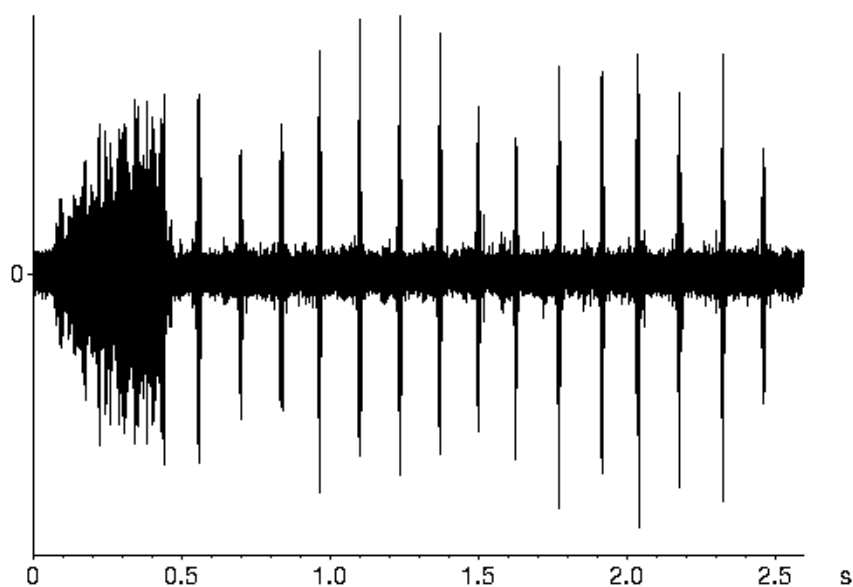


Figura 4.1.6.11. Canto de cortejo (Cantos: Jimit4.mp3).

El cortejo de un macho puede estar formado desde por uno o varios cantos (figura 4.1.6.12) dependiendo de la repuesta de la hembra a la que esté cortejando.

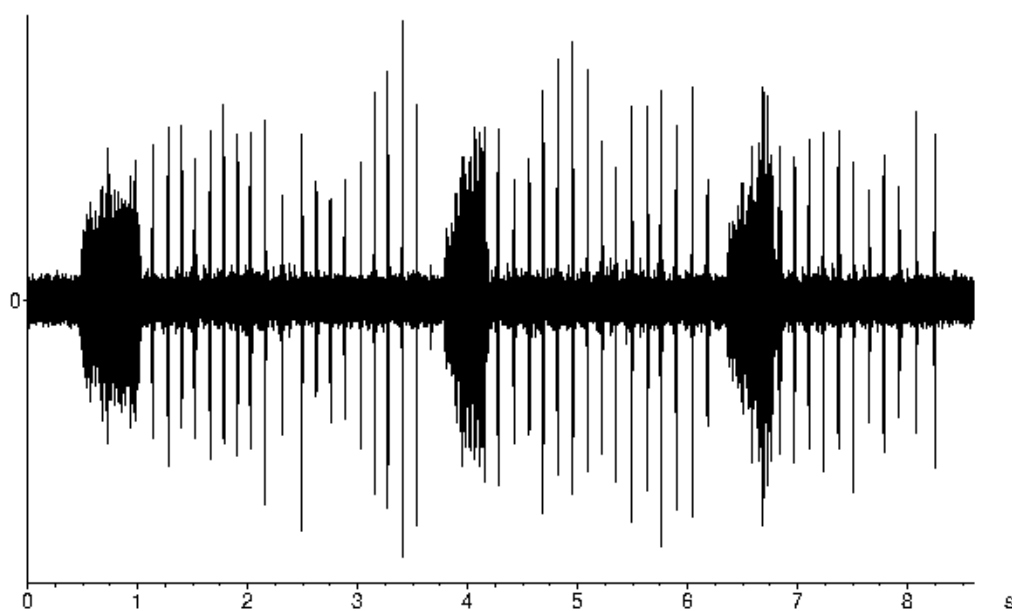


Figura 4.1.6.12. Varios cantos de cortejo. (Cantos: Jimit5.mp3)

Aunque no siempre ocurre el cortejo puede comenzar con la emisión de varios clics antes de que el macho inicie el canto del primer esquema.

La duración media de los cantos completos de cortejo es $3,035 \pm 0,879$ s (tabla 1 apéndice VI.II).

El esquema presenta una envolvente de crecimiento linear, y tiene una duración media de $0,379 \pm 0,068$ s (tabla 2 apéndice VI.II, figura 4.1.6.13).

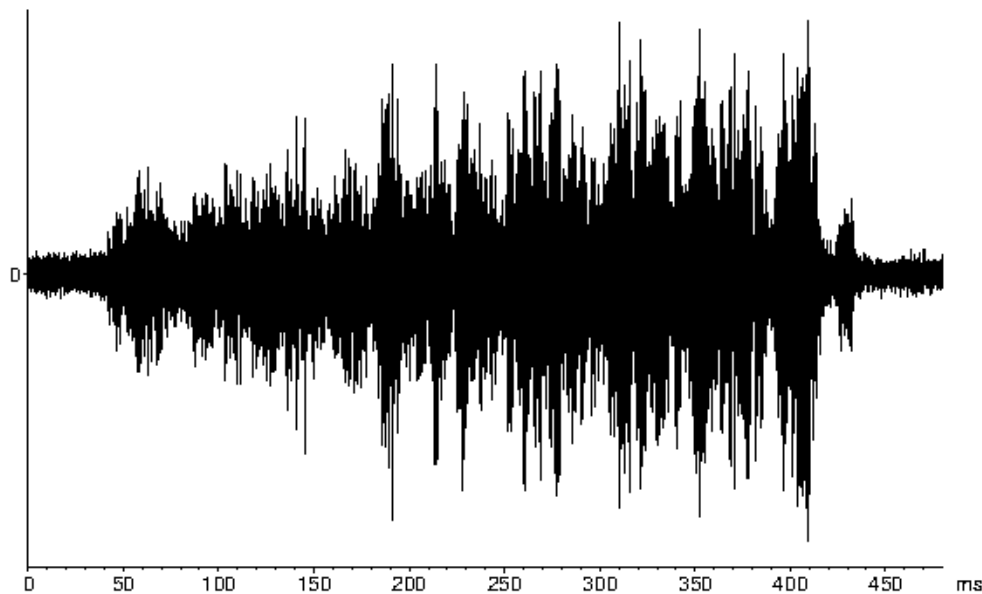


Figura 4.1.6.13. Equema de un canto de cortejo. (Cantos Jimit6.mp3)

El número de clics por canto oscila entre 4 y 25, siendo el número medio $11,667 \pm 1,893$ (tabla 3, apéndice VI.II; figura 4.1.6.14)



Figura 4.1.6.14. Número de clics por canto de cortejo.

La duración media del intervalo entre el esquema y el primer pulso es de $0,1 \pm 0,02$ s (tabla 4, apéndice VI.II), y la duración del intervalo entre los clics presenta un valor medio de $0,160 \pm 0,022$ s (figura 4.1.6.15, tabla 5 apéndice VI.II).

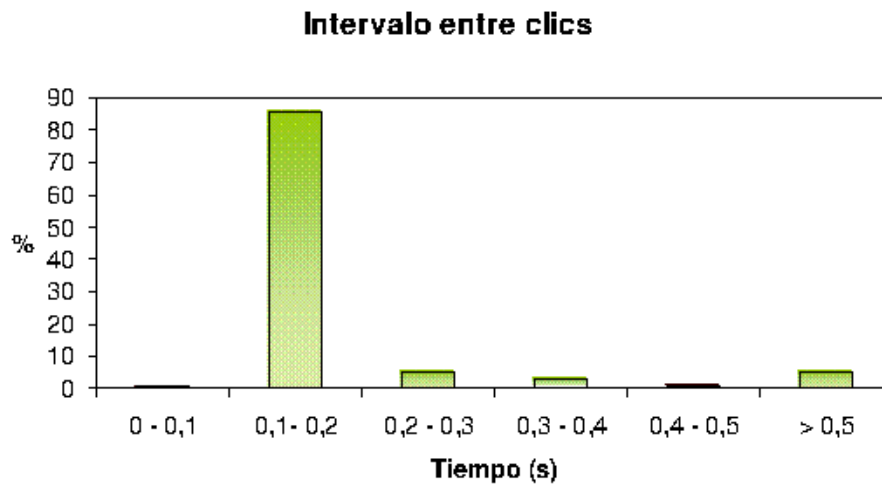


Figura 4.1.6.15. Intervalo entre los clic del canto de cortejo.

La frecuencia principal de los esquemas que forman parte del canto de cortejo puede mantenerse estable en el tiempo (figura 4.1.6.16) o puede aumentar (figura 4.1.6.17)

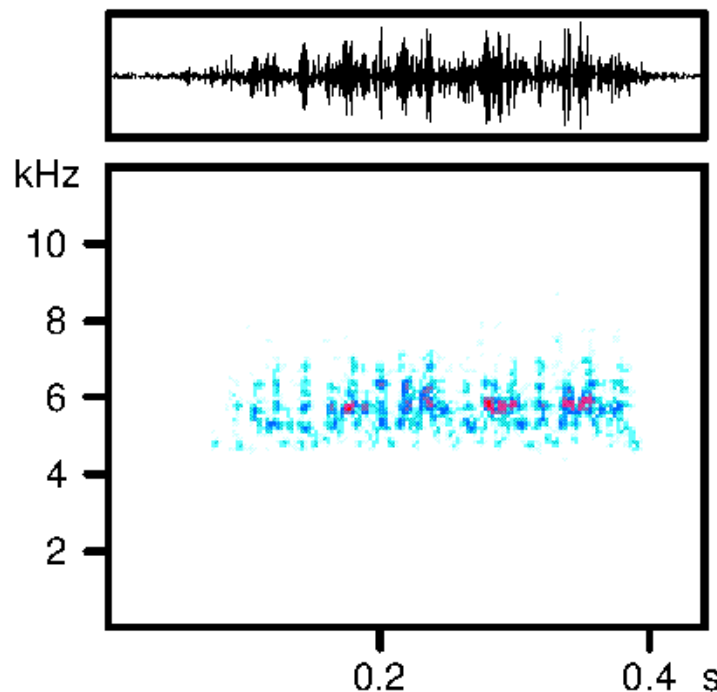


Figura 4.1.6.17. La frecuencia principal se mantiene estable en el tiempo.

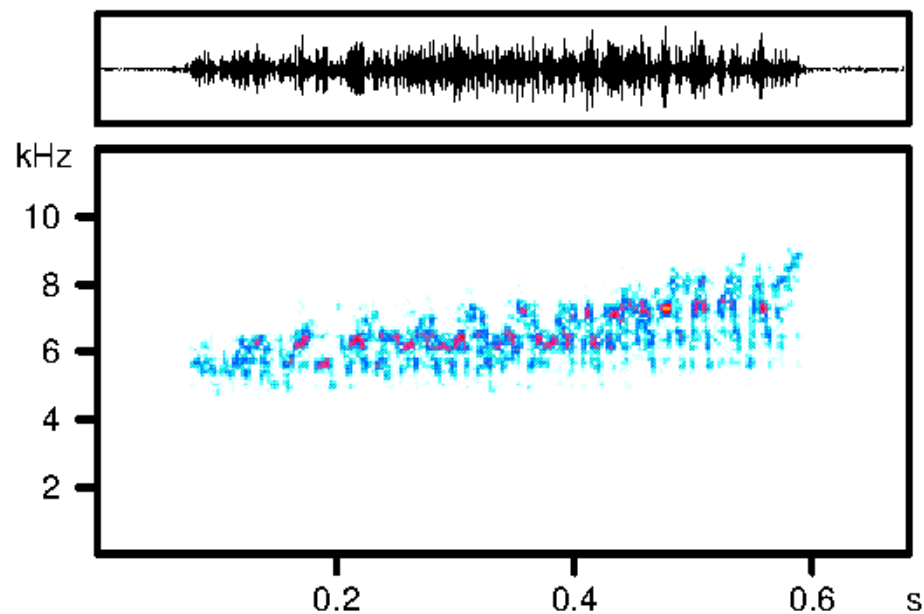


Figura 4.1.6.17. La frecuencia principal aumenta con el tiempo.

Por ello, para realizar el análisis de frecuencia se han tomado dos medidas, una al inicio del esquema y otra al final, para calcular la diferencia entre el pico de frecuencia al inicio y al final del esquema y así poder determinar si aumenta o no con el tiempo.

Al inicio del esquema el pico de frecuencia medio es de 5355 ± 446 Hz (tabla 6, apéndice VI.II), y al final del esquema es de 6542 ± 927 Hz (tabla 7, apéndice VI.II). La diferencia, en el pico de frecuencia al inicio y final del esquema, mínima encontrada es de 50 Hz y la máxima es de 4780 Hz. Esta diferencia se puede apreciar en los espectrogramas de la figuras 4.1.6.18 y 4.1.6.19 (tabla 8 apéndice VI.II).

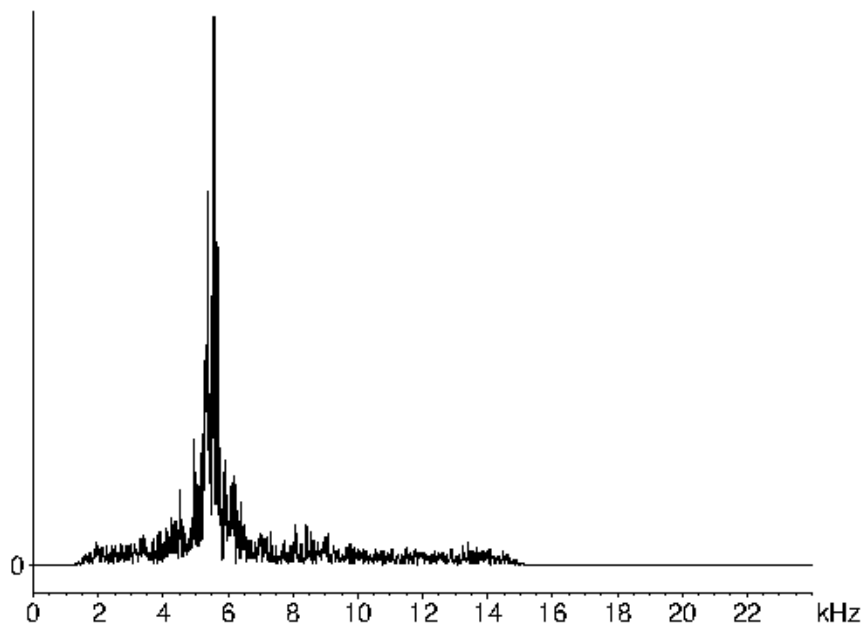


Figura 4.1.6.18. Espectrograma del inicio del equema.

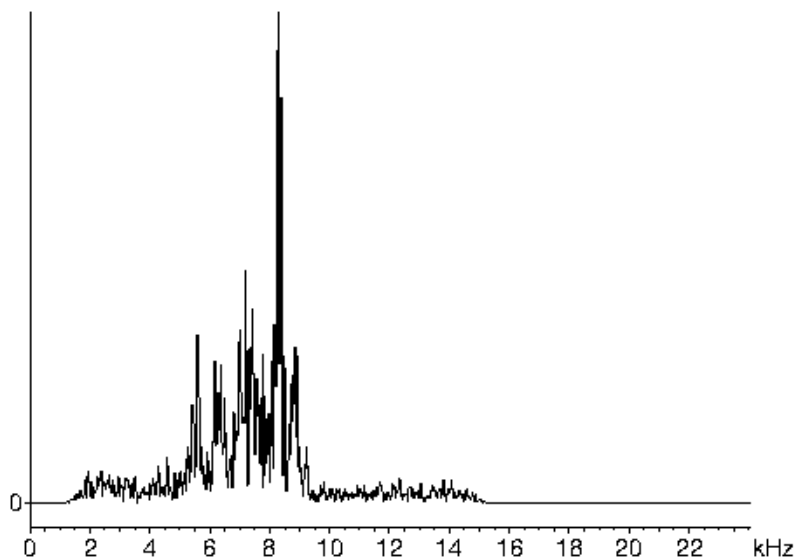


Figura 4.1.6.19. Espectrograma del final del equema.

Esta diferencia de frecuencias que puede encontrarse entre el inicio y el final del equema indica que existe, en determinados equemas, modulación de la frecuencia y, por lo tanto, que la señal puede contener información adicional, por modulación de la frecuencia además de por modulación de la amplitud.

Esta información no parece expresar características de cada uno de los individuos puesto que encontramos que, en cada uno de ellos, aparecen diferencias muy dispares entre el inicio y el final del equema; por ejemplo, el

macho 3 presenta en un esquema la máxima diferencia, 4780 Hz, sin embargo, en otro de los esquemas que emite la diferencia es sólo de 650 Hz.

Para el estudio del resto de parámetros se han tenido en cuenta los valores obtenidos en las dos medidas.

La frecuencia inferior media es de 4737 ± 262 Hz (mín: 4000 Hz, máx: 7120 Hz; tabla 9, apéndice VI.II), la superior es de 7933 ± 295 Hz (mín: 5600 Hz, máx: 11900 Hz; tabla 10, apéndice VI.II) y la amplitud de banda media es 2867 ± 918 Hz (mín: 1070 Hz, máx: 6560 Hz; tabla 11, apéndice VI.II).

La distribución de la energía dada por los cuartiles: cuartil inferior 5445 ± 396 Hz (mín: 4450 Hz, máx: 7920 Hz; tabla 12 apéndice VI.II), cuartil medio 6425 ± 356 Hz (mín: 5320 Hz, máx: 7920 Hz; tabla 13, apéndice VI.II), y el cuartil superior medio es 8168 ± 760 Hz (mín: 6420 Hz, máx: 10730 Hz; tabla 14, apéndice VI.II).

Todos los clics que acompañan al esquema presentan una frecuencia similar (figura 4.1.6.20)

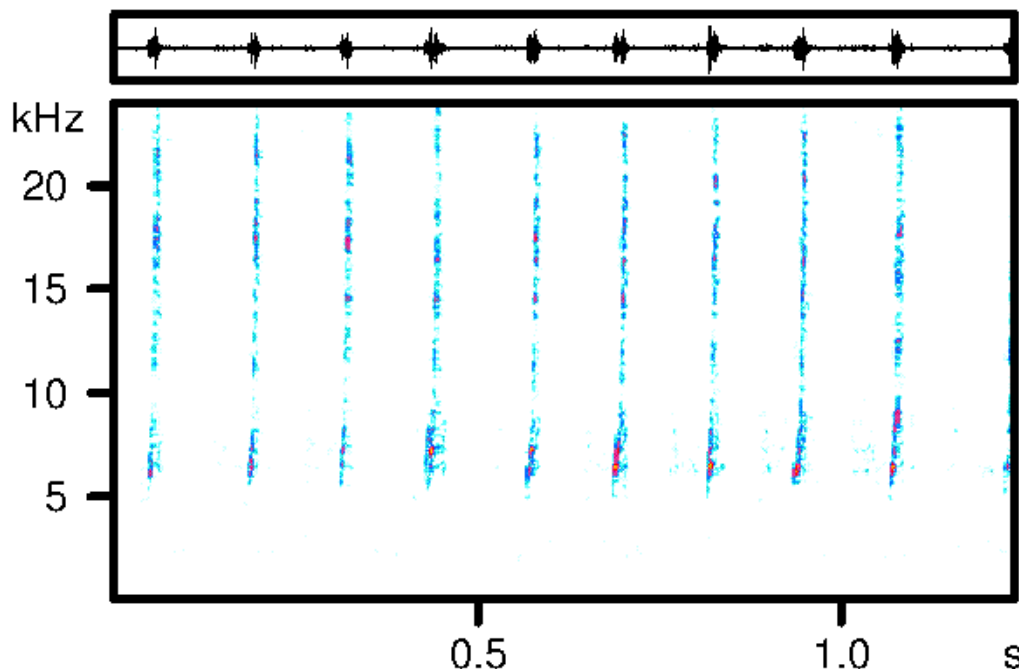


Figura 4.1.6.20. Sonograma de los clics del canto de cortejo.

La frecuencia inferior media es 6090 ± 280 Hz, (tabla 19, apéndice VI.II), la superior es 20175 ± 2067 Hz (tabla 20, apéndice VI.II), siendo la amplitud de

banda muy grande, con un valor medio de 13692 ± 2498 Hz, (tabla 18, apéndice VI.II).

En esta banda no aparece un único pico de frecuencia sino que aparecen 3 picos (figura 4.1.6.21): pico de frecuencia 1 con un valor medio 8557 ± 219 Hz (tabla 15, apéndice VI.II), aparece como pico de mayor intensidad un 66,667 % de los pulsos, pico de frecuencia 2 con un valor medio de 13260 ± 1348 Hz, (tabla 16 apéndice VI.II), aparece como pico de mayor intensidad en un 23,333% de los pulsos y un tercer pico de 17245 ± 926 Hz (tabla 17 apéndice VI.II), que únicamente aparece como pico de mayor intensidad en un 10 % de los clics.

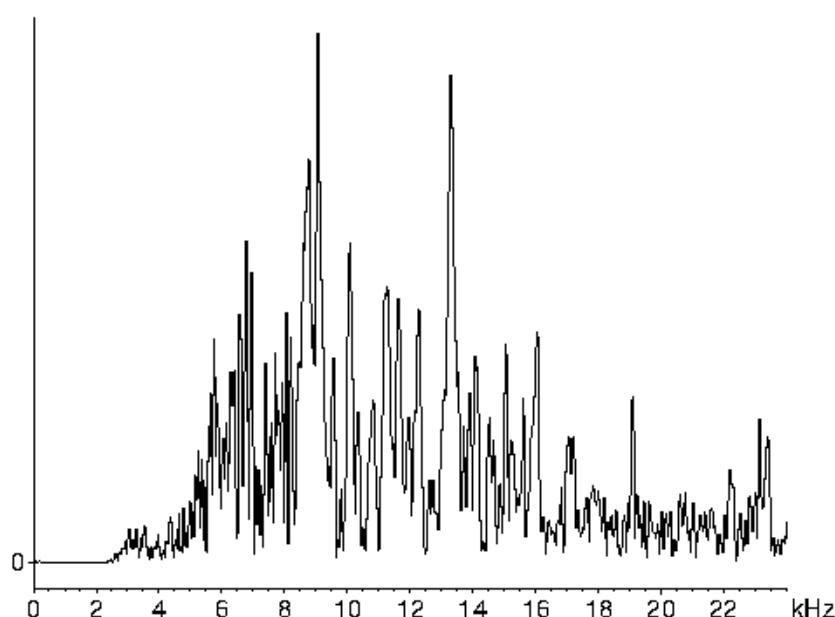


Figura 4.1.6.21. Espectrograma de un clic del canto de cortejo.

La distribución de la energía media dada por lo cuartiles es la siguiente: cuartil inferior 8333 ± 588 Hz, cuartil medio 11520 ± 1711 Hz y cuartil superior 15723 ± 1150 Hz (tablas 21, 22 y 23 apéndice VI.II).

Comportamiento:

Esta especie ha sido capturada siempre en dunas o arenas próximas a la playa. Su color hace que sea completamente homocroma con el medio en el que vive y, además, su comportamiento ayuda a esta ocultación puesto que tanto machos como hembras se camuflan aún mejor enterrándose levemente en la arena (figura 4.1.6.22, Vídeos: *Jimitans1.mpg* y *Jimitans2.mpg*)



Figura 4.1.6.22. Hembra se semi-entierra en la arena

Los individuos de esta especie cuando interactúan entre sí, tanto machos como hembras, realizan movimientos de subir y bajar las patas posteriores (figuras 4.1.6.22 y 4.1.6.23; Vídeos: Jimitans3.mpg Jimitans4.mpg). Esta forma de interacción es la más frecuente.

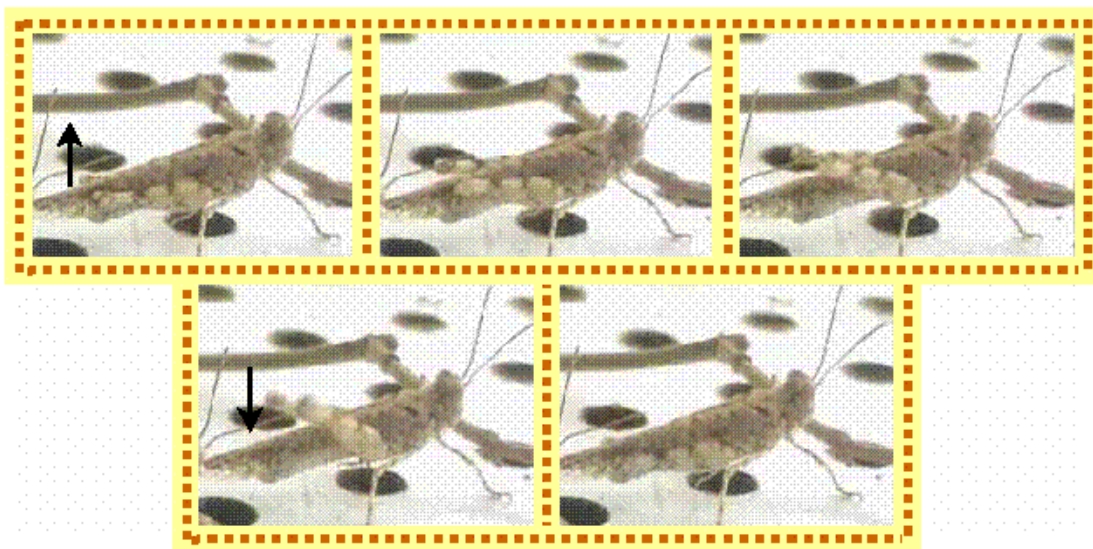


Figura 4.1.6.22. Un macho realiza movimientos de subir y bajar los patas posteriores cuando interactúa con otro.

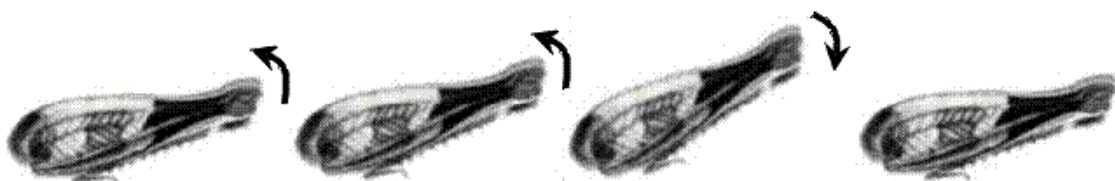


Figura 4.1.6.23. Movimiento realizado con las patas posteriores durante la interacción

Los machos suelen intercalar cantos mixtos, en este caso de interacción, entre los movimientos de subir y bajar las patas traseras (Vídeos: Jimitans5.mpg).

Para realizar el canto mixto los machos realizan un rápido movimiento de poca amplitud con las patas posteriores (figura 4.1.6.24; Vídeos: Jimitans5.mpg)

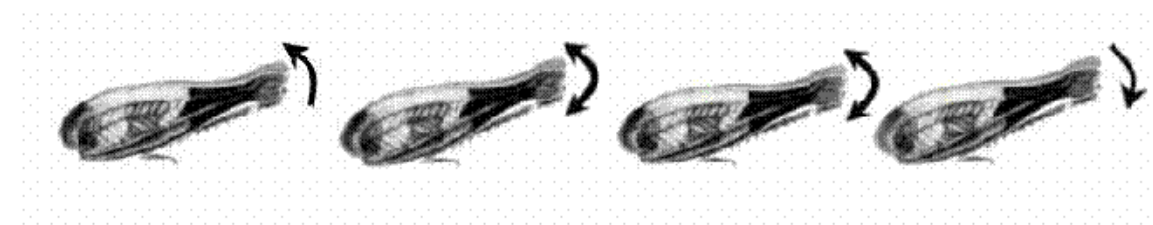


Figura 4.1.6.24. Movimiento realizado para emitir el canto mixto.

Si hay otros individuos cerca de los que interaccionan, suelen unirse formando entre todos un coro en el que los machos cantan de forma alternada aunque pueden solaparse cantos de machos distintos. Este coro puede ser un sistema de enfrentamiento y de medida de fuerzas e incluso puede servir para atraer a las hembras puesto que se pone de manifiesto la situación de varios machos.

Además, cuando un individuo corteja a una hembra, si hay otro macho cerca es muy común que éste comience a realizar el canto mixto (Vídeos: Jimitans6.mpg y Jimitans7.mpg). En este caso funciona como canto de rivalidad, una forma de crear ruido y así reducir la eficacia del canto de cortejo y de atraer a la hembra.

Los machos de esta especie realizan un cortejo llamativo en cuanto a movimientos y sonido. Al inicio del cortejo el macho puede balancearse delante de la hembra o situado perpendicular a ella; durante estos balanceos puede producir varios clics antes de iniciar el canto de cortejo. Después se eleva sobre las patas delanteras y curva el abdomen; en esta posición comienza a cantar (figura 4.1.6.25).



Figura 4.1.6.25. Macho elevado sobre las patas delanteras comienza el cortejo.

En esta posición el macho comienza a realizar movimientos con las patas traseras emitiendo el sonido de cortejo mientras que rodea a la hembra o la persigue, hasta que salta o se sube encima de ella para iniciar la cópula (Vídeos: Jimitans8.mpg y Jimitans9.mpg).

Durante el canto de cortejo el macho realiza movimientos diferentes para emitir el equema y los clics. Para realizar el equema eleva ambas patas posteriores, sube una de ellas más, después la otra y luego baja ambas a la vez, posteriormente puede bajar y subir una sola pata (figuras 4.1.6.25 y 4.1.6.26).

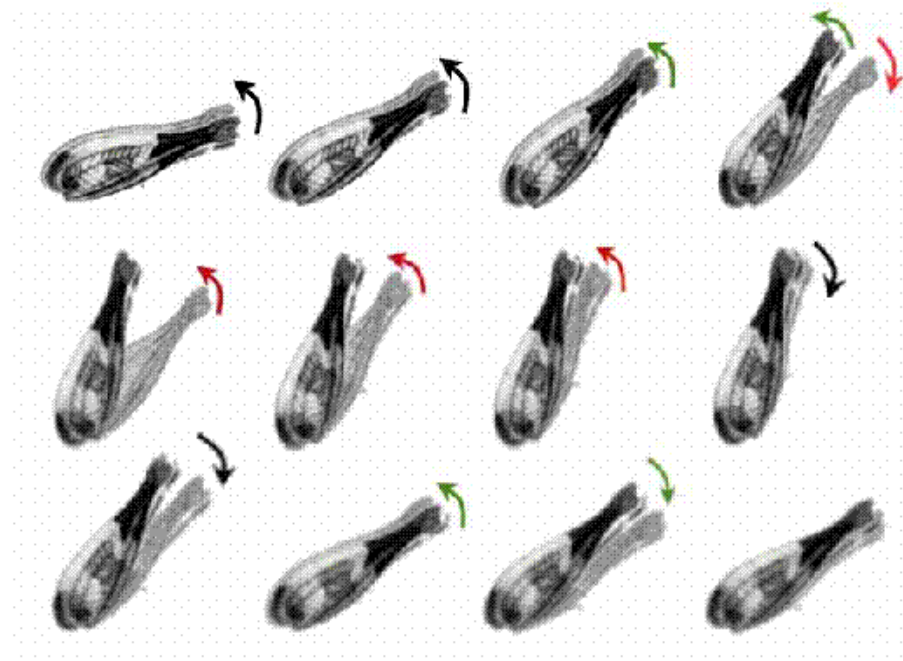


Figura 4.1.6.25. Movimiento realizado con los fémures para emitir el equema

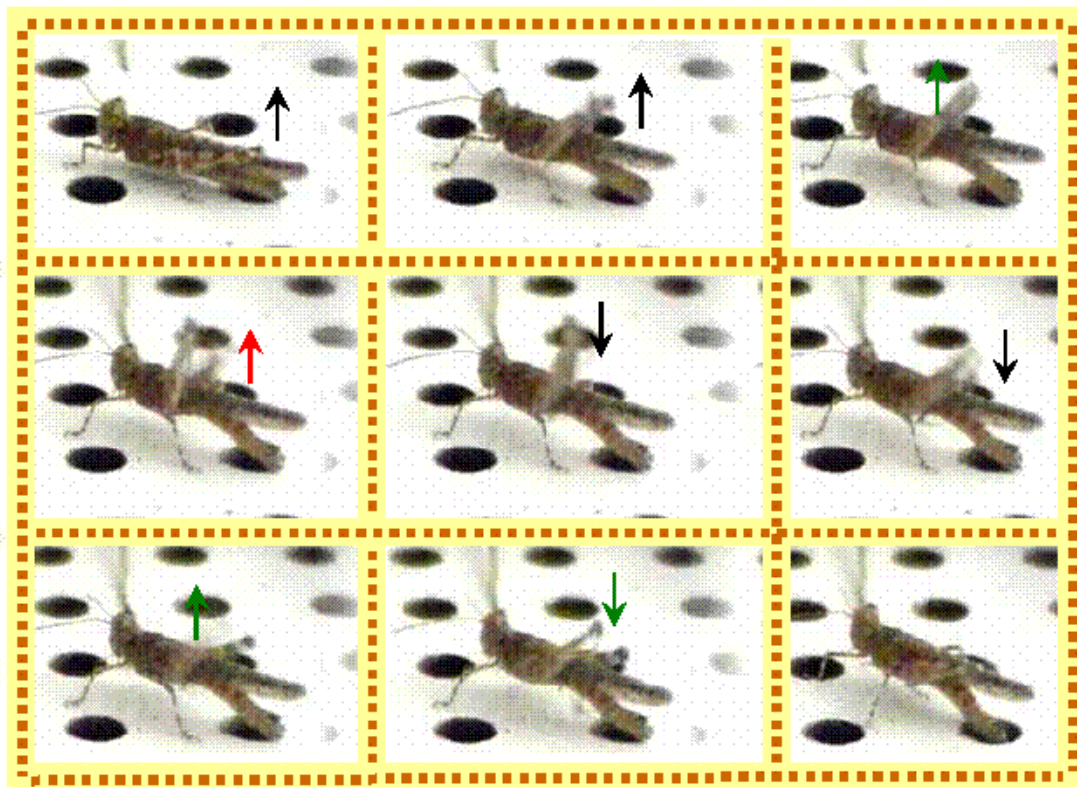


Figura 4.1.6.26. Macho realizando el esquema del sonido de cortejo.

Para emitir los clics el macho eleva y baja las patas traseras (figura 4.1.6.27).

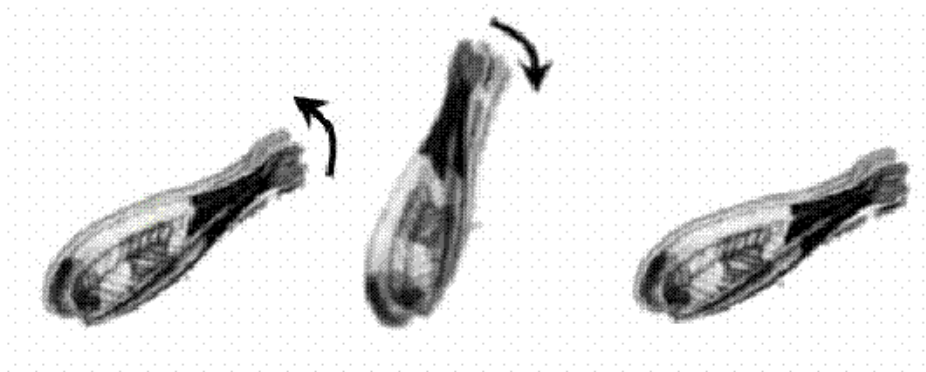


Figura 4.1.6.27. Movimiento realizado con las patas posteriores para emitir los clics.

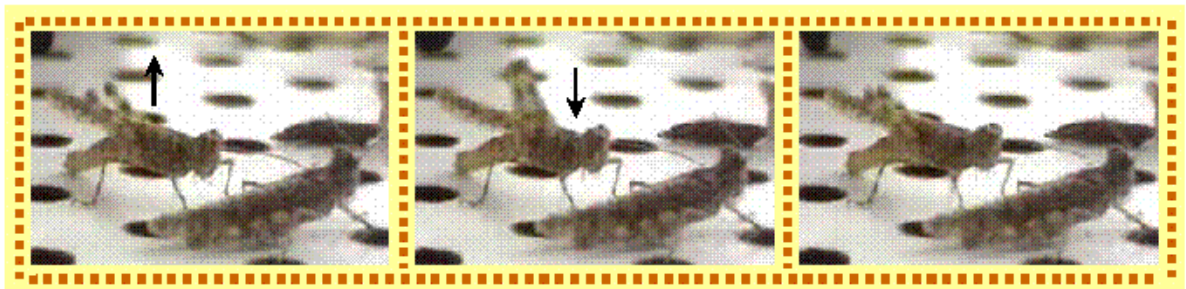


Figura 4.1.6.28. Macho emite clic durante el canto de cortejo.

En esta especie también ha sido observado el cortejo de un macho a otro lo que suele provocar que el macho cortejado emita el canto mixto (figura 4.1.6.28 y Vídeos: Jimitans10.mpg)



Figura 4.1.6.28. Un macho corteja a otro.

4.1.7. *Leptopternis candidus lusitanicus* Ebner, 1941

Biología:

Esta subespecie es un endemismo propio de la franja litoral del Suroeste Ibérico.

Vive en zonas arenosas, sobre dunas. Es poco abundante, se encuentra localizada en lugares apropiados.

Ha sido capturada en estado adulto durante los meses de julio y agosto.



Figura 4.1.7.1. Hembra: *L. candidus lusitanicus*

Producción de sonido:

En esta especie los machos emiten dos tipos de sonido producidos ambos por estridulación; uno aparece como canto mixto y el otro como canto de cortejo.

Referencias:

Material utilizado:

Se ha estudiado el canto producido por 5 machos capturados en las siguientes localidades:

- **Macho 1. Capturado:** Dunas El Asperillo. Parque Natural Doñana. Huelva 11/07/03. **Grabado:** Huelva 11, 12 y 13/07/2003 Zaragoza. 12/08/2003.
- **Macho 2. Capturado:** Dunas El Asperillo. Parque Natural Doñana. Huelva 11/07/03. **Grabado:** Huelva 11, 12 y 13/07/2003.
- **Macho 3. Capturado:** Dunas El Asperillo. Parque Natural Doñana. Huelva 11/07/03. **Grabado:** Huelva 11, 12 y 13/07/2003 Zaragoza. 12/08/2003 y 2/09/2003.
- **Macho 4. Capturado:** Dunas El Asperillo. Parque Natural Doñana. Huelva 11/07/03. **Grabado:** Huelva 13/07/2003 Zaragoza. 12/08/2003.

- **Macho 5. Capturado:** Dunas El Asperillo. Parque Natural Doñana. Huelva 11/07/03. **Grabado: Huelva** 11, 12 y 13/07/2003 **Zaragoza.** 18/07/2003.

Los registros analizados han sido:

1. Cinta 3/2003: ID 1, ID 2.
2. Cinta 4/2003: ID 0, ID 1, ID 2, ID4, ID 5.
3. Cinta 5/2003: ID 5.
4. Cinta 6/2003: ID 1
5. Cinta 7/2003: ID 2.
6. Cinta 11/2003: ID 5.
7. Cinta 13/2003: ID 1.

La temperatura de grabación osciló entre los 34 - 36 ° C.

Los filtros de frecuencias utilizados y las medidas de frecuencia tomadas han sido:

- **Sonido producido por estridulación: canto mixto:** Se ha analizado un total de 39 esquemas pertenecientes a los machos 1, 2, 3, 4 y 5 utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 2000 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada esquema.
- **Sonido producido por estridulación:** Se han analizado 24 esquemas pertenecientes a los machos 1, 3, 4 y 5; y 8 sílabas pertenecientes al macho 3; utilizando un filtro de paso de banda entre 2000 Hz y 14000 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada una de las sílabas y por cada uno de los esquemas que forman el canto.

Sonido producido por estridulación: canto mixto

El canto mixto consiste en esquemas formados por un número variable de sílabas (figura 4.1.7.2). El número de esquemas que forman el canto depende de la duración de la interacción entre los individuos.

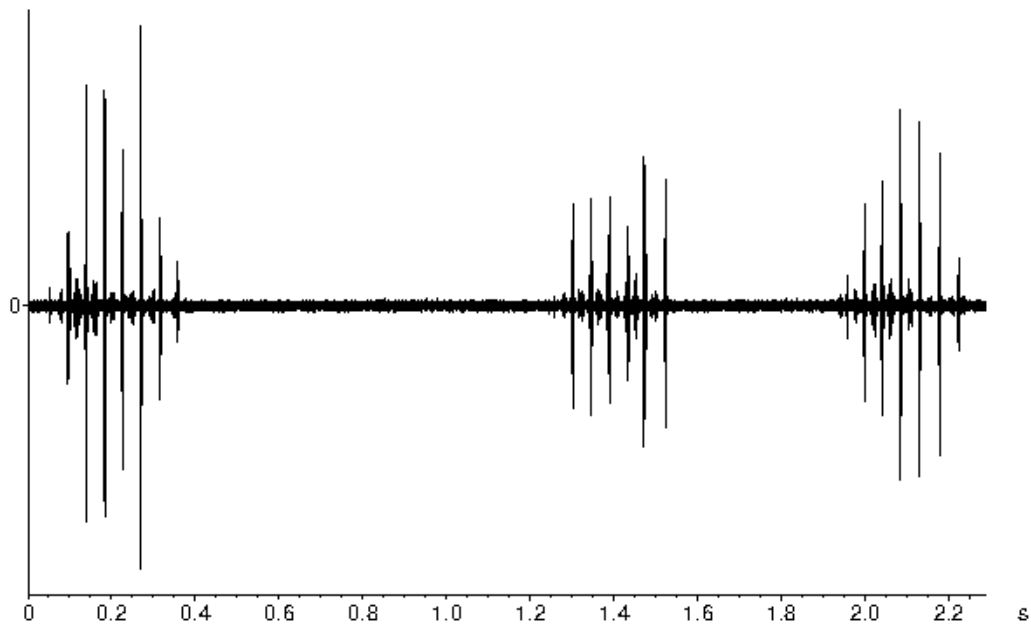


Figura 4.1.7.2. Canto mixto producido por un macho (Cantos: Lcand1.mp3).

Cuando los machos forman coros identificar qué esquema pertenece a cada macho es prácticamente imposible y más aún cuando se mezclan los esquemas emitidos varios machos (figura 4.1.7.3).

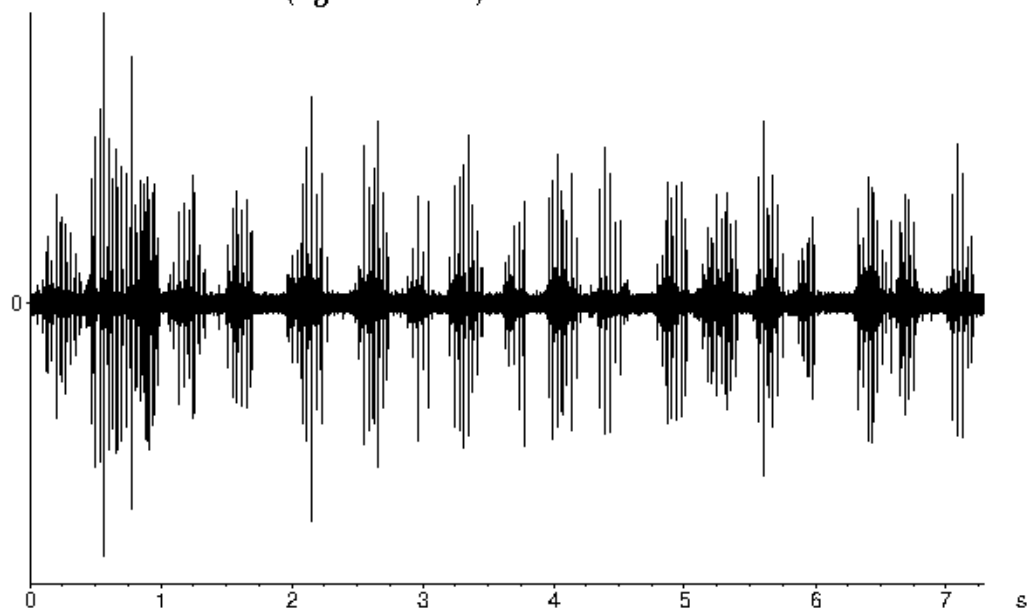


Figura 4.1.7.3. Cuatro machos forman un coro emitiendo el canto mixto (Cantos: Lcand2.mp3).

Cuando el canto mixto funciona como canto de rivalidad, mezclado con canto de cortejo, es fácil de identificar debido a la diferencias de intensidad entre ambos cantos (figura 4.1.7.4).

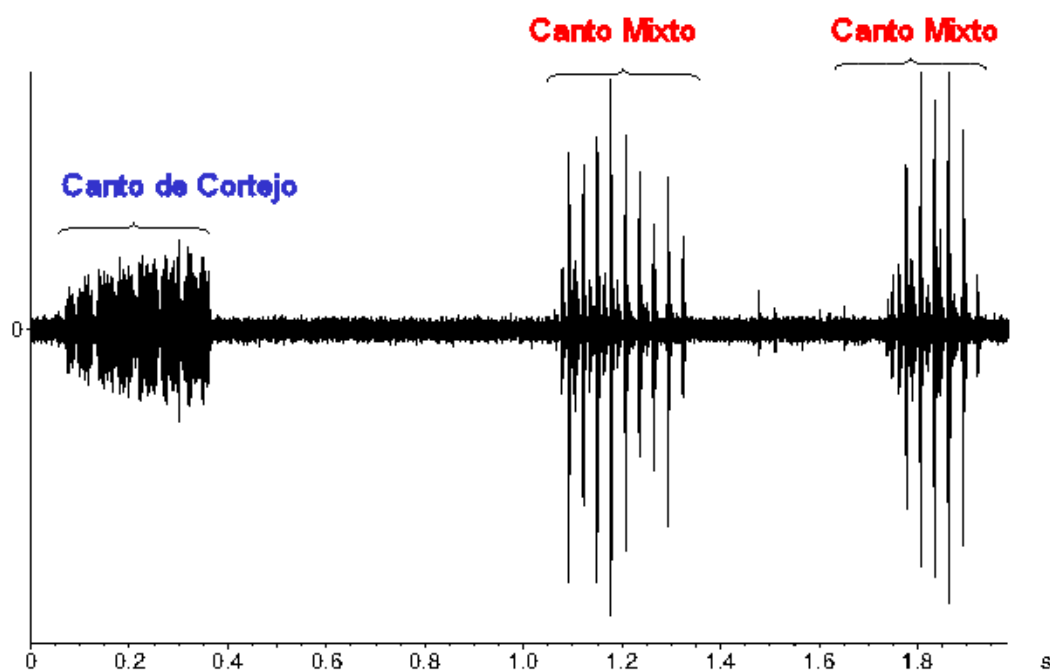


Figura 4.1.7.4. El canto mixto aparece como canto de rivalidad con el canto de cortejo. (Cantos: Lcand3.mp3).

Los esquemas del canto mixto se encuentran formados por sílabas de diferente intensidad (figura 4.1.7.5)

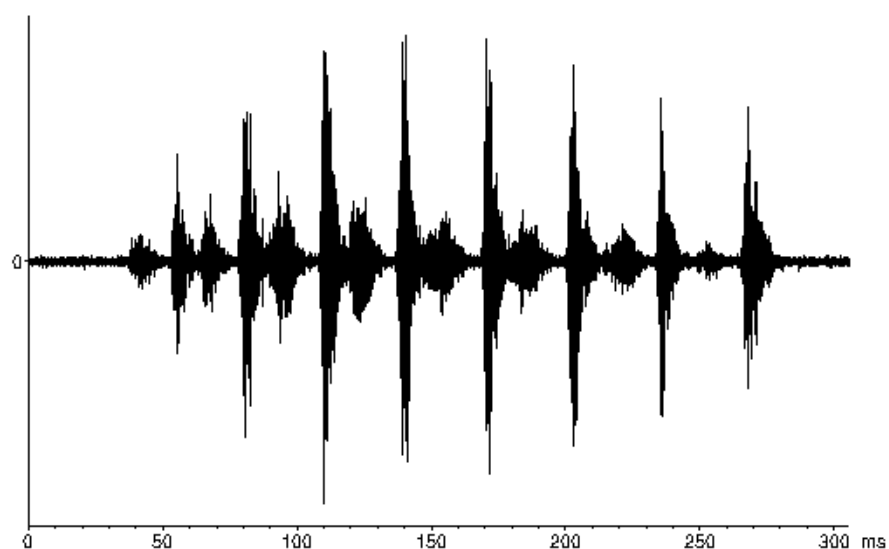


Figura 5. Esquema del canto mixto. (Cantos: Lcand4.mp3).

La duración media de los esquemas es $0,230 \pm 0,045$ s y el número de sílabas que lo forman oscila entre 5 y 18, siendo el valor medio $11,9 \pm 1,673$ sílabas (tablas 1 y 2, apéndice VII.I). Estos dos parámetros se encuentran

significativamente relacionados, (Coeficiente de correlación de Pearson 0,637) (figura 4.1.7.6), a mayor número de sílabas hay una mayor duración del esquema. Sin embargo, la relación puede presentar este valor, inferior a otros casos, debido a la variabilidad que presentan las sílabas en cuanto a las características temporales.

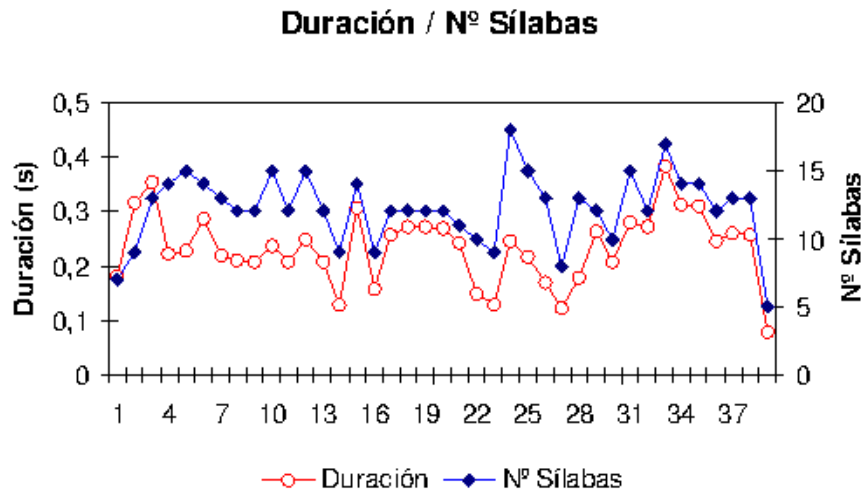


Figura 4.1.7.6. Relación entre la duración y el número de sílabas del esquema.

La tasa de producción de sílabas es de $54,557 \pm 9,072$ sílabas/segundo y la duración media del intervalo entre sílabas es de $0,019 \pm 0,003$ s (tablas 3 y 4, apéndice VII.I; figura 4.1.7.6).

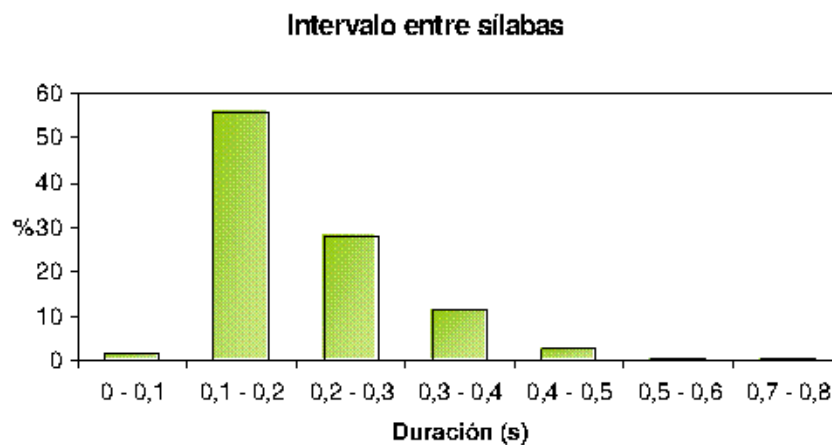


Figura 4.1.7.6. Duración del intervalo entre sílabas.

La frecuencia de las sílabas es similar en todo el esquema (figura 4.1.7.7):

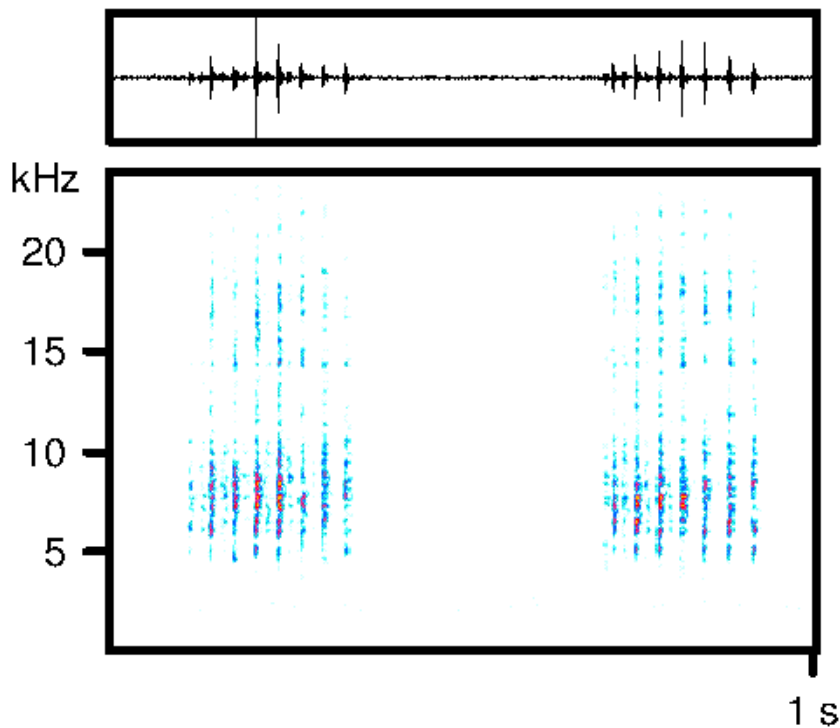


Figura 4.1.7.7. Sonograma de dos esquemas del canto mixto.

La frecuencia inferior media del canto es de 4918 ± 304 Hz (tabla 5, apéndice VII.I), y la frecuencia superior es 18852 ± 910 Hz (tabla 6, apéndice VII.I), siendo la amplitud de banda media de 13907 ± 652 Hz (tabla 7, apéndice VII.I).

Aparece un pico de frecuencia con un valor medio de 7255 ± 576 Hz (tabla 8, apéndice I; figura 4.1.7.8)

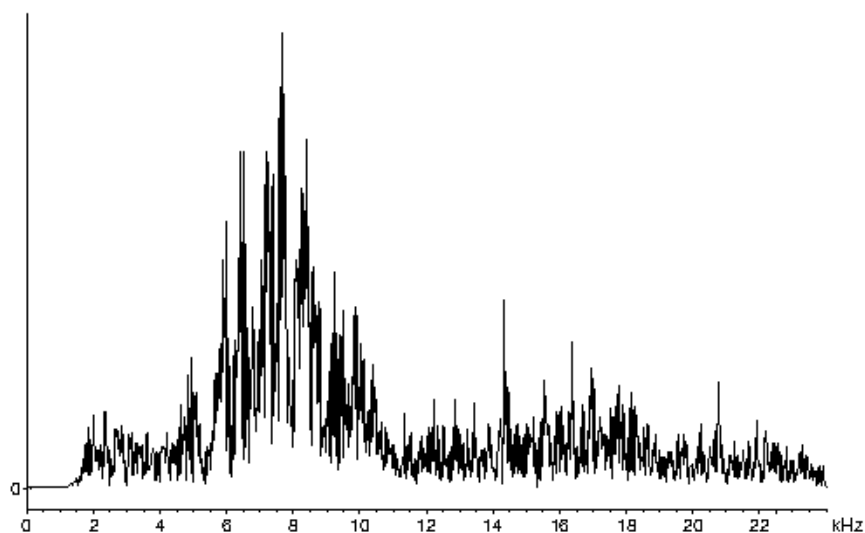


Figura 4.1.7.8. Espectrograma de frecuencia de un esquema del canto mixto.

La distribución de la energía en la señal es: cuartil inferior medio de 7094 ± 254 Hz, cuartil medio 8504 ± 559 Hz y cuartil superior 12337 ± 2365 Hz (tablas 9, 10 y 11; apéndice VII.I).

Sonido producido por estridulación: canto de cortejo.

Cuando un macho intenta copular con una hembra emite el canto de cortejo que consiste en uno o varios esquemas, (figura 4.1.7.9):

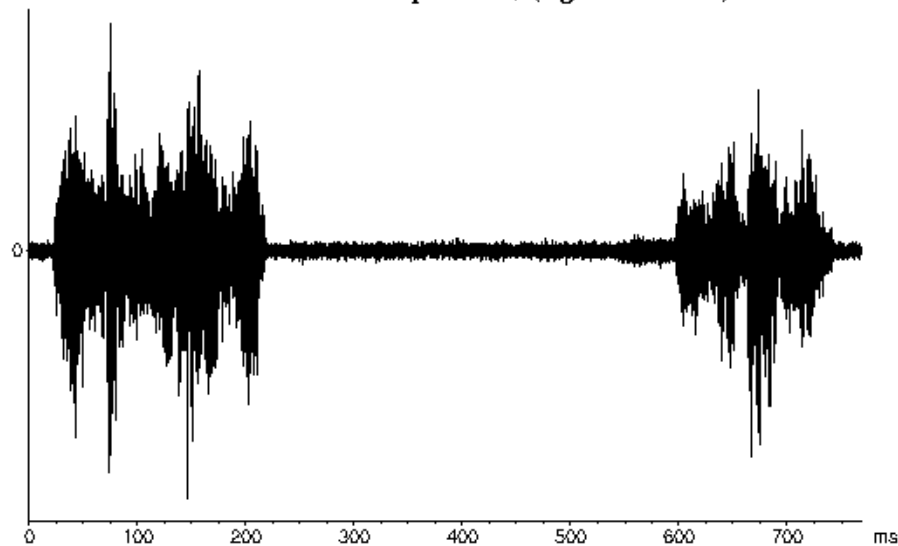


Figura 4.1.7.9. Canto de cortejo formado por dos esquemas (Cantos: Lcand5.mp3)

Aunque no siempre ocurre, al inicio del canto o entre los esquemas, pueden aparecer sílabas aisladas, (figura 4.1.7.10):

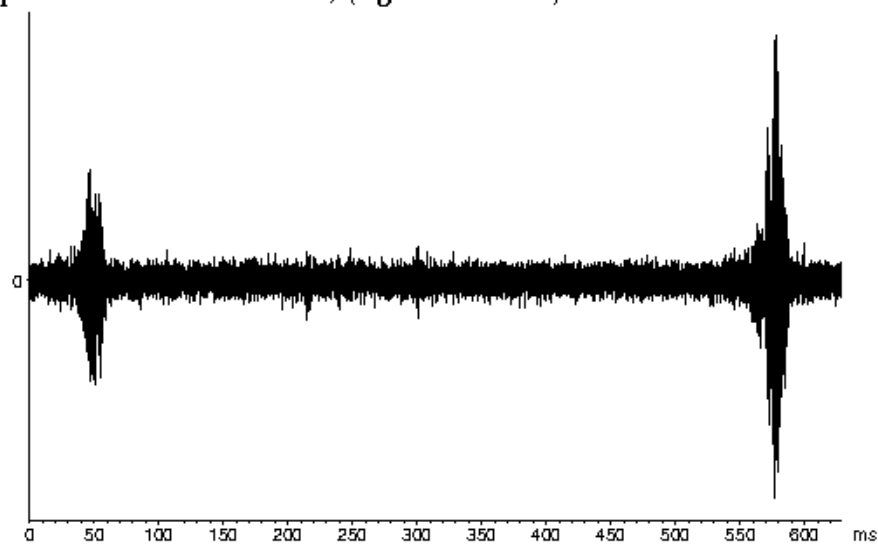


Figura 4.1.7.10. Sílabas del canto de cortejo. (Cantos: Lcand6.mp3)

La duración media de estas sílabas es de $0,025 \pm 0,004$ s (figura 4.1.7.11, tabla 1, apéndice VII.II).

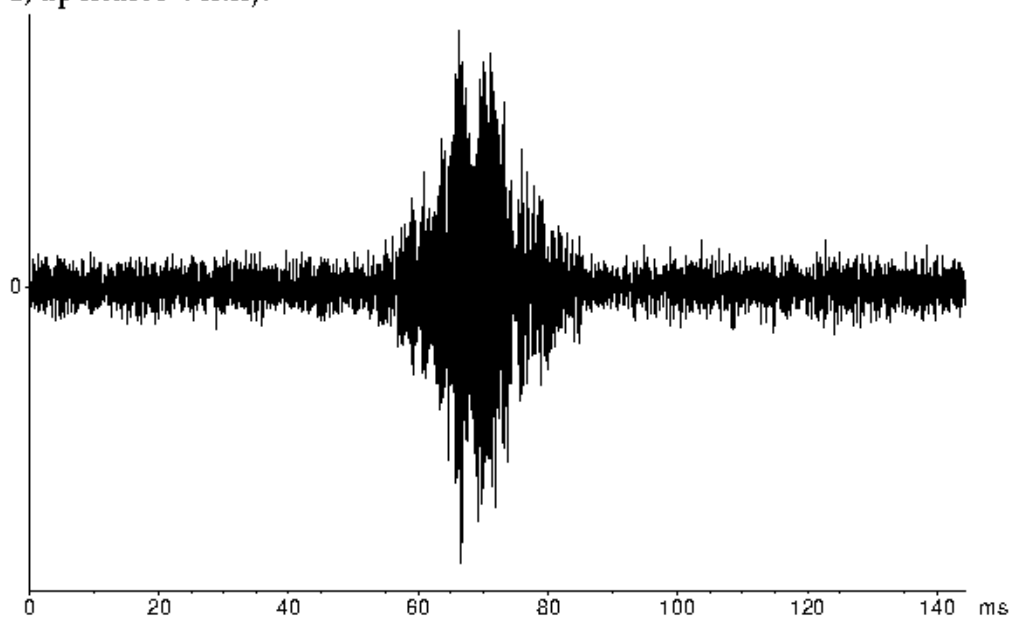


Figura 4.1.7.11. Detalle de una sílaba del canto de cortejo. (Cantos: Lcand7.mp3)

La duración de los esquemas es muy variable desde 0,072 s hasta 0,520 s (tabla 2, apéndice VII.II); posiblemente ligada al número sílabas que lo forman, pero debido a que aparecen muy unidas éste, en la mayoría de esquemas, es imposible de determinar con certeza (figura 4.1.7.12). La duración media encontrada es de $0,261 \pm 0,111$ s.

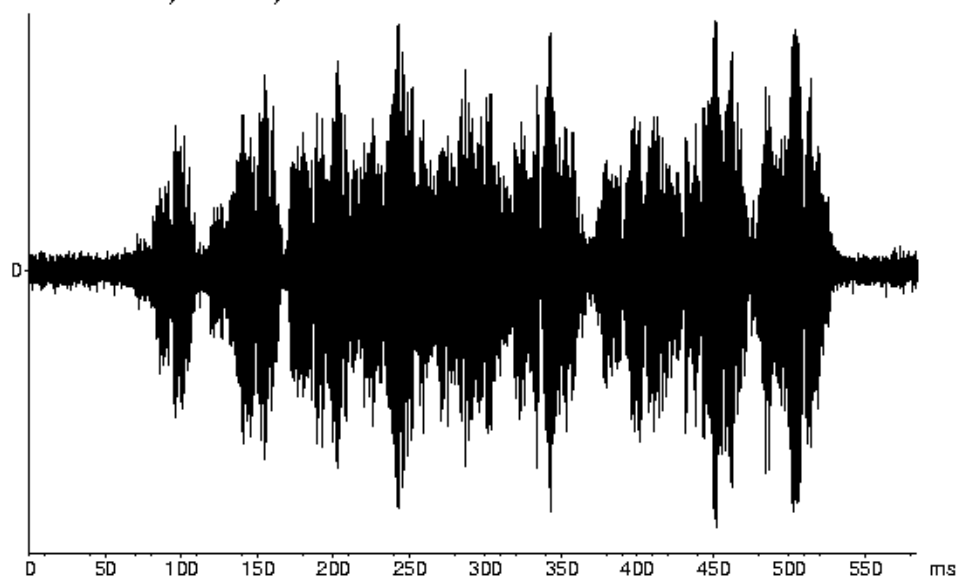


Figura 4.1.7.12. Esquema del canto de cortejo (Cantos: Lcand8.mp3).

El número de esquemas que el macho emite durante el cortejo y la duración del silencio entre los mismos depende de la reacción que tenga la hembra frente al macho y de cómo transcurra el cortejo.

Las características del espectro de frecuencia de las sílabas aisladas y del esquema son similares, (figuras 4.1.7.13 y 4.1.7.14), por lo que los esquemas están formados por la unión de las sílabas aisladas y son producidos por la sucesión del movimiento con que emiten una sílaba aislada.

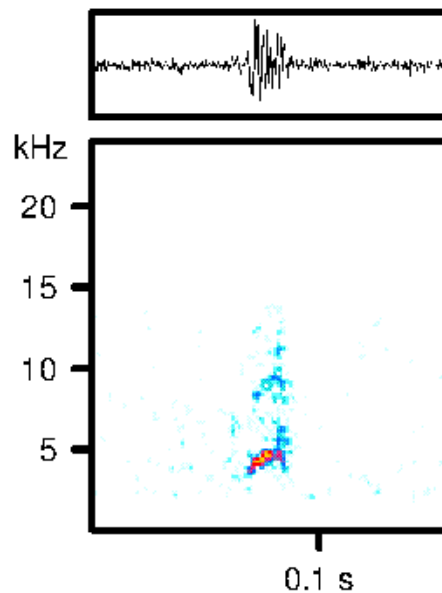


Figura 13. Sonograma de una sílaba aislada del cortejo.

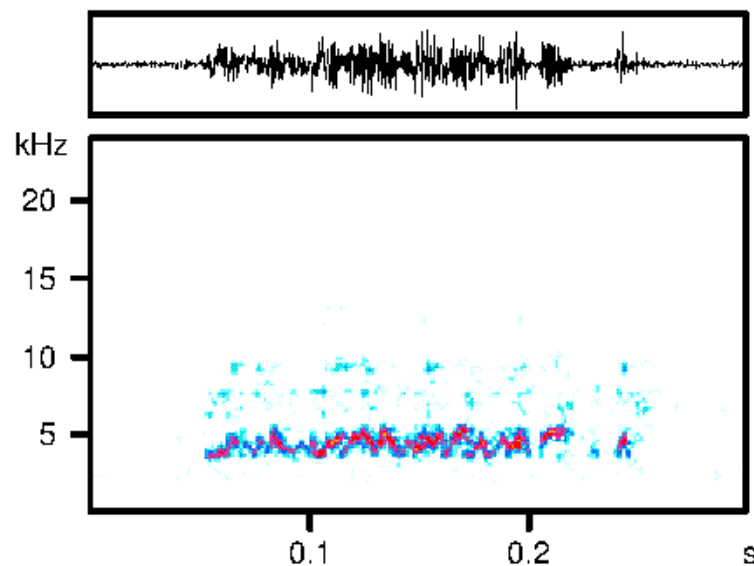


Figura 14. Sonograma de un esquema del canto de cortejo.

En el sonograma de la sílaba y el esquema se observa cómo aumenta ligeramente la frecuencia al inicio y al final de cada sílaba, pero al ser tan breve la subida y tan corta su duración esta variación no puede ser medida; debido a que es imposible tomar dos medidas de frecuencia instantánea en tan corta duración.

Sin embargo, en el sonograma realizando un nuevo muestreo a 24000 Hz (figura 4.1.7.15) se puede estimar que la variación de la frecuencia principal aparece desde alrededor 3400 Hz hasta alrededor de 4800 Hz, siendo por lo tanto la modulación de la frecuencia de la señal de unos 1200 Hz.

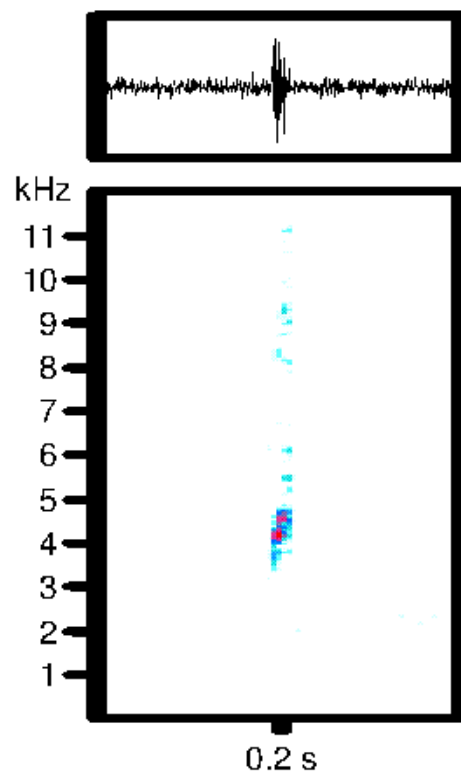


Figura 4.1.7.15. Sonograma después de un nuevo muestreo a 24000 Hz.

La frecuencia inferior media del canto es de 3280 ± 484 , la superior es 8302 ± 1009 Hz, siendo la amplitud de banda media de 5214 ± 707 Hz (tablas 3,4 y 5; apéndice VII.II).

En esta banda pueden aparecer hasta 3 picos de frecuencia siendo el primero de mayor intensidad respecto a los otros dos (figura 4.1.7.16)

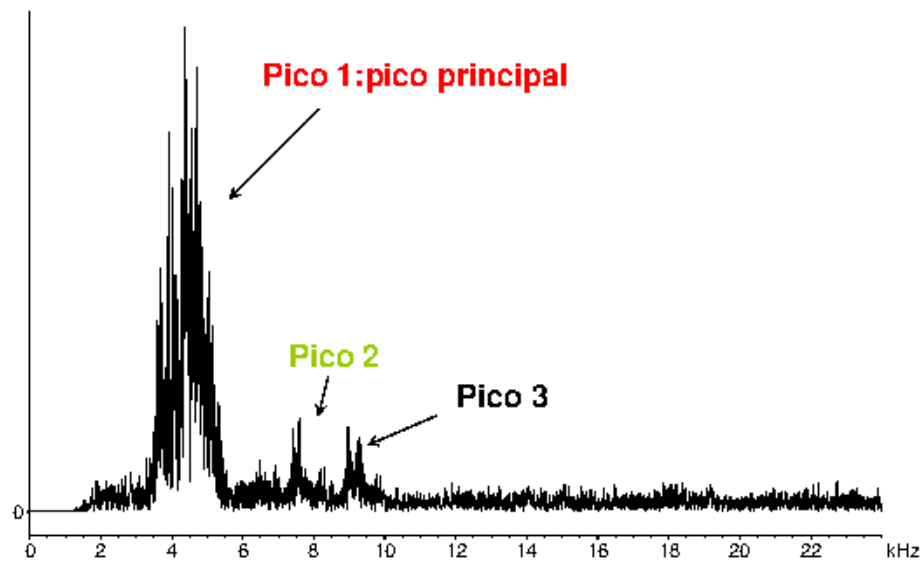


Figura 4.1.7.16. Espectrograma con 3 picos de frecuencia.

El pico principal de frecuencia presenta un valor medio de 3957 ± 789 Hz y aparece como único pico en un 19% de los casos (figura 4.1.7.17, tabla 6, apéndice VII.II).

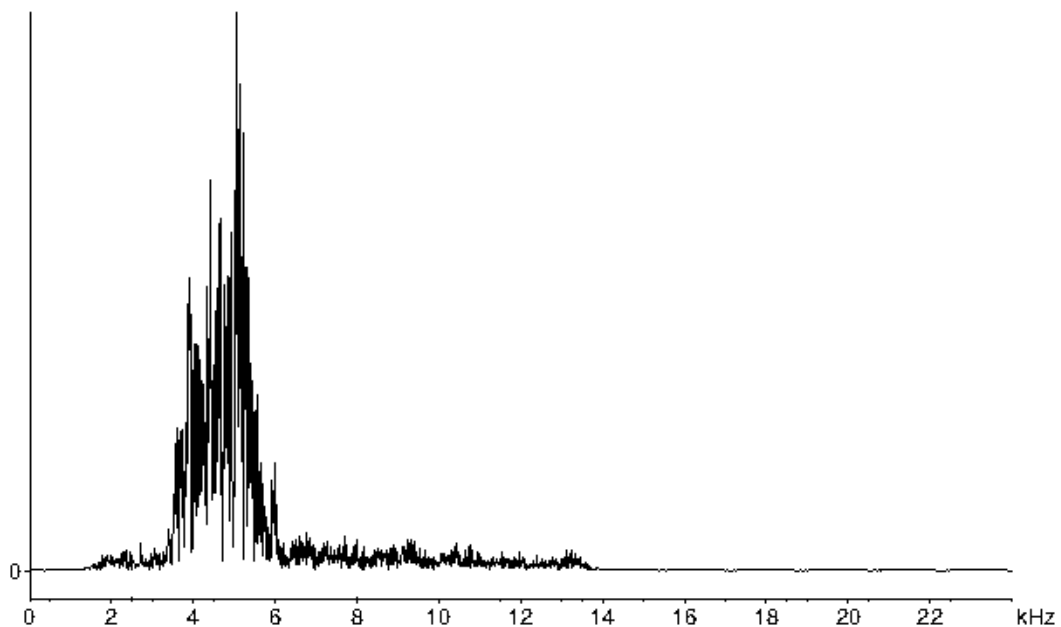


Figura 4.1.7.17. Espectrograma con el pico principal como único pico de frecuencia.

El pico 2 presenta un valor medio de 6516 ± 343 Hz y aparece junto al pico 1 y en un 63% de los casos junto al 3 (figura 18; tabla 7, apéndice VII.II).

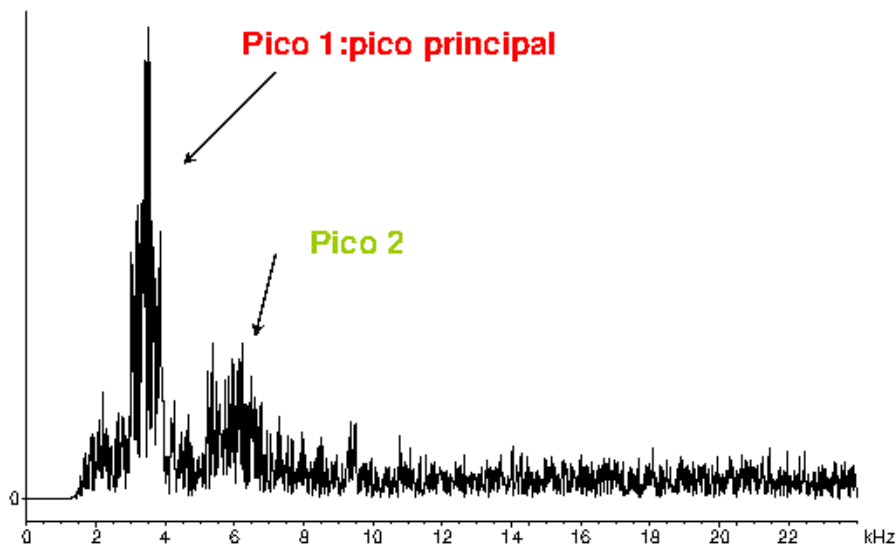


Figura 4.1.7.18. Espectrograma con el pico principal y el pico 2.

El pico 3 aparece en un 59% de los casos y presenta un valor medio de 8241 ± 1009 Hz (tabla 8, apéndice VII.II; figura 4.1.7.19)

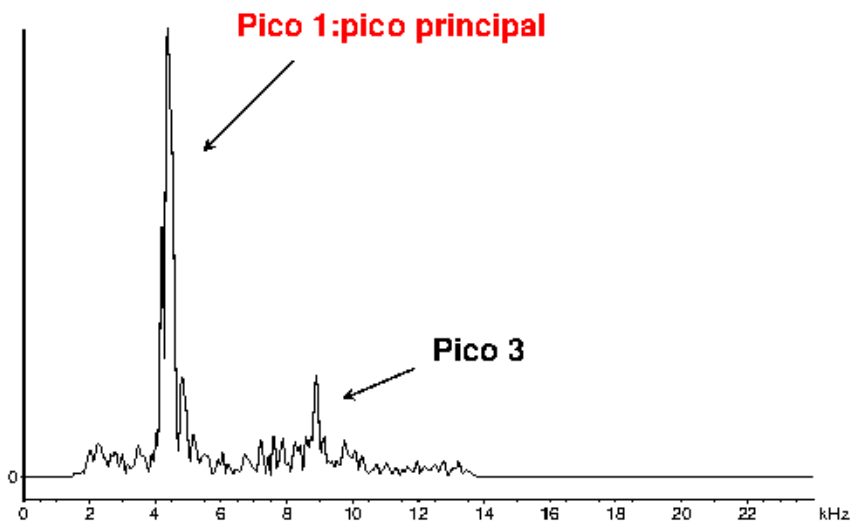


Figura 4.1.7.19. Espectrograma con el pico principal y el pico 3.

La distribución de la energía de la señal es la siguiente: cuartil inferior medio 4167 ± 445 Hz, cuartil medio 6087 ± 573 Hz y cuartil superior 11246 ± 2148 Hz (tabla 9, 10 y 11; apéndice VII.II).

Comportamiento

La forma más común de interacción entre individuos es subir y bajar ambos fémures posteriores, con las tibias y tarsos recogidos, de forma rápida y con una amplitud inferior a los 45° respecto a la horizontal (Vídeos: Lclusitanicus1.mpg, figuras 4.1.7.20 y 4.1.7.21)



Figura 4.1.7.20. Macho subiendo y bajando las patas posteriores cuando interactúa con otro.

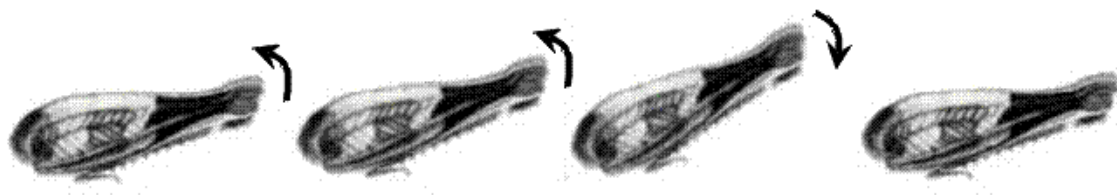


Figura 4.1.7.21. Movimiento realizado con las patas traseras cuando individuos interactúan.

Entre los movimientos de interacción los machos intercalan el canto mixto como canto de interacción (Vídeos: Lclusitanicus2.mpg). Cuando dos machos interactúan y otros se encuentran cerca se unen emitiendo el canto mixto que funciona en este caso como canto de coro.

Para emitir el canto mixto los machos realizan un movimiento muy rápido con las patas posteriores que rozan con las tegminas (figura 4.1.7.22)

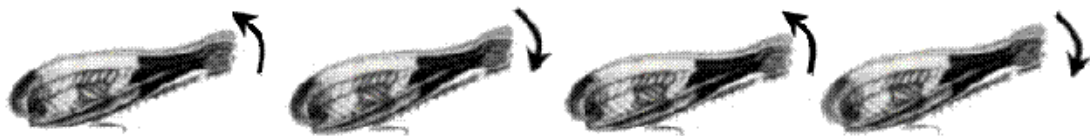


Figura 4.1.7.22. Movimiento realizado con las patas posteriores para emitir el canto mixto.

Es un movimiento difícil de percibir en los fotogramas debido a la poca amplitud que presenta. La figura 4.1.7.23 representa el movimiento realizado por una de las dos patas durante el desarrollo de todo el canto:

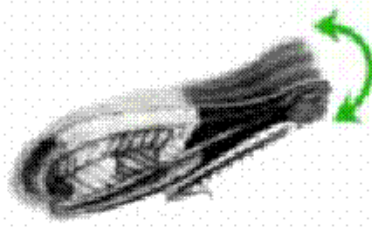


Figura 4.1.7.23. Movimiento realizado con la pata izquierda durante la emisión del canto.

Para copular, el macho se acerca a la hembra elevado sobre sus patas y con el abdomen curvado hacia el suelo (figura 4.1.7.24), o caminado normalmente, y cuando se encuentra a alrededor de 2 cm emite uno o varios cantos para después saltar encima (Vídeos: Lclusitanicus3.mpg).



Figura 4.1.7.24. Macho trata de copular con hembra.

Para emitir el canto de cortejo, el macho eleva las patas posteriores y realiza un movimiento en tijera, de forma que cuando una pata sube la otra baja (figura 4.1.7.25). Dependiendo de la duración del esquema este movimiento es repetido un determinado número de veces.

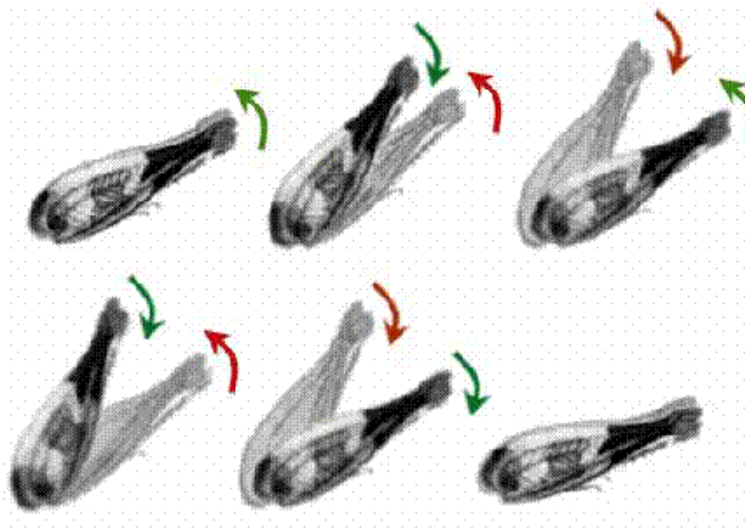


Figura 4.1.7.25. Movimiento realizado con las patas posteriores para emitir el canto de cortejo.

4.1.8. *Mioscirtus wagneri maghrebi* Fernandes, 1968

Biología:

Esta especie presenta una distribución disyunta en la Península Ibérica. Su distribución está ligada a la riqueza de sales de los sustratos.

Es una especie geófila. Habita en zonas áridas con régimen de lluvias inestable, con suelos ricos en sales y vegetación halófila estricta. Se encuentra en las orillas de lagunas secas saladas.



Figura 4.1.8.1. Macho y Hembra: *M. wagneri maghrebi*

Se encuentra en estado adulto desde junio hasta el mes de noviembre.

Producción de sonido:

Se ha registrado producción de sonido mediante crepitación en el sustrato, tanto por parte de los machos como de las hembras, además de producción de sonido mediante estridulación como canto de cortejo por parte de los machos.

Referencias:

Material utilizado

Los sonidos registrados pertenecen a los siguientes individuos:

- **Macho 1: Capturado:** Salinas de la playa. Bujaraloz. Zaragoza. 14/07/01.
Grabado: Zaragoza. 15/07/2001.
- **Macho 2: Capturado:** Salinas de la playa. Bujaraloz. Zaragoza. 14/07/01.
Grabado: Zaragoza. 15/07/2001.
- **Macho 3: Capturado:** Salinas de la playa. Bujaraloz. Zaragoza. 24/08/02.
Grabado: Zaragoza. 24 y 25/08/2002.

- **Macho 4: Capturado:** Salinas de la playa. Bujaraloz. Zaragoza. 24/08/02.
Grabado: Zaragoza. 24 y 25/08/2002.
- **Macho 5: Capturado:** Salinas de la playa. Bujaraloz. Zaragoza. 24/08/02.
Grabado: Zaragoza. 24 y 25/08/2002.
- **Hembra 1: Capturada:** Salinas de la playa. Bujaraloz. Zaragoza. 14/07/01.
Grabada: Zaragoza. 15/07/2001.
- **Hembra 2: Capturada:** Salinas de la playa. Bujaraloz. Zaragoza. 14/07/01.
Grabada: Zaragoza. 15/07/2001.

Los registros analizados han sido:

1. Cinta 13/2001: ID 1, ID 6 e ID 7.
2. Cinta 14/2001: ID 0, ID 2, ID 3.

La temperatura de grabación osciló entre los 33 - 36 °C.

Los filtros de frecuencias utilizados y las medidas de frecuencia tomadas han sido:

- **Sonido producido por crepitación:** Se ha analizado un total de 8 equemas pertenecientes a los machos 1, 2 y 3; y 3 equemas pertenecientes a la hembras 1 y 2, utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 1500 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada equema.

- **Sonido producido por estridulación:** Se han analizado 8 cantos pertenecientes a los machos 1, 2, 3, 4 y 5, utilizando un filtro de paso de banda entre 1000 Hz y 10000 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada equema.

Sonido producido por crepitación

En casi todas las especies estudiadas se han observado individuos aleteando, en estas ocasiones parecía una forma más de termorregulación que de comunicación.

Sin embargo, en esta especie el aleteo o crepitación en el suelo ha resultado ser muy frecuente; se ha dado en situaciones de interacción entre individuos y, además, en ocasiones se ha visto intensificado el sonido producido cuando el individuo ha utilizado los tarsos posteriores para chocarlos contra las alas durante la crepitación. Por todo ello, se ha analizado como una forma de comunicación en esta especie.

Crepitación en el suelo producida por individuos macho:

El sonido producido por crepitación consiste en un esquema formado por sílabas de distinta intensidad (figura 4.1.8.2.)

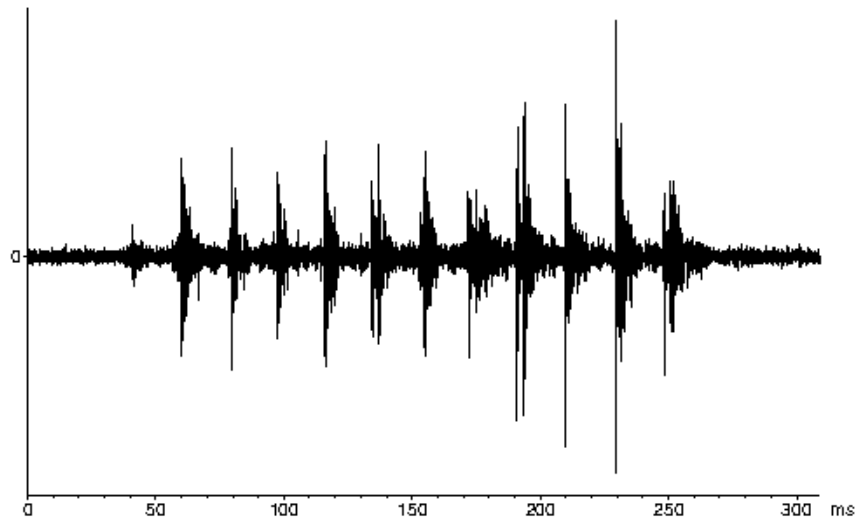


Figura 4.1.8.2. Crepitación en el suelo producida por un macho. (Cantos: Mwm1.mp3)

Tanto la duración del esquema como el número de sílabas que lo forman son muy variables, la duración mínima encontrada es de 0,032 s y la máxima es de 1,552 s, (tabla 1, apéndice VIII.I); el número de sílabas mínimo que aparecen es de 3 y el máximo de 72 (tabla 2, apéndice VIII.I). Estos dos parámetros se encuentran fuertemente correlacionados (figura 4.1.8.3); siendo el coeficiente de correlación de Pearson entre ambos parámetros es de 0,999

Duración / N° Sílabas

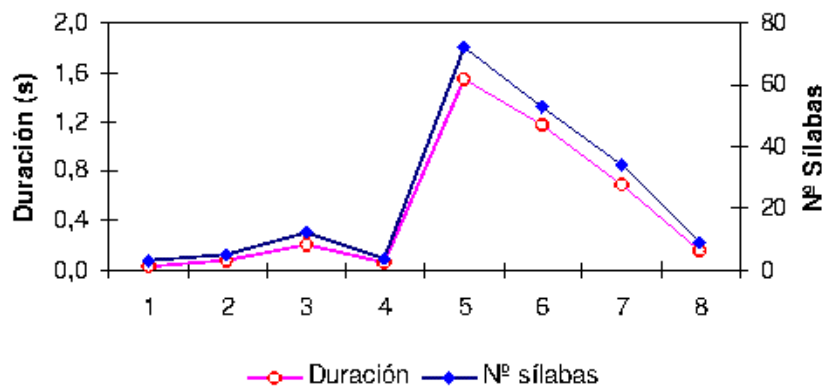


Figura 4.1.8.3. Relación entre la duración del esquema y el número de sílabas que lo forman.

La tasa media de producción de sílabas es de $66,518 \pm 24,122$ sílabas / s (tabla 3, apéndice VIII.I). La duración del intervalo entre sílabas tiene un valor medio de $0,019 \pm 0,003$ s (tabla 4, apéndice VIII.I; figura 4.1.8.4).

Intervalo entre sílabas

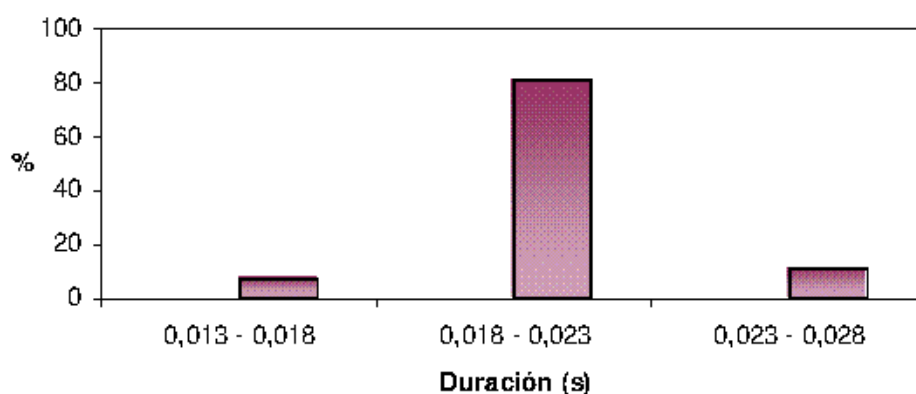


Figura 3. Duración del intervalo entre las sílabas del esquema.

Todas las sílabas que forman el esquema presentan similar frecuencia (figura 4.1.8.5).

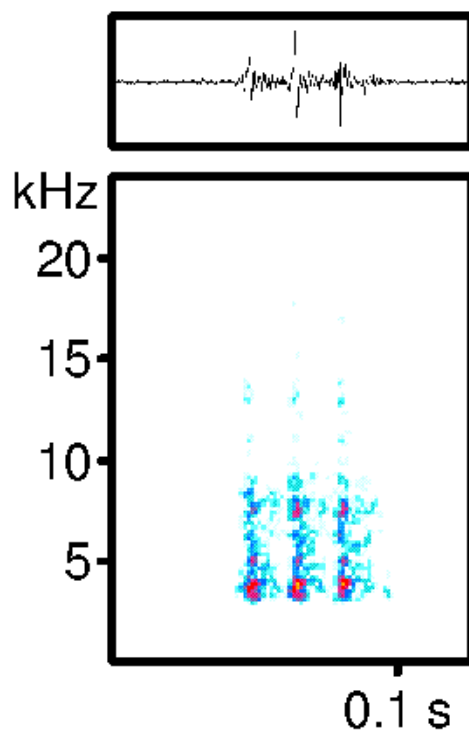


Figura 4.1.8.5. Sonograma del sonido producido por crepitación

La frecuencia inferior media encontrada es de 2727 ± 595 Hz (tabla 5, apéndice VIII.I), la frecuencia superior es 9008 ± 1006 Hz (tabla 6, apéndice VIII.I), y la amplitud de banda media es 5428 ± 615 Hz (tabla 7, apéndice VIII.I).

Aparecen dos picos de frecuencia el pico 1 y el pico 2. El pico 1 presenta un valor medio de 3442 ± 386 Hz (tabla 8, apéndice VIII.I) y aparece como pico de máxima intensidad en un 25% de los casos (figura 4.1.8.6). El pico 2 tiene un valor medio de 7510 ± 819 Hz (tabla 9, apéndice VIII.I) y aparece como pico de mayor intensidad en un 75% de los casos.

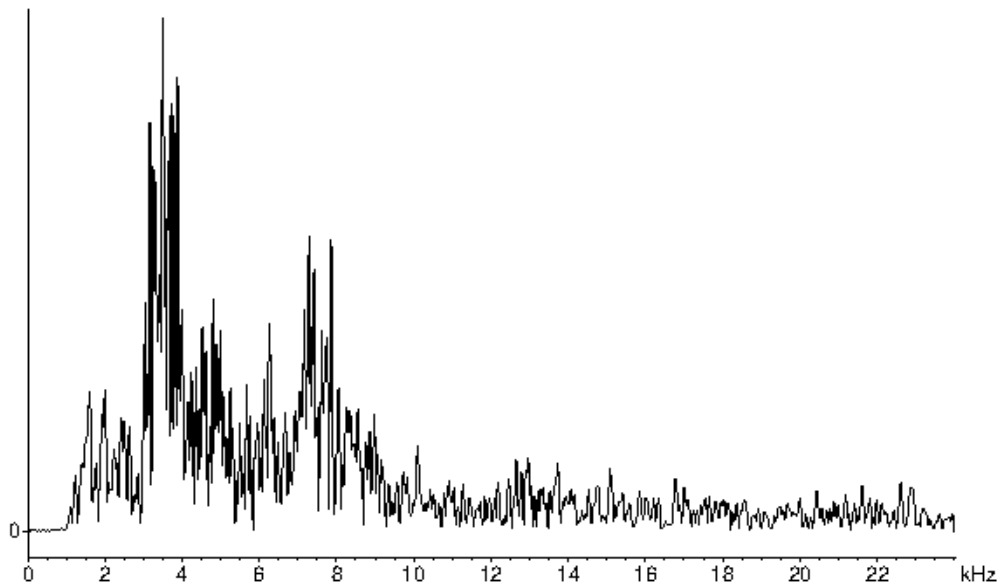


Figura 5. Espectrograma de frecuencias, el pico 1 aparece como pico de más intensidad.

La distribución de la energía es: cuartil inferior medio: 4605 ± 742 , cuartil medio 7173 ± 1183 Hz y cuartil superior 11297 ± 2197 Hz (tablas 10, 11 y 12; apéndice VIII.I).

Crepitación en el suelo producida por individuos hembra:

El sonido resultante de la crepitación en suelo producida por las hembras de esta especie consiste en un esquema formado por sílabas de distinta intensidad (figura 4.1.8.7):

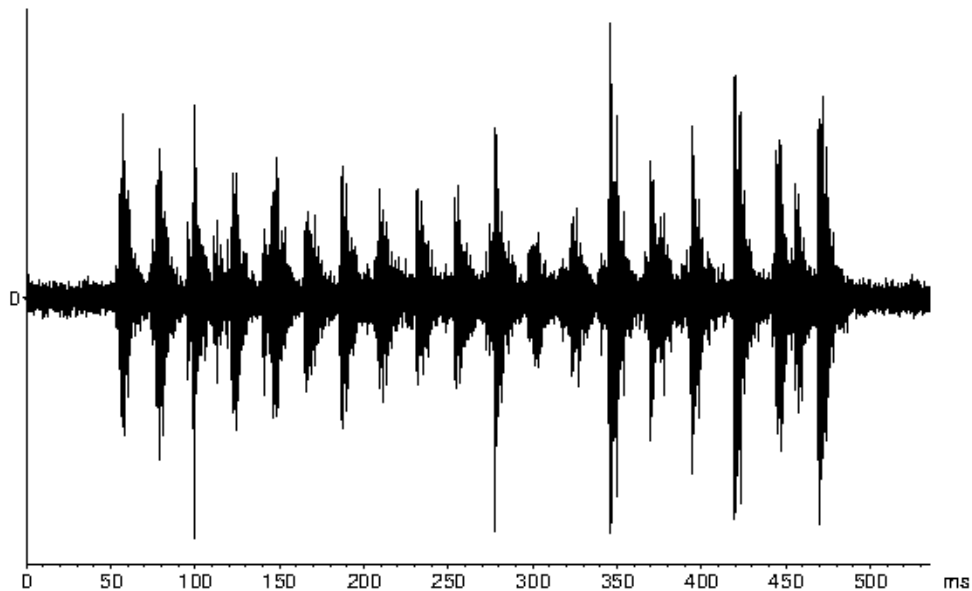


Figura 4.1.8.7. Crepitación en suelo producido por una hembra (Cantos: Mwm2.mp3)

La duración de los esquemas es muy variable entre 0,103 y 0,413 s (tabla 1, apéndice VIII.II). El número de sílabas que lo forman oscila entre 10 y 21 (tabla 2, apéndice VIII.II). El coeficiente de correlación de Pearson entre estos parámetros es de 0,976 (figura 4.1.8.8).

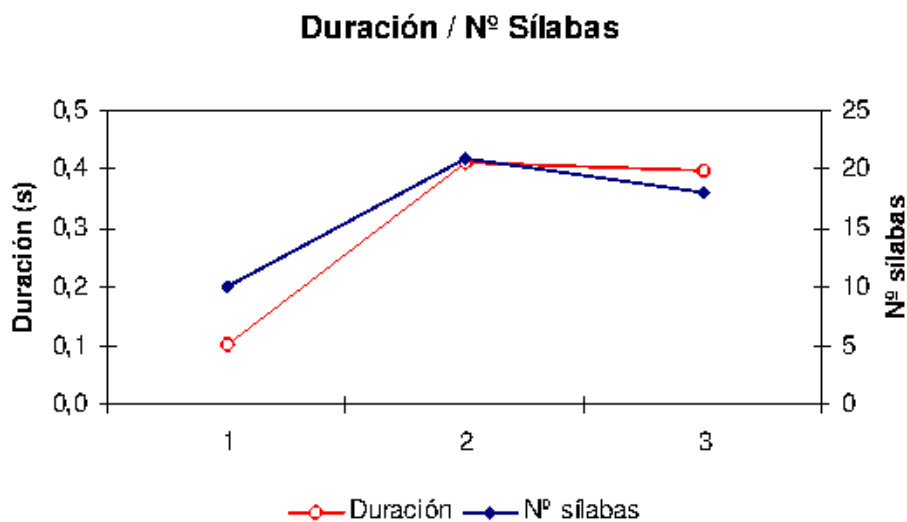


Figura 4.1.8.8. Relación entre el número de sílabas y la duración del esquema.

La tasa media de producción de sílabas es de $72,591 \pm 34,63$ sílabas/s. (tabla 3, apéndice VIII.II)

La duración media del intervalo entre sílabas es de $0,017 \pm 0,008$ s (tabla 3, apéndice VIII.II; figura 4.1.8.9):

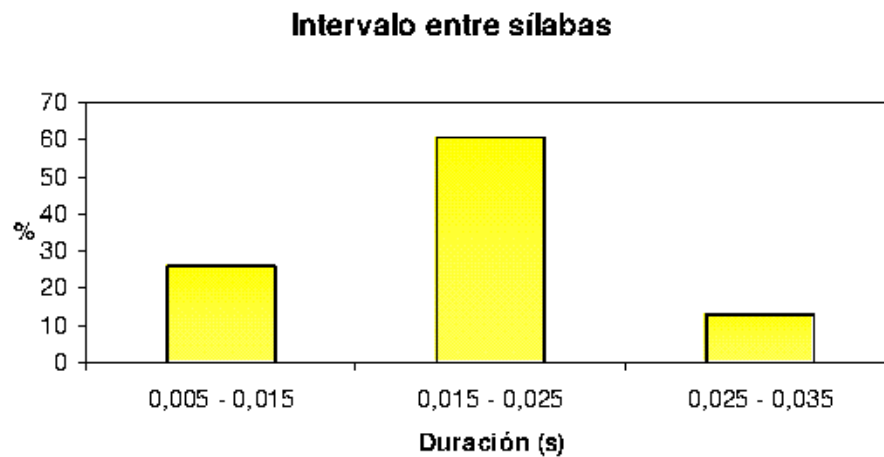


Figura 4.1.8.9. Duración del intervalo entre sílabas.

El espectro de frecuencias de las sílabas que forman el esquema es similar y no existe modulación de la frecuencia en ellas (figura 4.1.8.10).

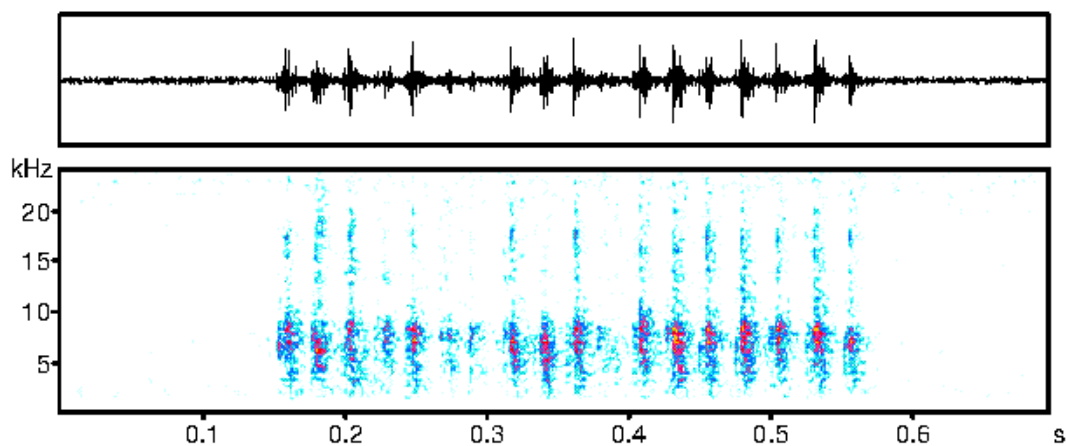


Figura 4.1.8.10. Sonograma de la crepitación producida por una hembra.

La frecuencia media inferior del sonido es de 3423 ± 25 Hz (tabla 5, apéndice VIII.II), la superior es de 8908 ± 258 Hz (tabla 6, apéndice VIII.II), siendo la amplitud de banda media de 5483 ± 237 Hz (tabla 7, apéndice VIII.II).

Aparece un pico de frecuencia no muy estable, con un valor medio de 7795 ± 1294 , puesto que varía entre 6100 y 8710 Hz (tabla 8, apéndice VIII.II; figura 4.1.8.11)

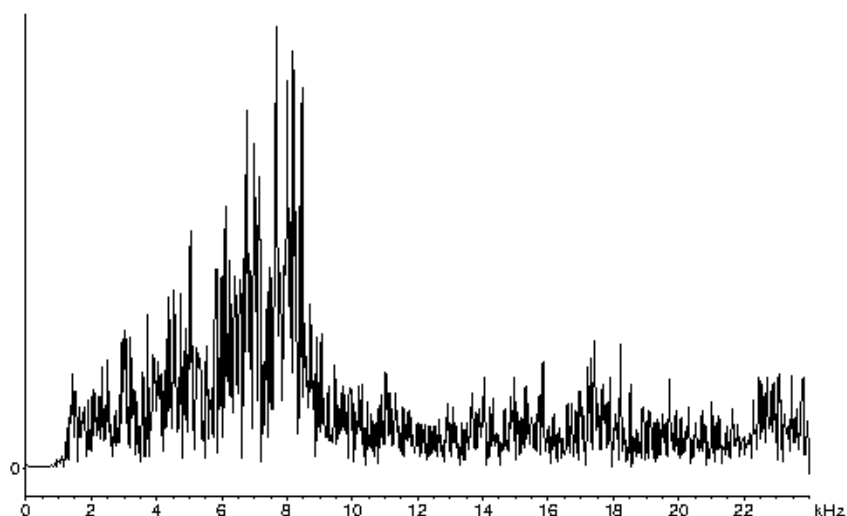


Figura 4.1.8.11. Espectrograma de la crepitación producida por una hembra.

La distribución media de la energía es: cuartil inferior 6230 ± 566 Hz, medio 8170 ± 651 Hz y superior 12798 ± 513 Hz (tablas 9, 10 y 11, apéndice VIII.II).

Sonido producido por estridulación: canto de cortejo

Los machos pueden estridular cuando abordan a una hembra, pero esto no ocurre siempre puesto que de 8 ocasiones en las que un macho ha abordado a una hembra 2 lo hizo sin emitir sonido.

El canto consiste en sílabas dobles cuya duración oscila entre 0,057 y 0,128 s, con un valor medio de $0,086 \pm 0,019$ s (tabla 1, apéndice VIII.III; figura 4.1.8.12).

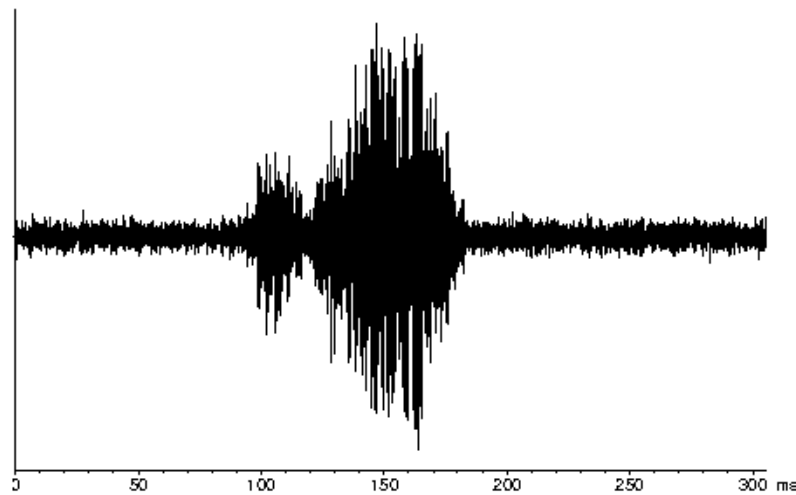


Figura 4.1.8.12. Oscilograma del canto producido por estridulación.

La frecuencia principal se mantiene estable sin que exista modulación, (figura 4.1.8.13):

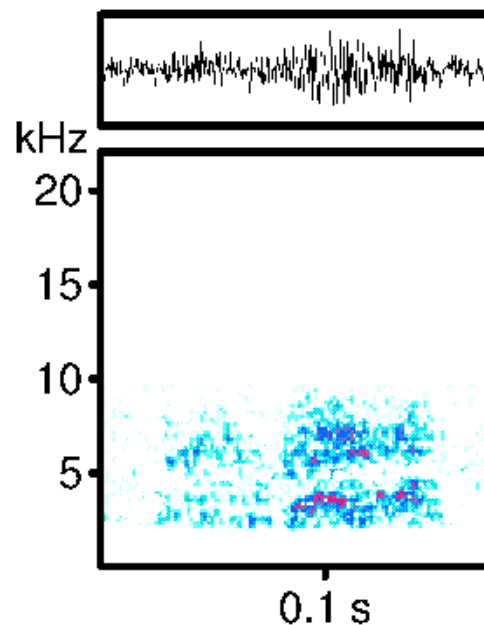


Figura 4.1.8.13. Sonograma del canto de cortejo.

La frecuencia inferior media del canto es 3109 ± 347 Hz (tabla 2, apéndice VIII.III), la superior es 8031 ± 442 (tabla 3, apéndice VIII.III) y la amplitud de banda media es 4923 ± 113 Hz (tabla 4, apéndice VIII.III).

En esta banda aparecen dos picos de frecuencia, el pico 1 con un valor medio de 3900 ± 414 Hz, (tabla 5, apéndice VIII.III), aparece como pico de mayor intensidad en un 63% de los cantos estudiados (figura 4.1.8.14).

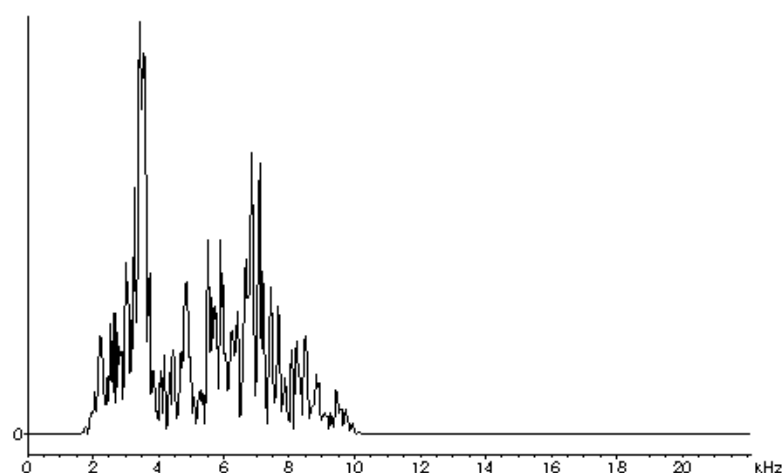


Figura 4.1.8.14. Espectrograma del canto de cortejo. El pico 1 de frecuencia aparece como pico de máxima intensidad.

El pico 2 de frecuencia presenta un valor medio de 7393 ± 488 Hz (tabla 6, apéndice VIII.III) y aparece como pico de máxima intensidad en un 38 % de los casos (figura 4.1.8.15).

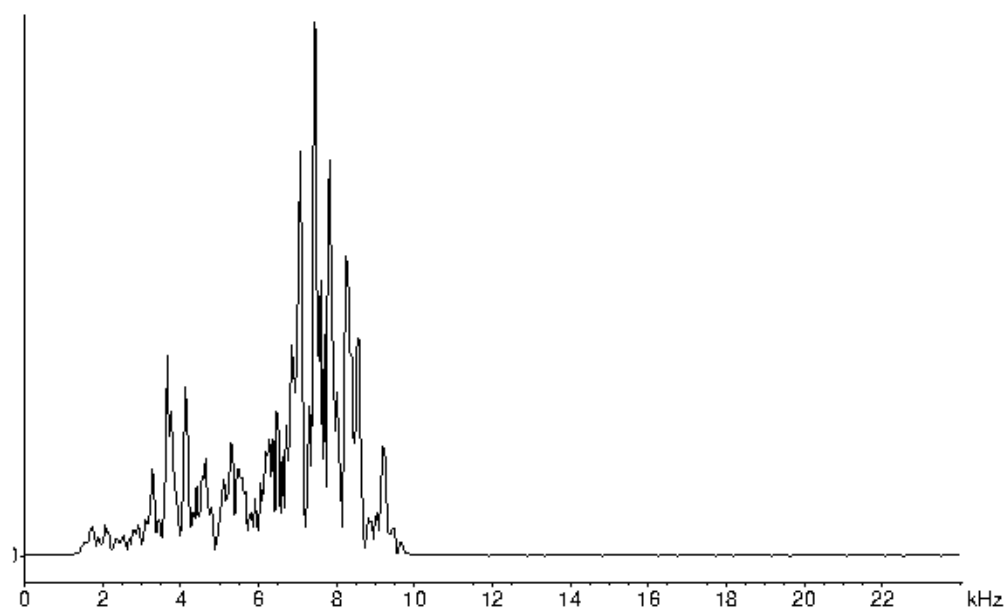


Figura 4.1.8.15. Espectrograma del canto de cortejo. El pico 1 de frecuencia aparece como pico de máxima intensidad.

El cuartil inferior medio de la señal es 4312 ± 822 Hz, el cuartil medio es 6210 ± 1206 y el superior es 9074 ± 1991 Hz. La mayor energía de la señal se encuentra por debajo de los 9000 Hz.

Comportamiento

Esta especie resultó ser especialmente sensible al transporte y a la cautividad. Aunque los individuos eran trasladados en jaulas con suelo y vegetación del lugar donde habían sido capturados, sólo vivían uno o dos días tras su captura.

La interacción más frecuente entre los individuos de esta especie es realizar movimientos alternativos de subir y bajar las patas posteriores realizando al mismo tiempo extensión de las tibias (figura 4.1.8.16, Vídeos: Mwmaghrebil.mpg)

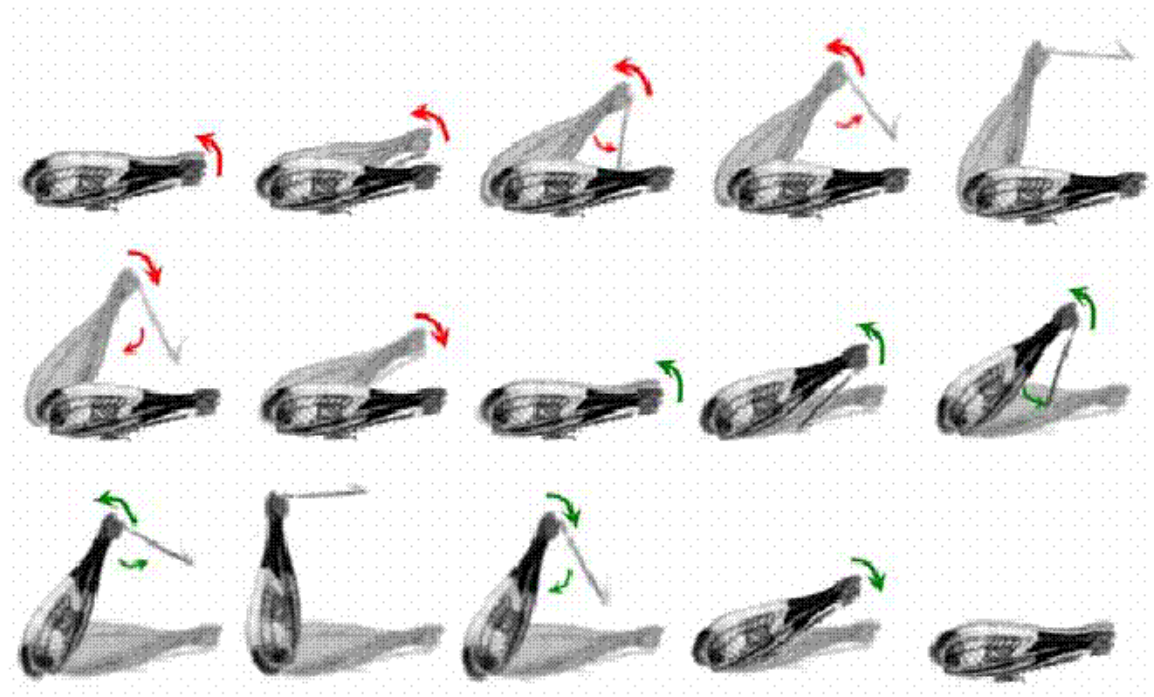


Figura 4.1.8.16. Movimiento realizado con las patas posteriores durante las interacciones entre individuos.

Durante el desarrollo de este movimiento destaca el contraste de color que producen las bandas claras y oscuras con el fondo, lo que hace estos movimientos muy conspicuos (figura 4.1.8.17).

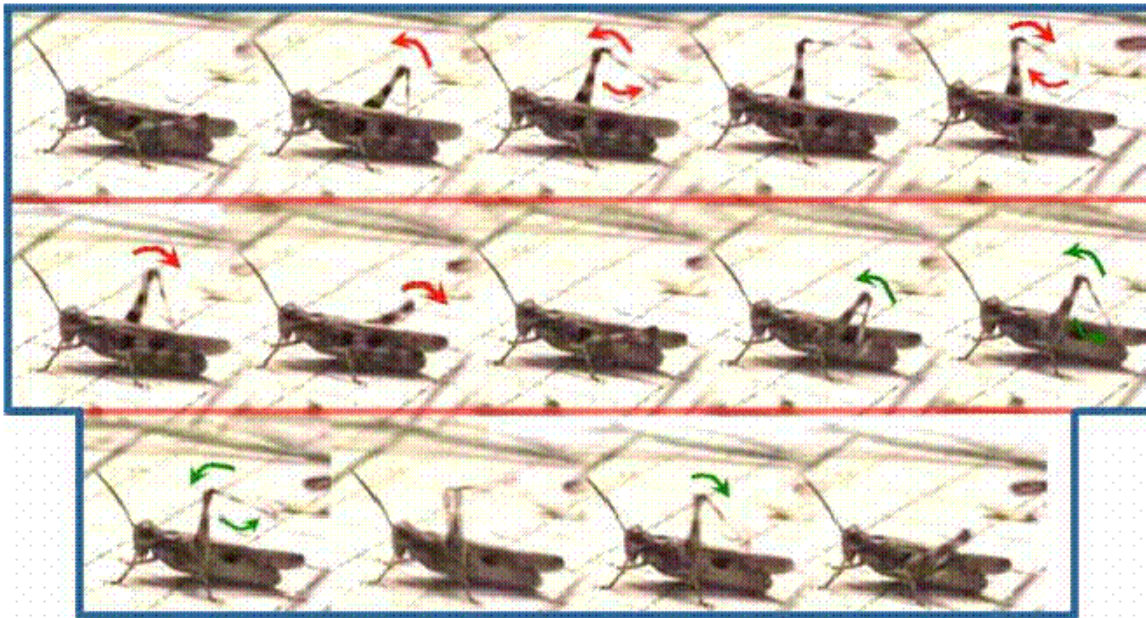


Figura 4.1.8.17. Macho interacta con otro subiendo y bajando las patas posteriores.

La crepitación en el suelo consiste en el aleteo de una hembra o un macho, durante el cual el individuo puede elevar una de las patas posteriores y el chocar de las alas contra los tarsos aumenta el sonido producido por el aleteo.

Puede aparecer durante la interacción entre dos individuos del mismo sexo (Vídeos: Mwmaghrebi2.mpg, figura 4.1.8.18):



Figura 4.1.8.18. Macho crepita en el suelo al lado de otro macho y golpea con las alas los tarsos.

También puede producirse cuando interactúan individuos de sexo opuesto (figura 4.1.8.19, vídeos: Mwmaghrebi3.mpg, Mwmaghrebi4.mpg).



Figura 4.1.8.19. Hembra crepita al lado de un macho.

Para copular con una hembra, el macho se acerca a ella realizando movimientos de subida y bajada de los fémures posteriores y estiramiento de las tibias, de forma alternativa o al mismo tiempo (figuras 4.1.8.20 y 4.1.8.21); después estridula y salta encima de ella.

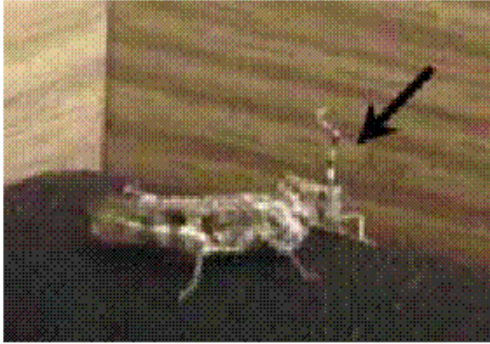


Figura 4.1.8.20. Macho eleva una pata posterior



Figura 4.1.8.21. Macho eleva ambas patas posteriores

Los individuos de esta especie resultaron ser muy sensibles a las condiciones de cautividad y morían a los pocos días de ser capturados. Por ello, para intentar aumentar la supervivencia se introdujo en los insectarios suelo y vegetación del medio donde eran capturados, y se aislaban del resto de especies.

Durante las grabaciones, puesto que llegaron a morir individuos durante las mismas, también se introdujo vegetación del medio a pesar de que no solo provoca una mayor atenuación de los sonidos emitidos, lo que dificulta el registro acústico, sino que, además, en ocasiones, impide la grabación videográfica de los individuos.

Aunque la mayor parte de la actividad la desarrollaron en el suelo, en muchas ocasiones lo hicieron tras las ramas, por ello no se ha podido describir con detalle el movimiento realizado con las patas posteriores durante la estridulación.

4.1.9. *Morphacris fasciata* (Thunberg, 1815)

Biología:

Esta especie ha sido citada en Cádiz y se sabe que también se ha capturado en Portugal en Algarbe y Monte Gordo.

Además se encuentra en Huelva, que es el lugar donde realizamos las capturas

Habita lugares insolados con matorral alto.

Ha sido capturado en estado adulto durante los meses de julio, agosto y septiembre.

Producción de sonido:

En esta especie se han escuchado cuatro tipos de sonidos: crepitación en vuelo, clic, percusión y estridulación. Los clics y los sonidos producidos por percusión son utilizados como canto de interacción y los sonidos producidos mediante estridulación como canto de cortejo.

La crepitación en vuelo no se ha registrado debido a que el tamaño de la jaula en relación con el tamaño de los individuos es demasiado pequeño como para que puedan realizar vuelos y emitir el sonido de crepitación. Los intentos de grabar este sonido con los individuos en libertad proporcionaron registros con una relación señal/ruido muy baja, que no permite su análisis.

Referencias: Uvarov (1977).

Material utilizado:

Se ha estudiado la producción de sonido de 5 machos recolectados y grabados en las siguientes fechas y localidades:

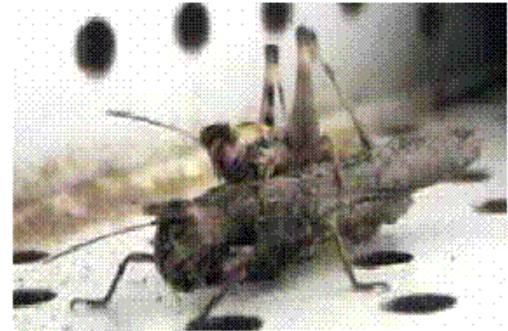


Figura 4.1.9.1. Macho y Hembra:
M.fasciata

- **Macho 1, macho 2 y macho 3: Capturados:** El Abalarío. Parque Natural de Doñana. (Huelva). Altitud: -14 m. 22/07/02. **Grabados:** Huelva 22-25/07/2002.
- **Macho 4 y 5: Capturados:** El Abalarío. Parque Natural de Doñana. (Huelva). Altitud: -14 m. 12/07/03. . **Grabados:** Huelva 12-15/07/2002 y en Zaragoza 27-28/07/2003.

Los registros analizados han sido:

- Cinta 8/2002 ID5
- Cinta 9/2002 ID0, ID1, ID3.3
- Cinta 10/2002 ID0.
- Cinta 5/2003 ID2.
- Cinta 8/2003 ID2.

La temperatura durante las grabaciones ha oscilado entre 30 – 35 °C

Los filtros de frecuencias utilizados y las medidas de frecuencia tomadas han sido:

- **Clic:** Se ha analizado un total de 6 series de clics pertenecientes a los machos 2, 3 y 5 utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 2000 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada serie.

- **Sonido producido por percusión:** Se han analizado un total de 5 esquemas pertenecientes a los machos 1, 2 y 3 utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 2000 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada esquema.

- **Sonido producido por estridulación:** Se ha analizado 35 cantos pertenecientes a los machos 1, 2, 3, 4 y 5 utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 3000 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada uno de los elementos forman el canto.

Clic: canto de interacción

Los clics son producidos por los machos de esta especie cuando suben y bajan las patas posteriores al interactuar con otro individuo. Si la distancia entre los individuos disminuye, después que uno de ellos emita los clics, el individuo realiza percusión contra el sustrato.

Aparecen en series que oscilan entre 2 y 3 clics (tabla 2, apéndice IX.I), con una duración media de $0,410 \pm 0,231$ s (tabla 1, apéndice IX.I) (figura 4.1.9.2).

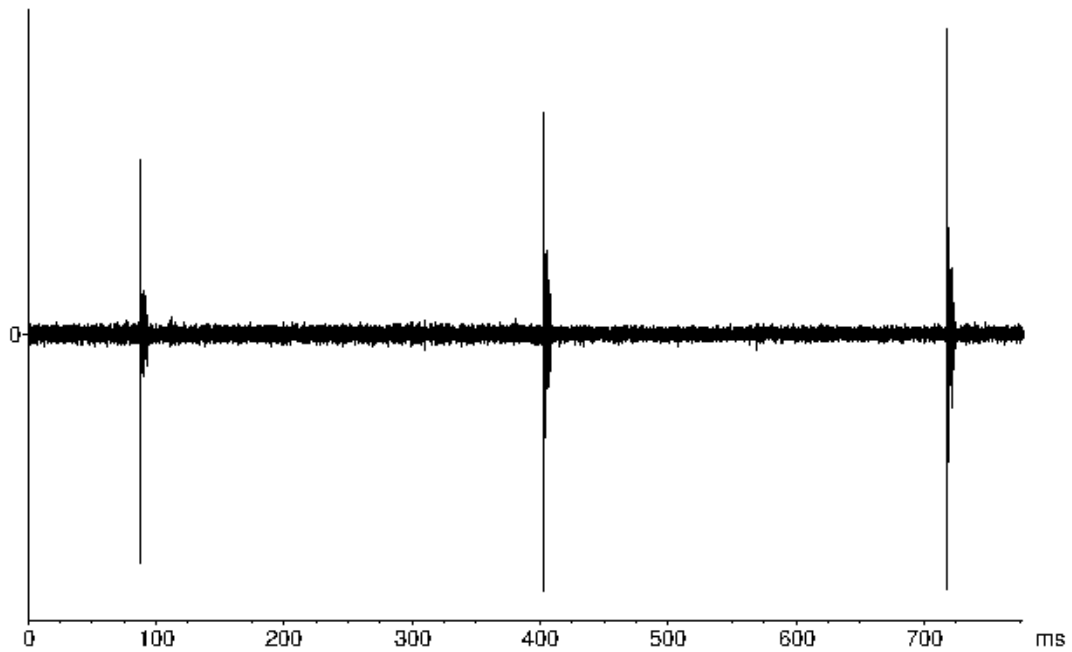


Figura 4.1.9.2. Serie de 3 clics (Cantos: Mfasc1.mp3).

Estos dos parámetros (número de clics y duración) no se encuentran correlacionados; no existe relación entre el número de clics que forman el canto y su duración, el coeficiente de correlación de Pearson entre ellos es de 0,115 (figura 4.1.9.3).

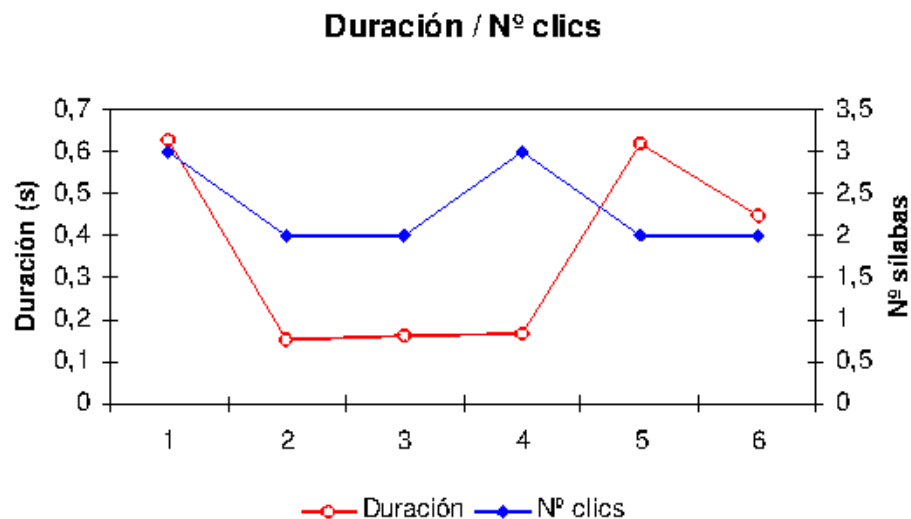


Figura 4.1.9.3. Relación entre la duración y el número de clics.

De esta forma, la tasa de producción de clics varía mucho, entre 3,221 clics y 18,182 clics por segundo, con un valor medio de $6,78 \pm 5,11$ clics por segundo (tabla 3, apéndice IX.I).

No aparece un intervalo entre clics estable; el mínimo encontrado es de 0,081 s y el máximo es de 0,621 s (figura 4.1.9.4), el valor medio obtenido de todas las medidas es de $0,409 \pm 0,233$ s (tabla 4, apéndice IX.I). Los clics son producidos sin una periodicidad determinada.

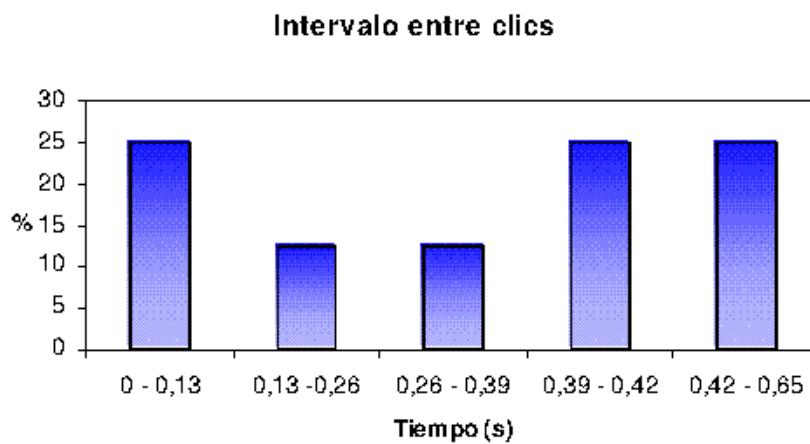


Figura 4.1.9.4. Intervalo entre clics.

Todos los clics del canto presentan una frecuencia similar (figura 4.1.9.5):

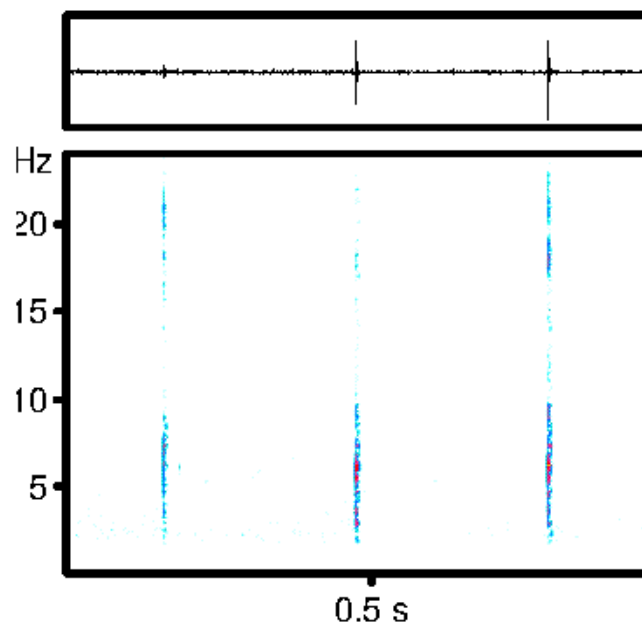


Figura 4.1.9.5. Sonograma de una serie de 3 clics.

La frecuencia inferior media encontrada es de 4470 ± 892 Hz (tabla 5, apéndice IX.I), la superior media es de 22305 ± 2052 Hz (tabla 6, apéndice IX.I), la amplitud de banda media es de 17737 ± 1315 Hz (tabla 7, apéndice IX.I).

En la banda de frecuencia que tiene este sonido aparecen dos picos de frecuencia (figura 4.1.9.6), el pico de mayor intensidad presenta un valor medio de 6953 ± 333 Hz, y el otro, de menor intensidad, con un valor medio de 17512 ± 1347 Hz. (tablas 8 y 9, apéndice IX.I). Este segundo pico aparece en un 83,3 % de las medidas tomadas.

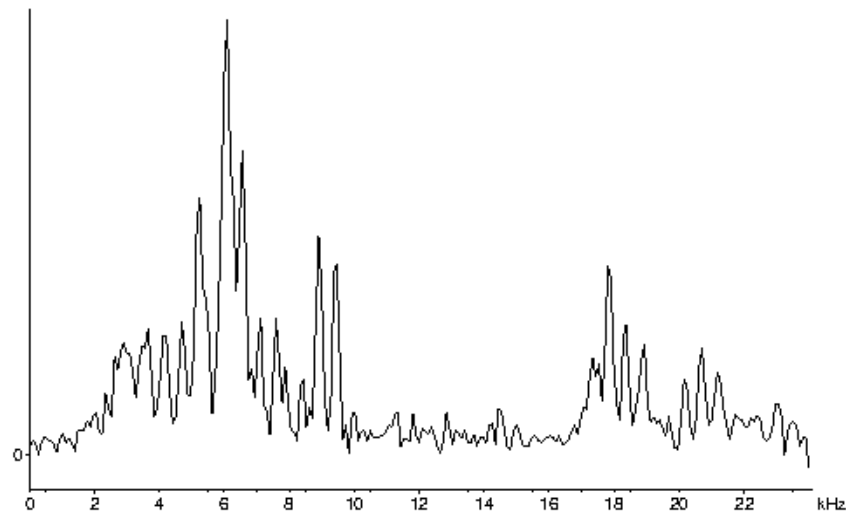


Figura 4.1.9.6. Espectrograma de frecuencia con dos picos.

La distribución de la energía es la siguiente: cuartil inferior medio 7268 ± 746 Hz, el cuartil medio: 12115 ± 3230 Hz y superior: 17458 ± 1679 Hz (tablas 10, 11 y 12, apéndice IX.I).

Sonido producido por percusión: canto de interacción

El sonido producido por percusión consiste en esquemas formados por un número variable de sílabas, que pueden ser simples o dobles (figura 4.1.9.7):

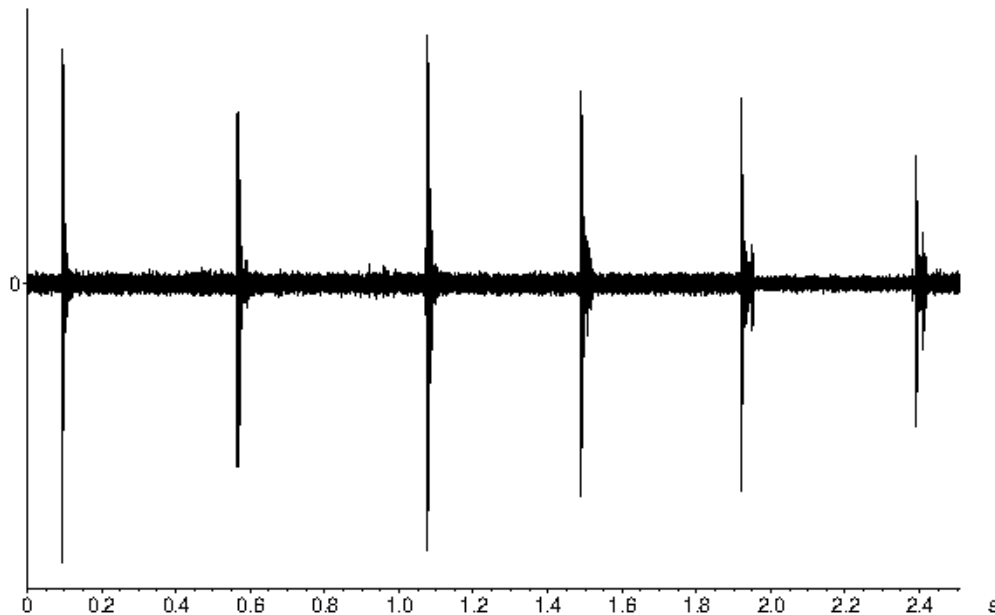


Figura 4.1.9.7. Serie de golpes: 3 simples y 3 dobles (Cantos: Mfasc2.mp3).

La duración del sonido de golpeteo oscila entre 1,82 s y 19 s, con un valor medio de $10,087 \pm 8,008$ s, (tabla 1, apéndice IX.II), y el número de sílabas que lo forma entre 3 y 30, con un valor medio de $15,667 \pm 12,897$ (tabla 2, apéndice IX.IX.I). Estos dos parámetros se encuentran muy relacionados (figura 4.1.9.8) entre sí siendo el coeficiente de correlación de Pearson entre ellos 0,999.

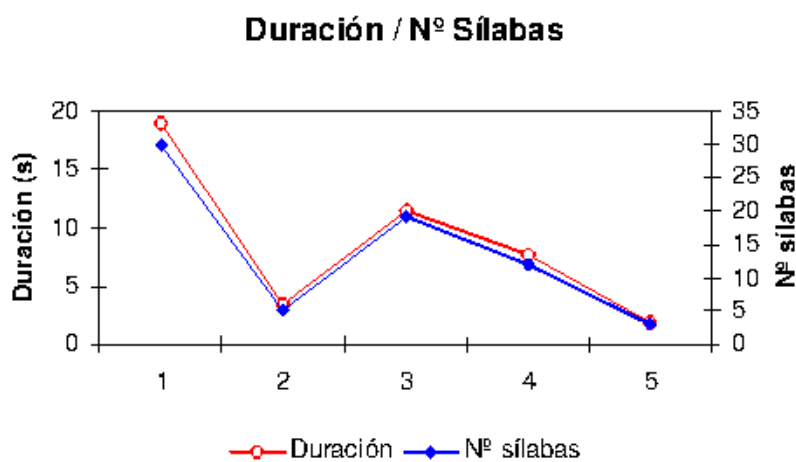


Figura 4.1.9.8. Relación entre la duración y el número de sílabas del esquema.

La tasa media de producción de sílabas es de $1,55 \pm 0,11$ sílabas por segundo (tabla 3, apéndice IX.II).

El intervalo entre dos sílabas, sean simples o dobles, oscila entre 0,041 s y 1,5 s (figura 4.1.9.9), con un valor medio de $0,643 \pm 0,085$ s (tabla 4, apéndice IX.II).

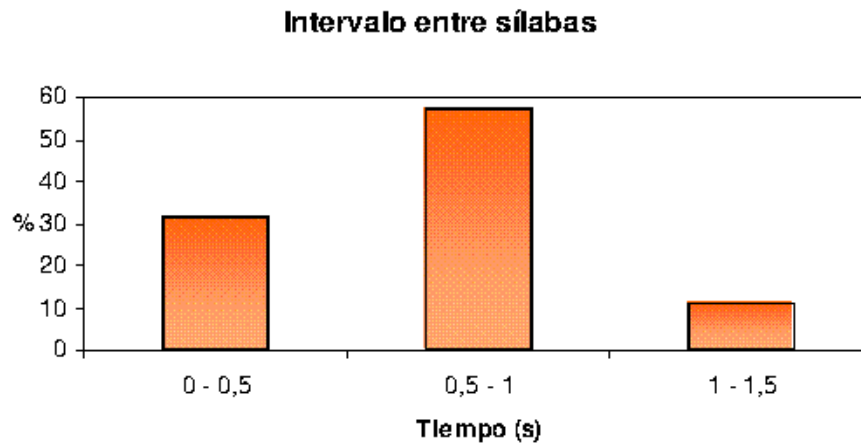


Figura 4.1.9.9. Intervalo de tiempo entre dos sílabas.

En un golpe doble la distancia temporal media entre los dos golpes que lo forman es de $0,023 \pm 0,002$ s (figura 4.1.9.10; tabla 5, apéndice IX.II).

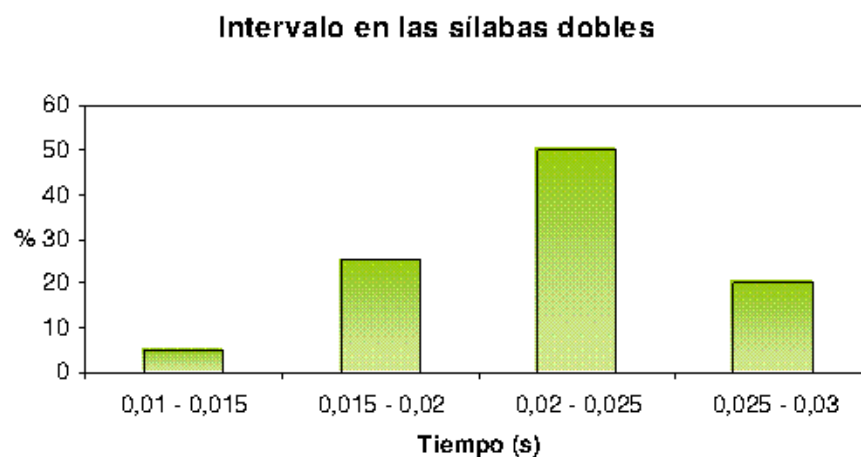


Figura 4.1.9.10. Intervalo de tiempo entre los dos golpes que forman uno doble.

Las sílabas de los esquemas presentan similar frecuencia (figura 4.1.9.11):

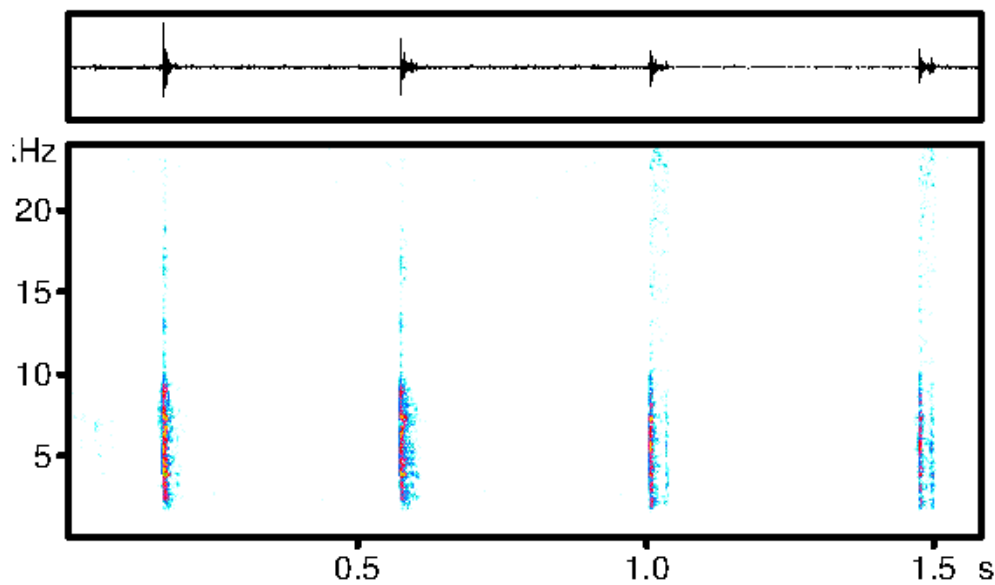


Figura 4.1.9.11. Sonograma del sonido producido por percusión.

La frecuencia media inferior del sonido es de 1370 ± 235 Hz, la superior es de 9180 ± 651 Hz y la amplitud media de banda es de 7807 ± 766 Hz (tablas 6, 7 y 8, apéndice IX.II).

En los espectros analizados aparecen dos picos de frecuencia; el pico 1 presenta un valor medio de 3497 ± 432 Hz y aparece como pico de máxima intensidad en un 40% de los casos estudiado. El pico 2 presenta un valor medio de 6513 ± 566 Hz y aparece como pico de máxima intensidad en un 60% de los casos estudiados (figura 4.1.9.12; tabla 9 y 10, apéndice IX.II).

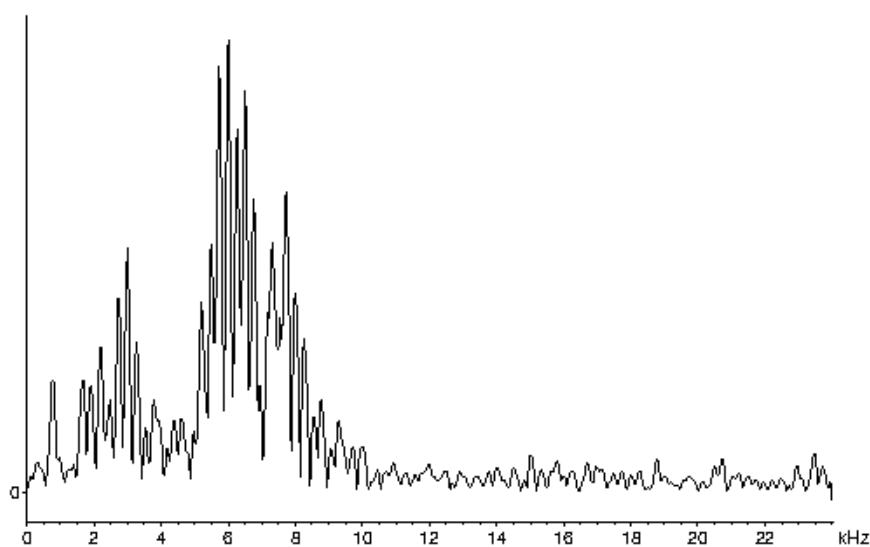


Figura 4.1.9.12. Espectrograma con el pico 2 como pico de máxima intensidad.

La distribución media de la energía dada por los cuartiles es la siguiente: cuartil inferior 4260 ± 873 Hz (tabla 11, apéndice IX.II), cuartil medio 6153 ± 483 Hz (tabla 12, apéndice IX.II) y el cuartil superior 8357 ± 229 Hz (tabla 13, apéndice IX.II).

Sonido producido por estridulación: canto de cortejo.

El canto de cortejo de *M. fasciata* consiste en cortos cantos formados por un equema (74 %). En ocasiones el equema puede aparecer acompañado de una sílaba, (figura 4.1.9.13), o de otro equema, o por ambos (20%). Y en un bajo porcentaje de casos, el canto consiste en una sola sílaba (3%).

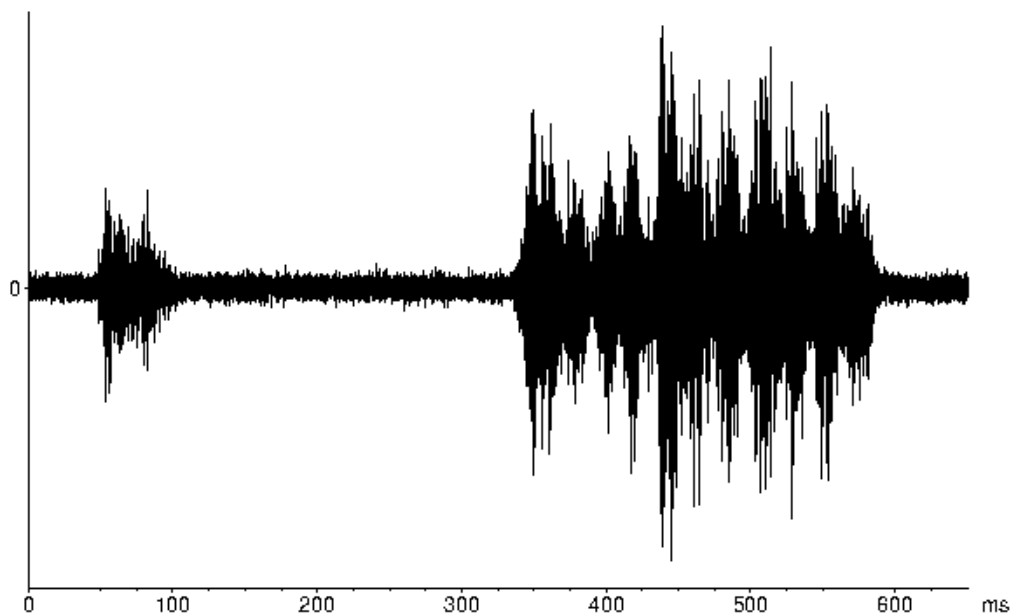


Figura 4.1.9.13. Oscilograma del canto de cortejo formado por 1 sílaba y 1 equema (Cantos: Mfasc3.mp3).

La duración media de los cantos es de $0,256 \pm 0,091$ s, la mínima encontrada es de 0,045 s y pertenece a un canto formado por una única sílaba y el canto de mayor duración es de 1,23 s y se encuentra formado por una sílaba y un equema (tabla 1, apéndice IX.III).

La duración media de las sílabas es de $0,061 \pm 0,016$ s, figura 4.1.9.14 (tabla 2, apéndice IX.III) y la de los esquemas es de $0,242 \pm 0,089$ s, figura 4.1.9.15 (tabla 3, apéndice IX.III).

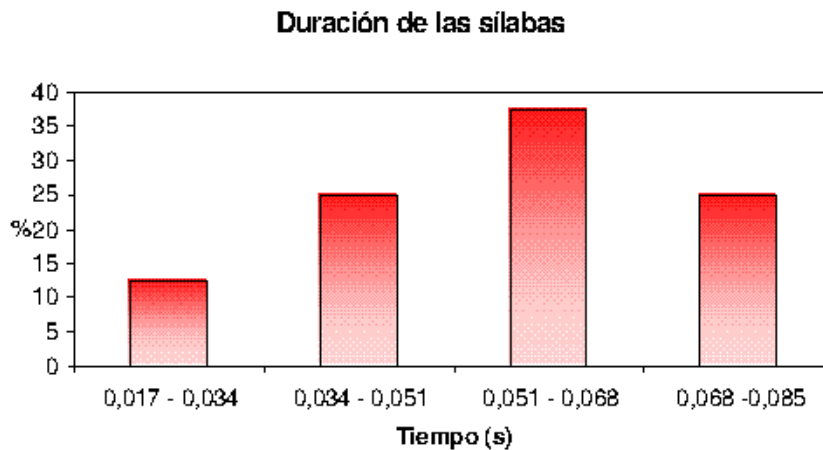


Figura 4.1.9.14. Duración de las sílabas del cortejo.

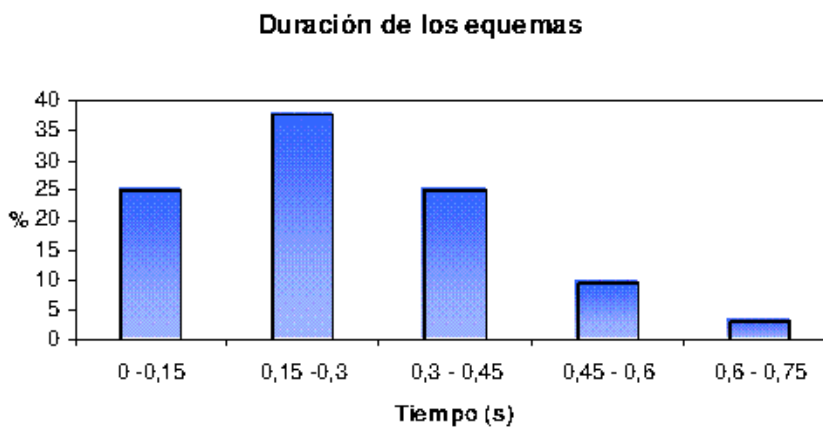


Figura 4.1.9.15. Duración de los esquemas del cortejo.

La duración media del silencio entre los elementos del canto es de $0,159 \pm 0,110$ s (tabla 4, apéndice IX.III).

La frecuencia de los elementos del canto es similar y no existe modulación de la frecuencia; la frecuencia principal no varía con el tiempo (figura 4.1.9.16)

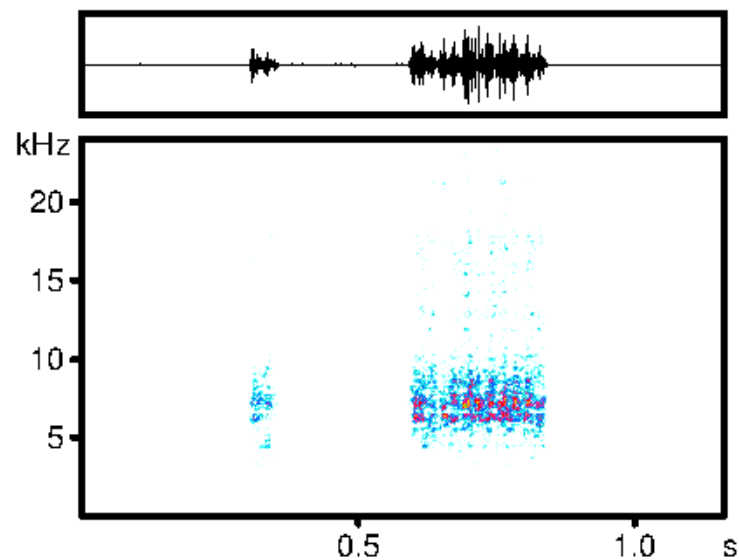


Figura 4.1.9.16. Sonograma de un canto de cortejo.

La frecuencia inferior media del canto es de 4885 ± 628 Hz (tabla 5, apéndice IX.III) y la superior es de 9061 ± 403 Hz (tabla 6, apéndice IX.III). La amplitud de banda media es de 4456 ± 436 Hz (tabla 7, apéndice IX.III).

En el espectro de frecuencias aparece un pico de frecuencia con un valor medio de 6818 ± 378 Hz, (figura 4.1.9.17; tabla 8, apéndice IX.III).

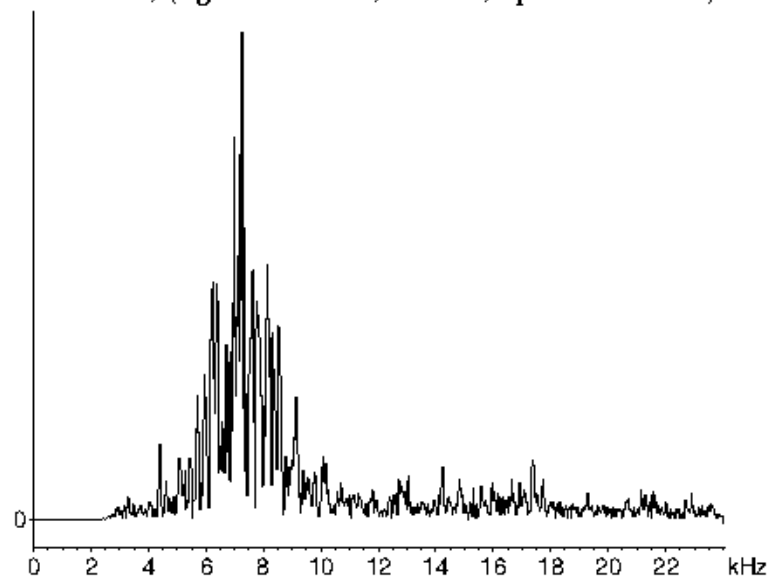


Figura 4.1.9.17. Espectrograma de frecuencia.

La distribución de la energía es la siguiente: cuartil inferior medio: 6435 ± 163 Hz, cuartil medio: 8058 ± 410 Hz y el cuartil superior: 13289 ± 1315 Hz, (tablas 9, 10 y 11, apéndice IX.III).

Comportamiento:

La forma más frecuente de interacción entre los individuos de esta especie es subir y bajar los fémures posteriores de forma alternativa (figura 4.1.9.18). Lo más característico de este movimiento es que parece realizado en varios tiempos, no continuo. Es durante este movimiento cuando el macho emite los clics (Vídeos: Mfasciata1.mpg).

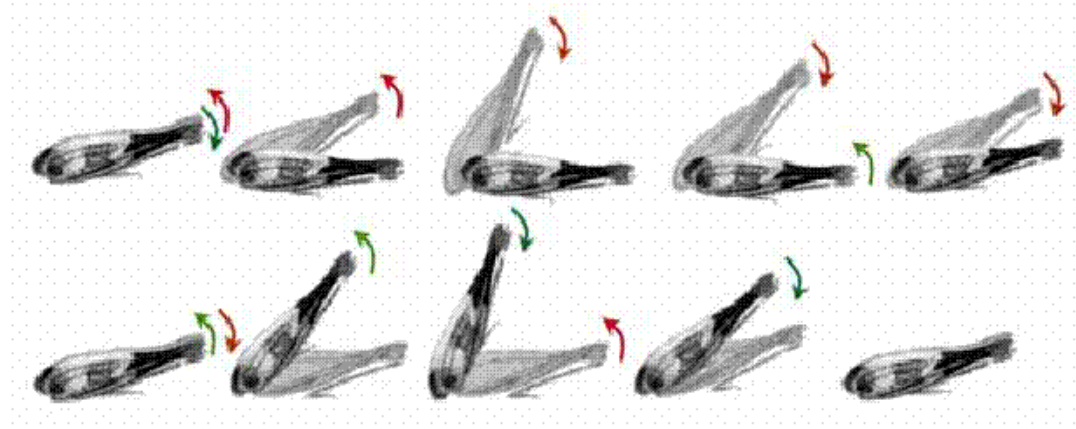


Figura 4.1.9.18. Movimiento realizado con las patas traseras durante las interacciones.

Los machos intercalan este movimiento con la percusión del suelo con los tarsos posteriores, entre los movimientos alternativos elevan las patas traseras, las separan y las cierran golpeando de esta forma el sustrato (figuras 4.1.9.19 y 4.1.9.20)



Figura 4.1.9.19. Macho golpea el sustrato.

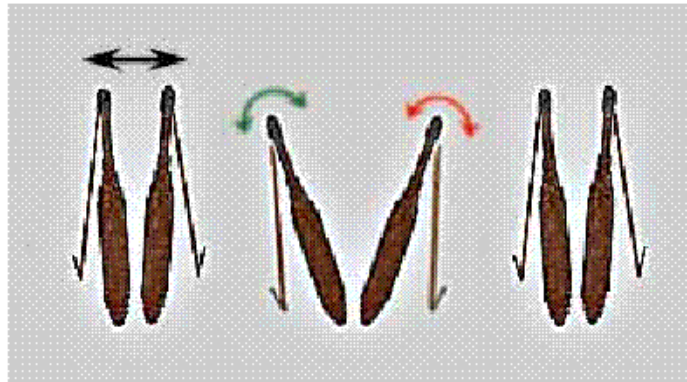


Figura 4.1.9.20. Movimiento realizado con las patas posteriores al golpear el sustrato.

Cuando un macho trata de copular con una hembra se acerca a ella y canta una o varias veces antes de saltar o subirse encima de ella. Durante el acercamiento el macho realiza movimientos con las patas traseras, las mueve de forma alternativa, las sube y las baja al mismo tiempo y es frecuente que realice extensiones de las tibiae posteriores. (Vídeos: Mfasciata2.mpg).

Para realizar el canto de cortejo el macho eleva y baja las patas posteriores al mismo tiempo, después sube y baja primero una y luego otra y/o también puede subir ambas y bajar una después de otra (figura 4.1.9.21).

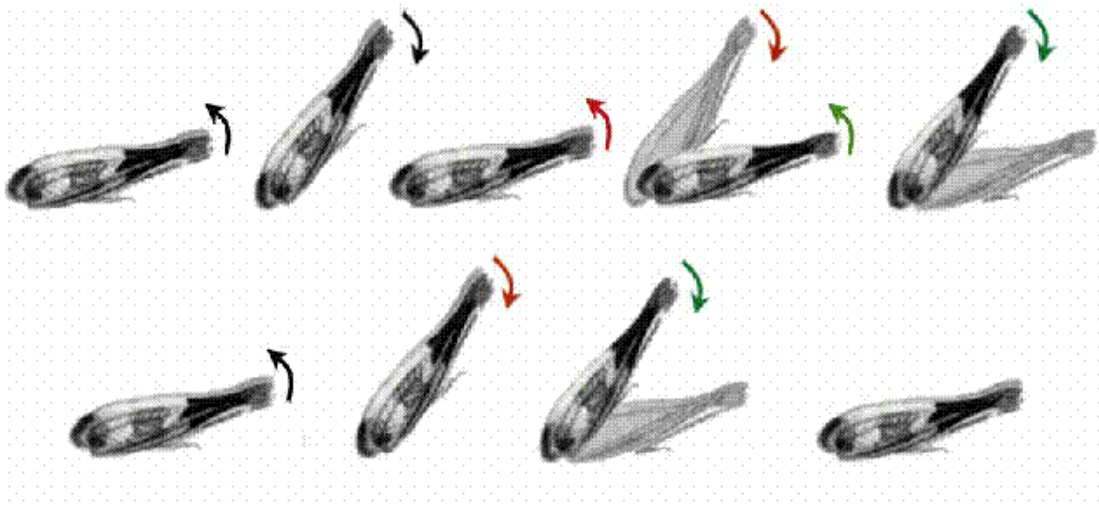


Figura 4.1.9.21. Movimiento realizado con las patas traseras para emitir el canto de cortejo.

Se ha observado, siempre en cautividad, que un macho puede tratar de copular con otro macho, emitiendo el canto de cortejo antes de abordarle (Vídeos: Mfasciata3.mpg).

Según Uvarov (1977) los vuelos con crepitación, que realiza esta especie, son una forma de iniciar la atracción entre los sexos, e indica que suelen ir seguidos de una atracción visual y acústica más cercana (que no describe).

Consideramos que esta especie puede utilizar la crepitación para que los individuos indiquen su posición, y de esta forma facilitar el encuentro entre individuos de distinto sexo. Y, posiblemente, para la identificación de la especie, además de la crepitación, utilizan tanto los movimientos de las patas traseras, muy conspicuos debido a la coloración a bandas blanca y negra que presentan, como el canto que emiten durante el cortejo, que es fundamental a la hora de que la hembra acepte al macho para copular.

4.1.10. *Oedaleus decorus* (Germar, 1826)

Biología:

La distribución de esta especie abarca toda la Península Ibérica y Baleares.

En algunas zonas (Sistemas montañosos de Castilla-la Mancha) se ha observado que tiene preferencia por lugares húmedos, como pastizales no agostantes

Sin embargo, en otras zonas (Sierra de Guadarrama) se ha observado que siente una clara inclinación por las zonas más xéricas.



Figura 4.1.10.1. Macho (arriba) y hembra (abajo) de *O. decorus*

Durante el desarrollo de este trabajo, las capturas de ejemplares de esta especie se han realizado en lugares secos y bien soleados, con escasa cobertura vegetal.

Se puede encontrar en estado adulto desde el mes de junio al de octubre.

Producción de sonido:

Se ha registrado producción de sonido mediante estridulación; además, los machos de esta especie también realizan crepitación, aunque este sonido no se ha podido grabar puesto que el tamaño de la jaula con relación al tamaño del individuo resultaba demasiado pequeño para que pudieran realizar vuelos y crepitar.

Mediante la estridulación los machos de esta especie realizan dos tipos de canto: canto de interacción y canto de cortejo.

Referencias

Material utilizado:

Los machos a los que se les ha analizado alguna de estas formas de producción de sonido han sido capturados y grabados en las siguientes localidades:

1. Macho 1: **Capturado:** Teruel. 13/07/2001. **Grabado:** Murcia 15/07/2001.
2. Machos 2 y 3: **Capturados:** La Puebla de Alfindén. Zaragoza. 8/06/2003 y 17/07/2003. 244 m. **Grabados:** Zaragoza 27 y 28/06/2003, 20/07/2003.

Los registros de los cantos analizados son los siguientes:

3. Cinta 1V/2001
4. Cinta 8/2003 ID 1.
5. Cinta 9/2003 ID 3.

La temperatura de grabación se mantuvo entre los 30º C y los 36 º C.

Los filtros de frecuencias utilizados y las medidas de frecuencia tomadas han sido:

- **Sonido producido por estridulación, canto de interacción:** Se ha analizado un total de 25 esquemas pertenecientes a los machos 1, 2, 3, utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 3000 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada esquema.

- **Sonido producido por estridulación, canto de cortejo:** Se ha analizado 1 canto perteneciente al macho 3, utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 2000 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada elemento del canto.

Sonido producido por estridulación: canto de interacción.

Los machos de esta especie realizan el canto de interacción mediante estridulación, aunque puede ocurrir que al realizar la estridulación golpeen el sustrato con los tarsos. Dependiendo de las características del sustrato el sonido de golpeteo será más o menos patente.

Este tipo de canto está formado por esquemas con sílabas de intensidad variable (figuras 4.1.10.2 y 4.1.10.3).

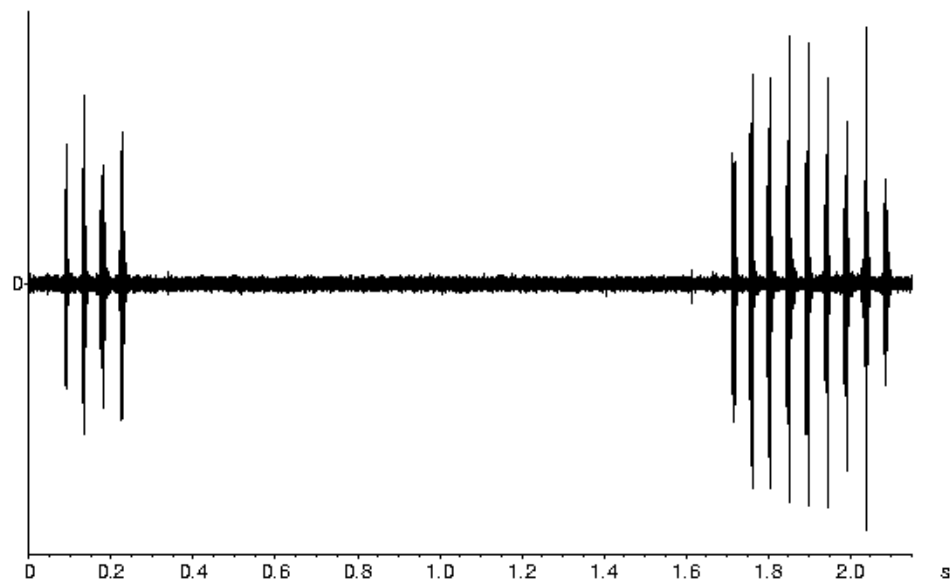


Figura 4.1.10.2. Canto de interacción producido mediante estridulación (Cantos: Odeco1.mp3)

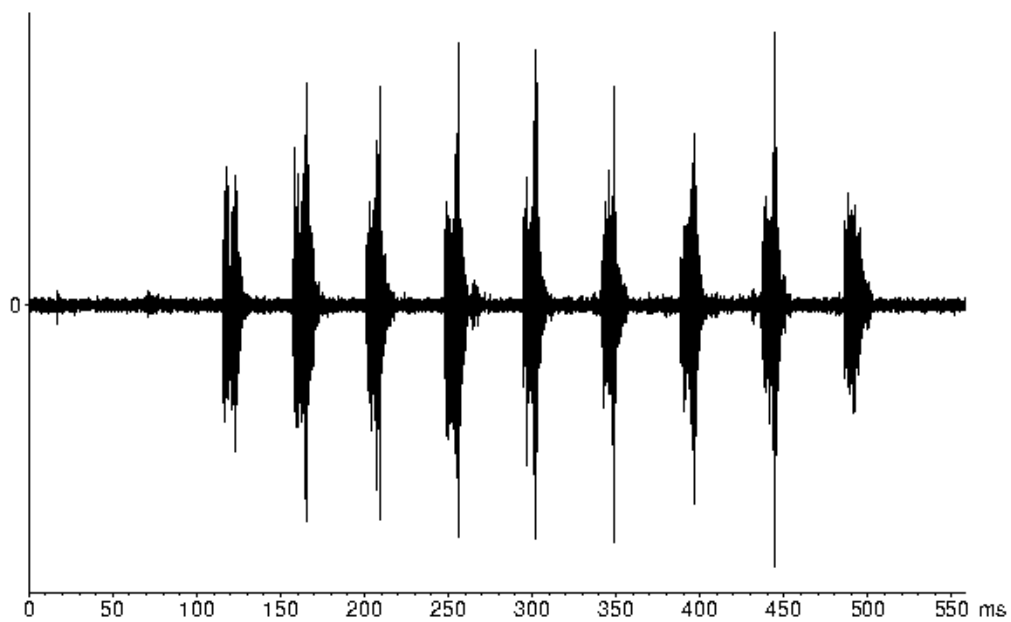


Figura 4.1.10.3. Esquema del canto de interacción (Cantos: Odeco2.mp3).

La duración de los esquemas oscila entre 0,132 y 1,579 segundos, con un valor medio de $0,566 \pm 240$ s. Este parámetro está muy relacionado con el número de sílabas que lo forman (figura 4.1.10.4), cuyo valor medio es de 10 ± 4 sílabas; el coeficiente de correlación de Pearson de ambos es de 0,998.

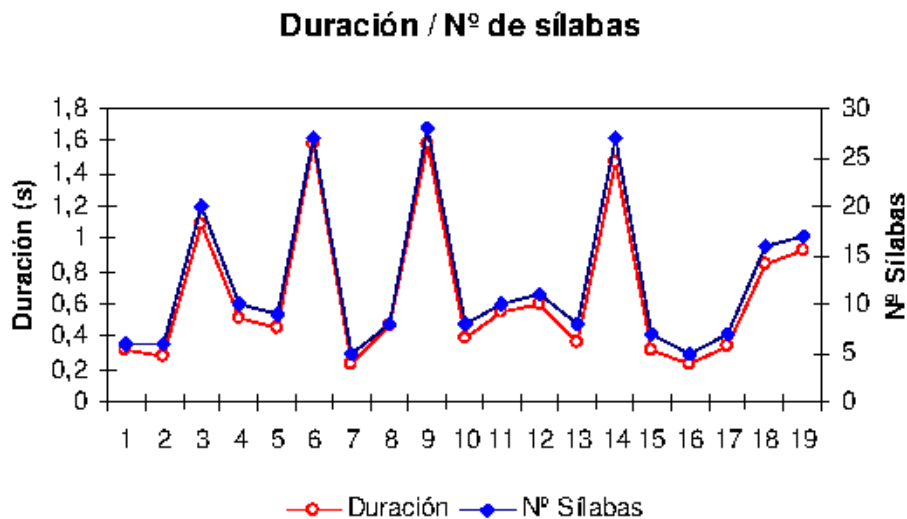


Figura 4.1.10.4. Relación entre la duración y el número de sílabas de un esquema.

La tasa media de producción de sílabas es de $21,5 \pm 4,63$ sílabas por segundo, (tabla 3, apéndice X.I). El intervalo entre las sílabas es bastante estable (figura 4.1.10.5), presenta un valor medio de 0,057 s (tabla 4, apéndice X.I).

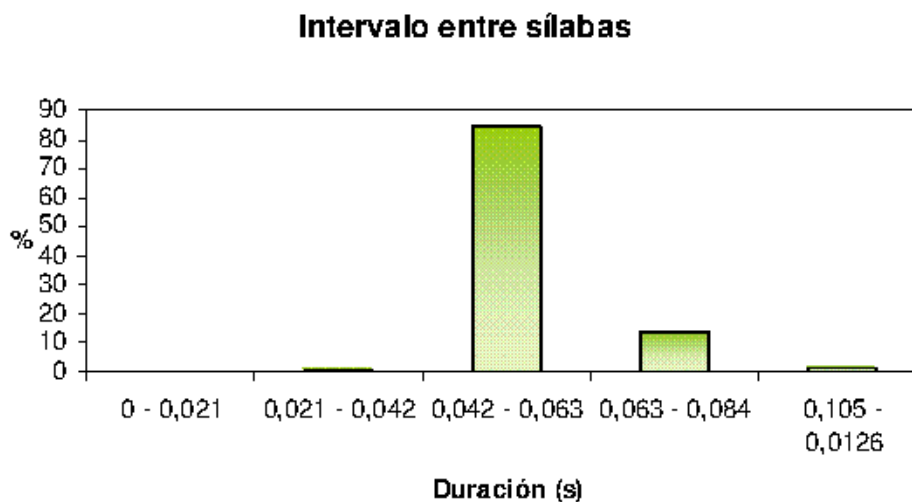


Figura 4.1.10.5. Intervalo entre las sílabas que forman los esquemas.

El número de esquemas y la duración del canto son muy variables y dependen de lo que dure la interacción entre los individuos, puesto que cuando uno se aleja finaliza el canto.

Las sílabas que forman los esquemas presentan unas características similares en cuanto a su frecuencia (figura 4.1.10.6)

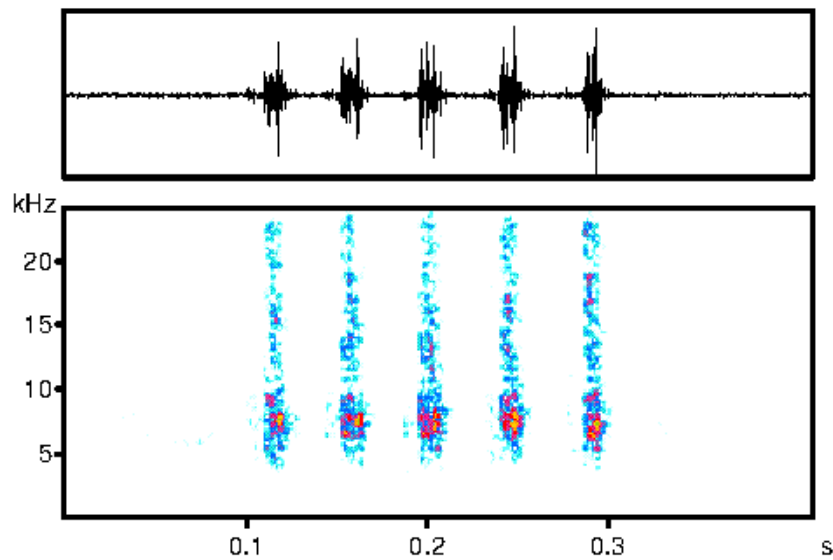


Figura 4.1.10.6. Songrama de un esquema del canto de interacción

La frecuencia inferior media del canto es de 5967 ± 416 Hz, la superior es de 18107 ± 381 y la amplitud de banda de 12060 ± 216 Hz (tablas 5, 6 y 7 apéndice X.I).

Aparece un pico de frecuencia con un valor medio de 8307 ± 272 Hz (figura 4.1.10.7; tabla 8, apéndice X.I).

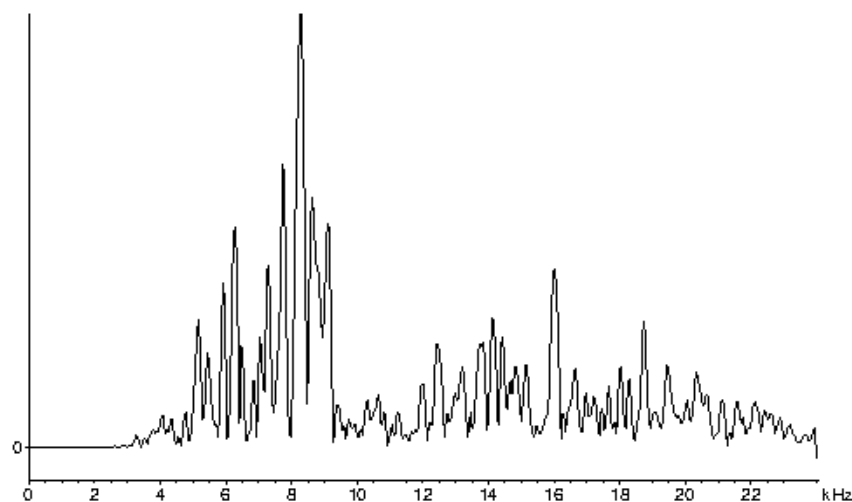


Figura 4.1.10.7. Espectrograma de frecuencias del canto de interacción.

La distribución de la energía es: cuartil inferior medio 7237 ± 104 Hz, cuartil medio 8800 ± 341 Hz y cuartil superior 11863 ± 1109 Hz (tablas 8, 9 y 10, apéndice X.I).

Sonido producido por estridulación: canto de cortejo.

A pesar de que se han observado varios intentos de cortejo, solamente en una ocasión un macho realizó un sonido mediante estridulación antes de abordar a la hembra.

Este canto, considerado por las circunstancias un canto de cortejo, consiste en una única sílaba con una duración de 0,057 s. (figura 4.1.10.8).

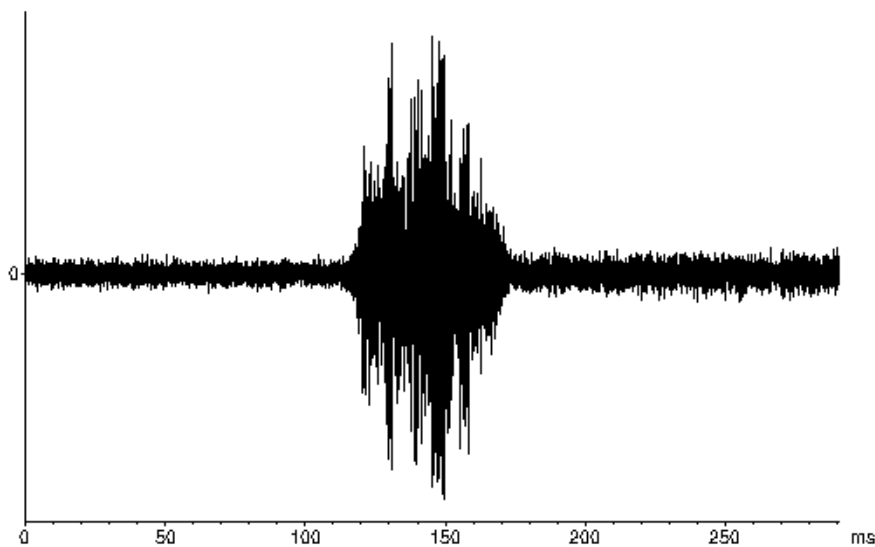


Figura 4.1.10.8. Canto de cortejo emitido por un macho (Cantos: Odeco3.mp3).

La frecuencia principal del canto se mantiene constante a lo largo del tiempo en toda la sílaba, no aparece modulación en la frecuencia (figura 4.1.10.9).

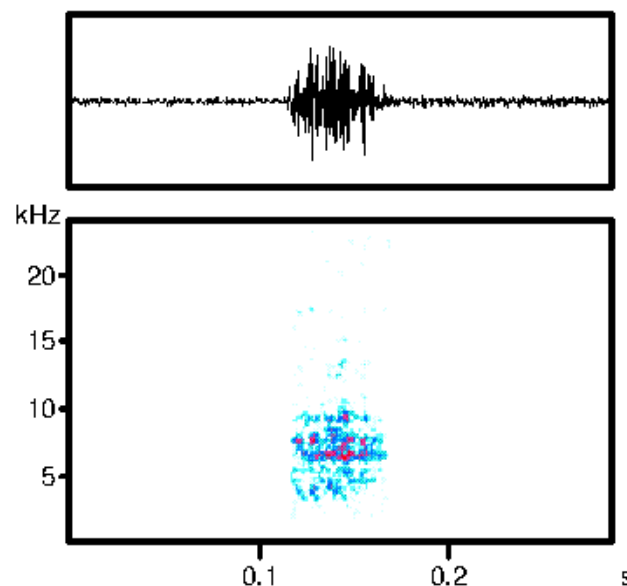


Figura 4.1.10.9. Sonograma de la sílaba del canto de cortejo.

La frecuencia inferior es 3590 Hz, la superior es 10380 Hz, siendo la amplitud de banda de 6790 Hz. Aparece un pico de frecuencia a 6420 Hz (figura 4.1.10.10).

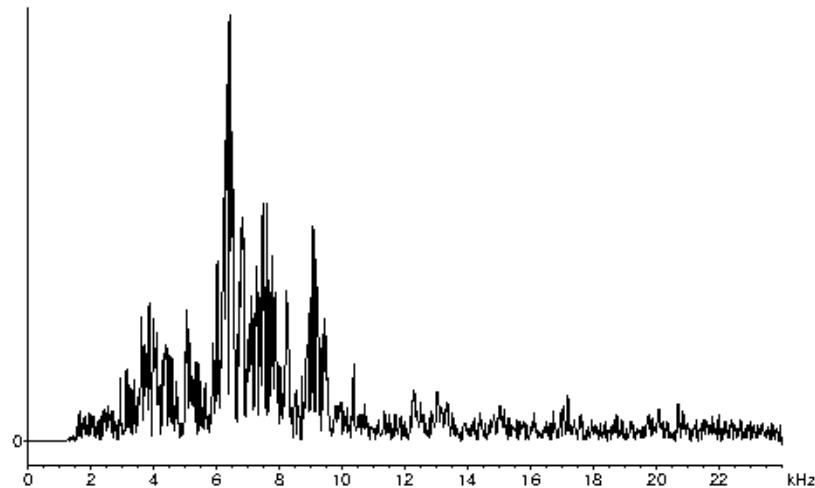


Figura 4.1.10.10. Espectrograma de frecuencia de la sílaba del canto de cortejo.

La distribución de la energía de la señal es: cuartil inferior 6170 Hz, cuartil medio 7470 Hz y cuartil superior 10450 Hz.

Comportamiento:

Cuando dos individuos se aproximan realizan movimientos con una o ambas patas posteriores: las pueden subir y bajar de forma alternativa, o ambas al mismo tiempo, o subir y bajar únicamente una de ellas.

En esta especie el canto de interacción aparece como canto de molestia; lo emiten los machos cuando son molestados por otro individuo, macho o hembra (figura 4.1.10.11, Vídeos: Odecorus1.mpg)



Figura 4.1.10.11. Macho canta cuando una hembra pasa por encima de él.

Este canto de interacción parece tener mucha importancia para los machos a la hora de buscar pareja. En las observaciones realizadas en laboratorio y en el campo se ha visto cómo los machos realizan movimientos con las patas posteriores antes de acercarse a otro individuo.

Si el individuo al que se acercan es hembra, ésta también puede mover las patas posteriores (Vídeos: *Odecorus2.mpg*), y si el macho realiza el canto de interacción la hembra o mueve las patas posteriores o permanece quieta (Vídeos: *Odecorus3.mpg*), pero nunca emite el sonido de interacción.

Sin embargo, si el individuo al que se acercan es macho, además de mover las patas realizará el canto de interacción, con lo que pondrá de manifiesto el sexo al que pertenece, lo que hará que el macho que busca hembra se aleje de él y vaya en busca de otro individuo.

El movimiento que realiza el macho para emitir el canto de interacción consiste en elevar y bajar las patas posteriores al mismo tiempo, de forma rápida y con un movimiento de baja amplitud (figura 4.1.10.12).

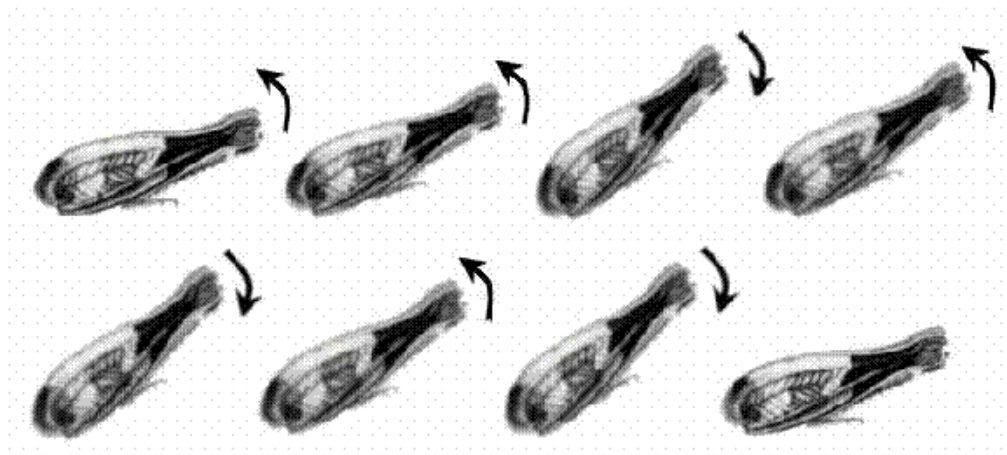


Figura 4.1.10.12. Movimiento realizado con las patas traseras durante el canto de interacción.

Para abordar a una hembra, de los 8 intentos de cópula observados en 7 el macho se acerca a ella y se sube, o salta, encima sin emitir ningún tipo de canto de cortejo (Vídeos: *Odecorus4.mpg*).

En uno de ellos el macho antes de saltar encima de la hembra realiza el canto de cortejo (Vídeos: *Odecorus5.mpg*). Para emitir la sílaba que forma este

canto el macho eleva y baja la pata posterior izquierda (figura 4.1.10.13 y 4.1.10.14).

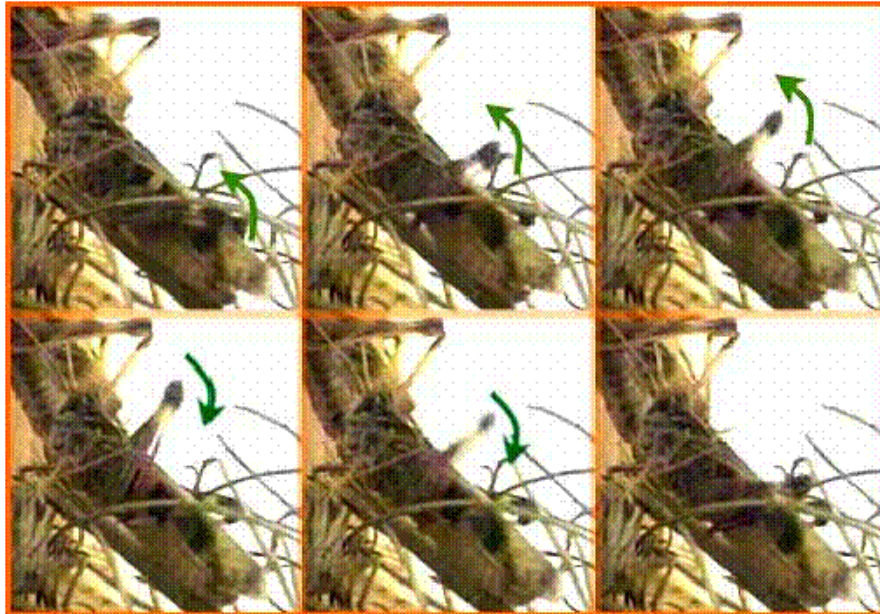


Figura 4.1.10.13. Macho realiza el canto de cortejo antes de saltar encima de la hembra.

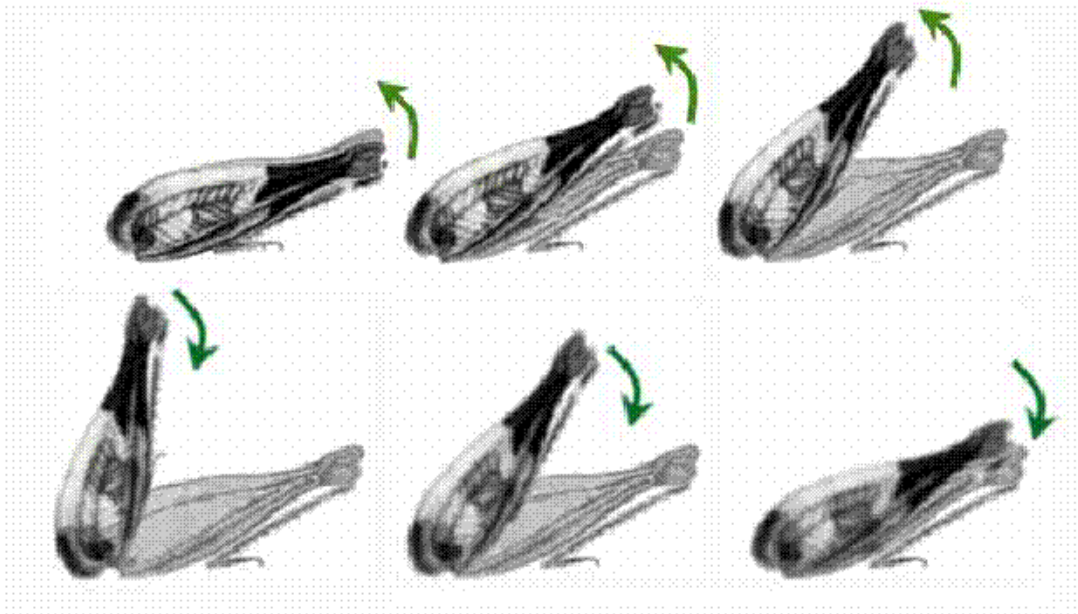


Figura 4.1.10.14. Movimiento realizado con las patas posteriores para emitir el canto de cortejo.

Los individuos de esta especie tienen gran habilidad para volar y es muy útil la crepitación que realizan durante los vuelos para la identificación y localización de los individuos.

Este tipo de canto, la crepitación, el frecuente uso del canto de interacción y los movimientos de patas posteriores, tan evidentes por el color rojo de las tibias, pueden ser la causa de la reducción del canto de cortejo, puesto que los machos pueden ser identificados claramente como pertenecientes a la misma especie, por parte de las hembras, y no es necesario el canto de cortejo para este fin.

La estimulación que las hembras de muchas especies necesitan para consentir la cópula en este caso puede realizarla el macho mediante movimientos de subir y bajar patas posteriores, que son muy frecuentes durante la aproximación de dos individuos de esta especie.

4.1.11. *Oedipoda caerulescens* (Linneo, 1758)

Biología:

La distribución de esta especie abarca toda la Península Ibérica e Islas de Mallorca y Menorca, desde el nivel del mar hasta los 2900 m.

Prefiere sitios áridos y expuestos al sol, con escasa cobertura vegetal.

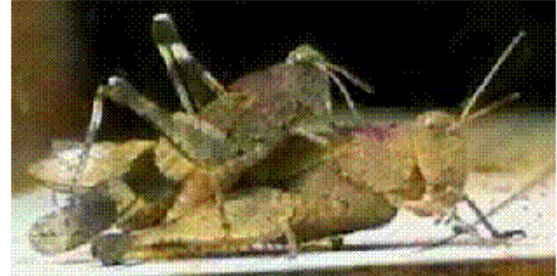


Figura 4.1.11.1. Macho y Hembra de *O. caerulescens*

Se encuentra en estado adulto de finales de junio a octubre

Producción de sonido:

Los machos emiten sonido mediante estridulación durante el cortejo y por percusión como canto de interacción y las hembras producen sonido por percusión como canto de interacción cuando un macho está tratando de abordarla y lo rechaza.

Faber (1953) indica que los individuos de esta especie pueden producir sonidos mandibulares. Este sonido no ha sido registrado.

Referencias: Dumortier (1963a), Faber (1928, 1936, 1953), Jacobs (1950), Weber (1984), Bellman (1985a), Bellman & Luquet (1995).

Material utilizado:

Los machos que han producido los sonidos estudiados han sido capturados y grabados en las siguientes localidades:

- **Macho 1, Macho 2 y Macho 3: Capturados** Sierra Espuña. Casa Rosa. Alhama de Murcia (Murcia) 1/09/2001. **Grabados:** Facultad de Biología, Campus de Espinardo. 9/9/2001, 10/09/2001, 12/09/2001.

- **Macho 4: Capturado:** Lagunas de Ruidera. (Ciudad Real): 25/09/2001. **Grabado:** Facultad de Biología, Campus de Espinardo. 9/10/2001, 22/10/2001.
- **Macho 5: Capturado:** Monterrubio de la Serena (Badajoz). 27/09/2001. **Grabado:** Facultad de Biología, Campus de Espinardo. 9/08/2001, 22/10/2001.

Las hembras registradas han sido capturadas y grabadas:

- **Hembra 1: Capturada:** Ruidera. (Ciudad Real) 25/09/2001. **Grabada:** Facultad de Biología, Campus de Espinardo.
- **Hembra 2 y Hembra 3: Capturadas:** Sierra Espuña. Casa Rosa. Alhama de Murcia (Murcia). 1/09/2002. **Grabadas:** Facultad de Biología, Campus de Espinardo.

Los registros de los cantos analizados son los siguientes:

- Cinta 10/2001: ID1, ID2, ID3, ID 4.
- Cinta 11/2001: ID1.
- Cinta 13/2001: ID3, ID9.
- Cinta 14/2001: ID1.
- Cinta 15/2001: ID1.

La temperatura de grabación se mantuvo entre 35-40 °C.

Los filtros de frecuencias utilizados y las medidas de frecuencia tomadas han sido:

- **Sonido producido por percusión:**

- **Machos:** Se ha analizado un total de 11 esquemas pertenecientes al macho 4, utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 1000 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada una de las sílabas del esquema.

- **Hembra:** Se ha analizado un total de 12 esquemas pertenecientes a las hembras 1, 2, 3, utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 2000 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada una de las sílabas del esquema.

- **Sonido producido por estridulación:** Se han analizado 8 cantos pertenecientes a los machos 1, 2, 3, 4 y 5, utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 2000 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada uno de los elementos del canto.

Sonido por percusión: canto de interacción. Machos

El canto producido mediante percusión de las patas posteriores por los machos consiste en esquemas que presentan una duración media de $0,071 \pm 0,024$ s, (tabla 1, apéndice XI.I), el número de sílabas mínimo que lo forman es 2 y el máximo es 3 (figura 4.1.11.2), siendo la media de las sílabas encontradas de $2,273 \pm 0,467$ (tabla 2, apéndice XI.I).

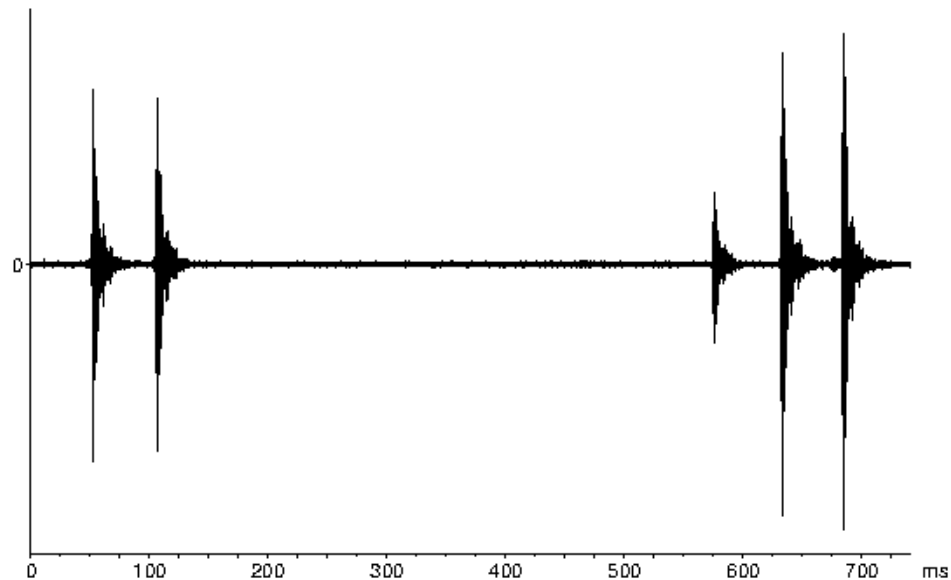


Figura 4.1.11.2. Dos esquemas del canto de interacción (Cantos: Ocae1.mp3).

Estos dos parámetros se encuentran muy relacionados (figura 4.1.11.3) siendo el coeficiente de correlación de Pearson entre estos dos parámetros de 0,922.

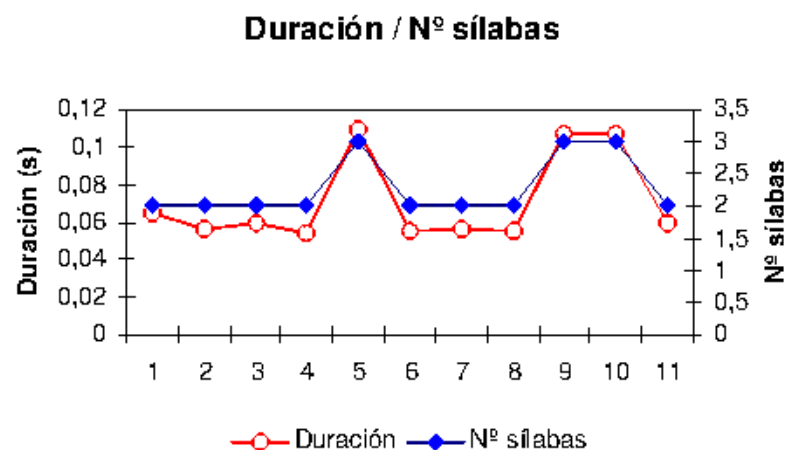


Figura 4.1.11.3. Relación entre la duración del canto y el número de sílabas.

La tasa media de producción de sílabas es de $33,032 \pm 3,735$ sílabas por segundo (tabla 3, apéndice XI.I). Este valor es muy superior al que establece Dumortier (1963a) de 12 sílabas por segundo.

El intervalo entre las sílabas del canto medio es de $0,056 \pm 0,004$ s (figura 4.1.11.4, tabla 4 apéndice XI.I)

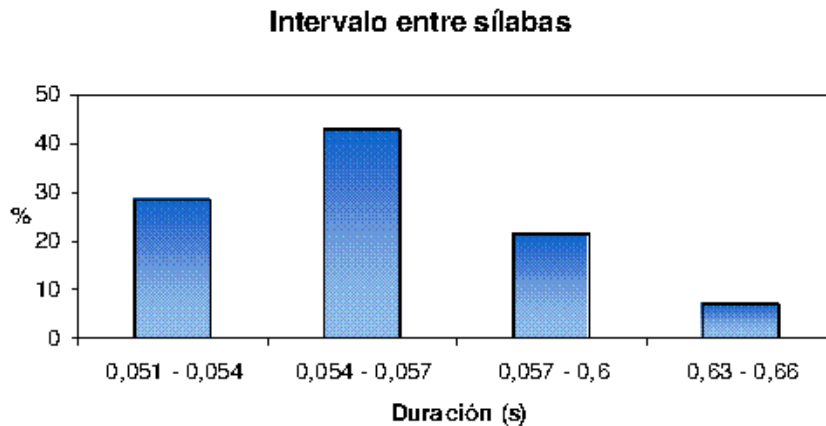


Figura 4.1.11.4. Intervalo entre sílabas.

Las sílabas de los esquemas presentan una frecuencia similar (figura 4.1.11.5):

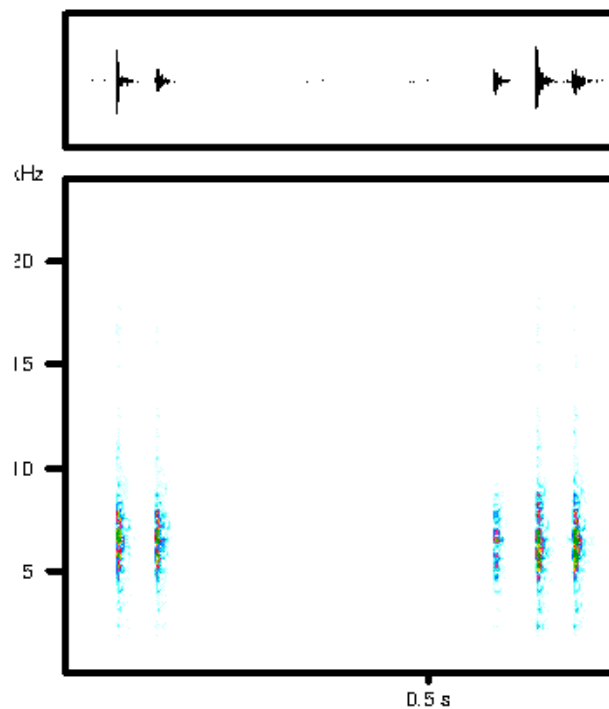


Figura 4.1.11.5. Sonograma del canto de interacción.

La frecuencia inferior media del canto es de 4988 ± 250 Hz, la frecuencia superior media es de 7866 ± 507 Hz, y la amplitud de banda media es de 2864 ± 616 Hz (tabla 5, 6 y 7, apéndice XI.I).

Aparece un único pico de frecuencia que presenta un valor medio de 5979 ± 363 Hz. (figura 4.1.11.6; tabla 8, apéndice XI.I).

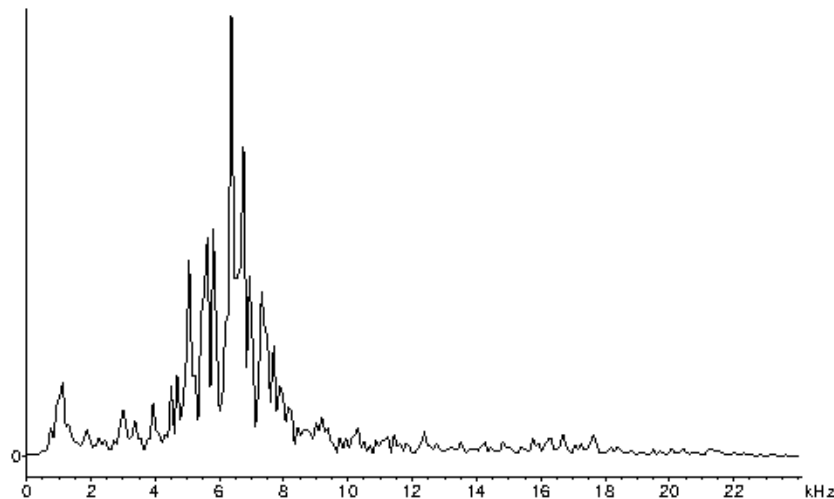


Figura 4.1.11.6. Espectrograma de frecuencias.

La distribución de la energía del canto es la siguiente: cuartil inferior medio es de 5623 ± 136 Hz, cuartil medio 6460 ± 301 Hz y el cuartil superior medio es de 7907 ± 564 Hz (tablas 9, 10 y 11, apéndice XI.I).

Sonido producido por estridulación: canto de cortejo

El canto producido mediante estridulación está formado por sílabas aisladas en número variable (entre 1 y 3) o esquemas acompañados, o no, por sílabas (figura 4.1.11.7).

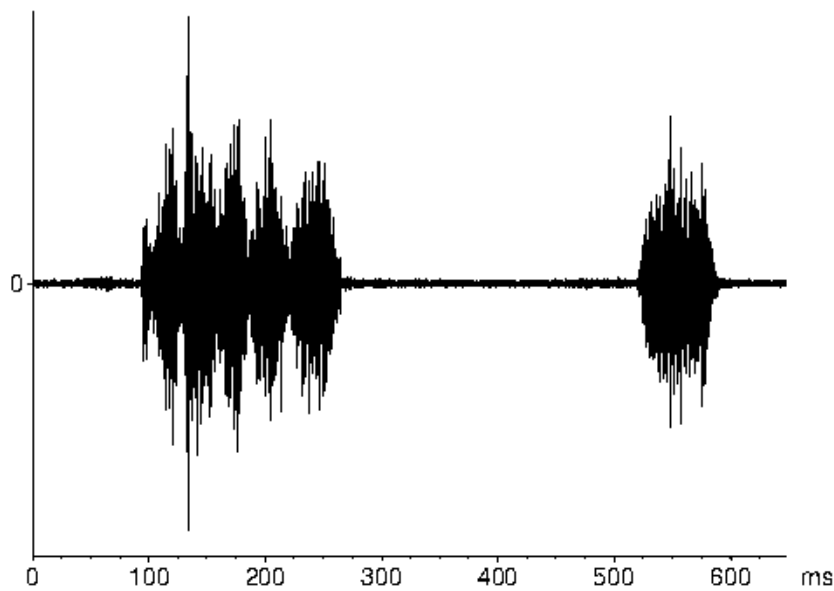


Figura 4.1.11.7. Canto de cortejo formado por un esquema y una sílaba (Cantos: Ocae2.mp3)

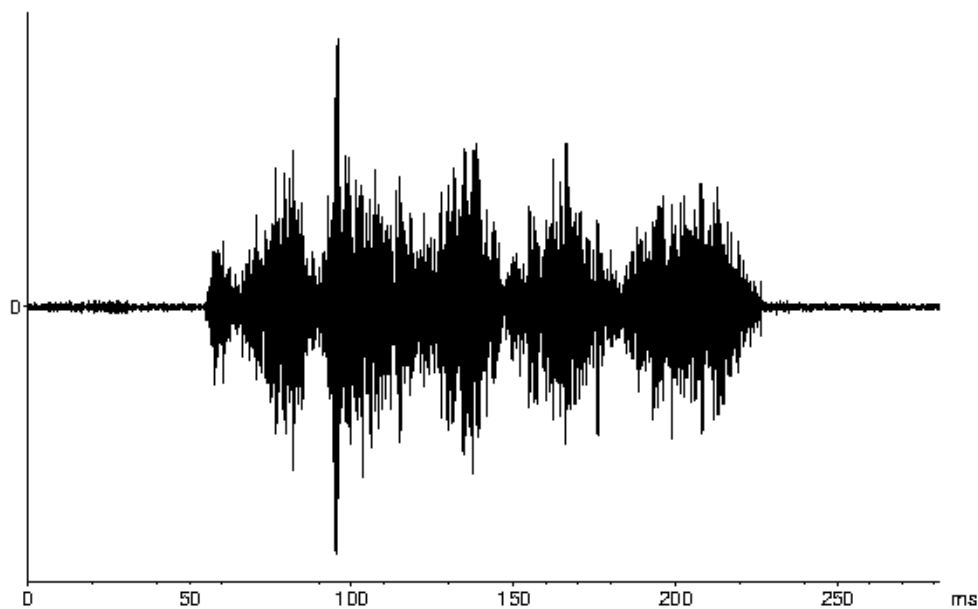


Figura 4.1.11.8. Esquema del canto de cortejo (Cantos: Ocae3.mp3)

De los cantos analizados, un 52,94% están formados por sílabas, un 27,45% están formados por esquemas, y un 19,61% están formados por sílabas y esquemas.

La duración media del canto es de $0,302 \pm 0,273$ s, el valor mínimo encontrado es de 0,045 s y corresponde a un canto formado por una sola sílaba, el valor máximo es de 0,771 s y corresponde a un canto formado por dos esquemas (tabla 1; apéndice XI.II).

Las sílabas presentan una duración media de $0,074 \pm 0,016$ s. El valor mínimo encontrado es de $0,045$ s, y el máximo es de $0,123$ s (tabla 2, apéndice XI.II), esta variación en la duración de las sílabas es debida a que son sílabas dobles en las que la primera parte es muy variable en cuanto intensidad pudiendo llegar a no aparecer (figura 4.1.11.9).

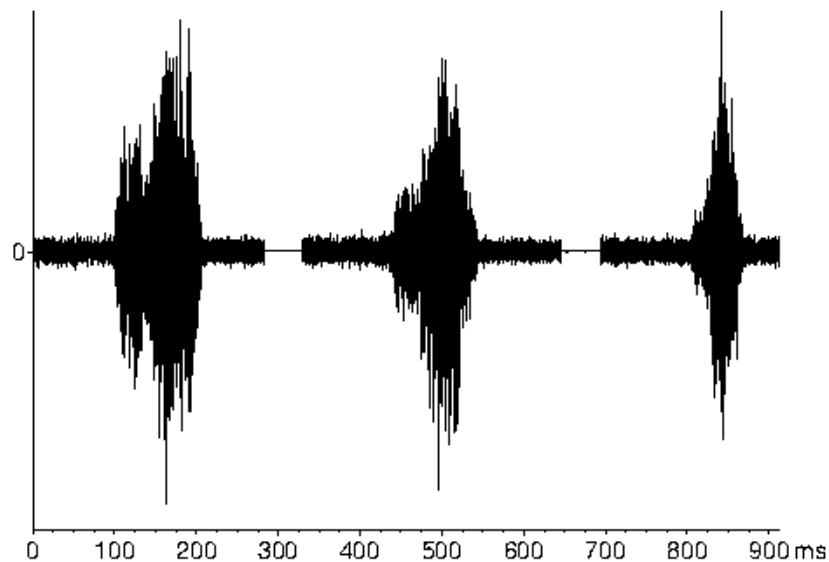


Figura 4.1.11.9. Sílabas de distintos cantos de cortejo (Cantos: Ocae3.mp3)

Los esquemas presentan una duración media de $0,169 \pm 0,022$ s (mín: $0,1$ s, máx: $0,284$ s; tabla 3 apéndice XI.II), el número de sílabas que lo forman no se ha podido estimar.

El silencio entre los elementos del canto presenta una duración media de $0,297 \pm 0,095$ s (figura 4.1.11.10) (mín: $0,1$ s, máx: $0,556$ s; tabla 4, apéndice XI.II).

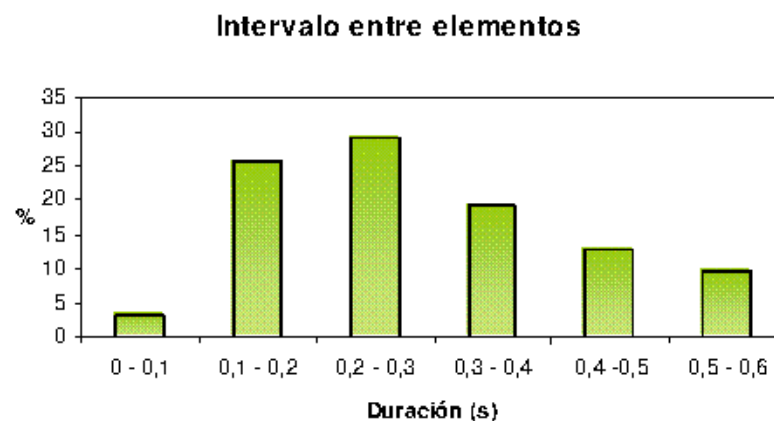


Figura 4.1.11.10. Intervalo entre los elementos del canto.

Todos los elementos del canto presentan similares características en cuanto a la frecuencia y no existe modulación de la misma (figura 4.1.11.11):

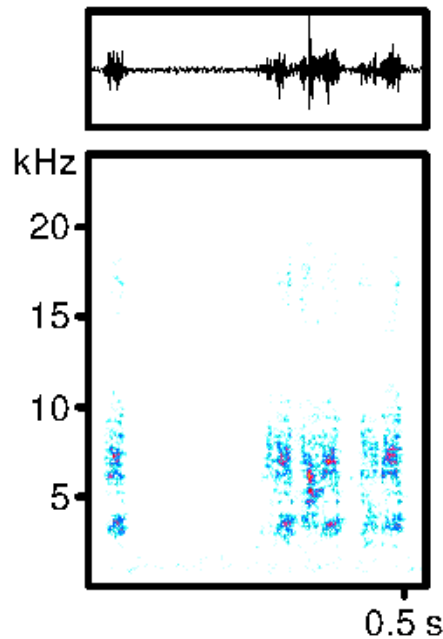


Figura 4.1.11.11. Sonograma de un canto de cortejo.

La frecuencia media inferior del canto es de 3024 ± 138 Hz y la superior es de 8035 ± 534 Hz, apareciendo una amplitud de banda de 4951 ± 557 Hz (tablas 5, 6 y 7, apéndice XI.II).

En esta banda de frecuencias hemos encontrado que aparecen 3 picos de frecuencia distintos. Dos de ellos, pico 1 y pico 2, aparecen juntos y se alternan como pico de máxima intensidad; apareciendo el pico 1 como pico principal en el 70,37% de los casos y el pico 2 en el 17,28%(figuras 4.1.11.12 y 4.1.11.13):

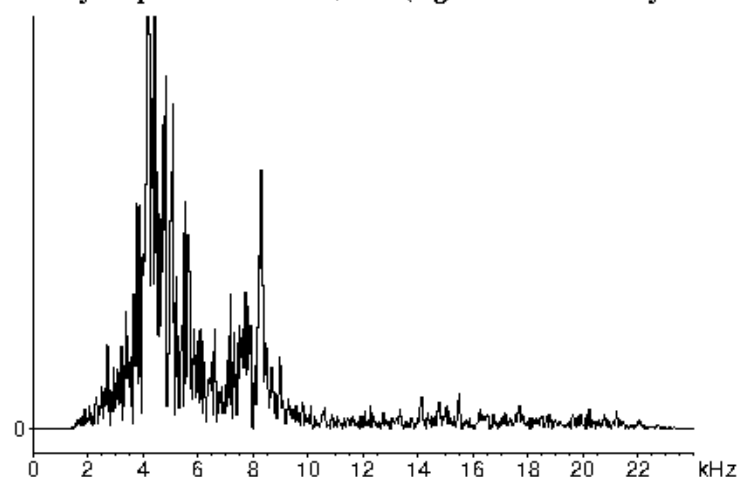


Figura 4.1.11.12. Espectrograma de frecuencias, el pico 1 presenta la máxima intensidad

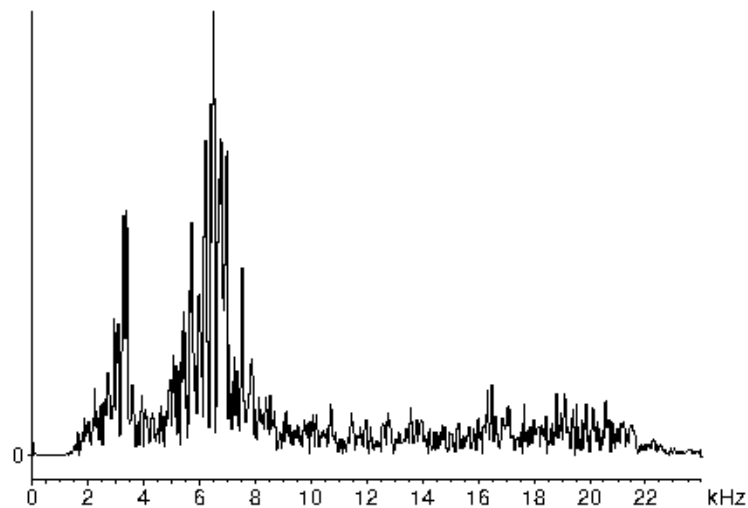


Figura 4.1.11.13. Espectrograma de frecuencias, el pico 2 presenta la máxima intensidad

En ocasiones, (12,35% de los casos), aparece un único pico en toda la amplitud de la banda (figura 4.1.11.14):

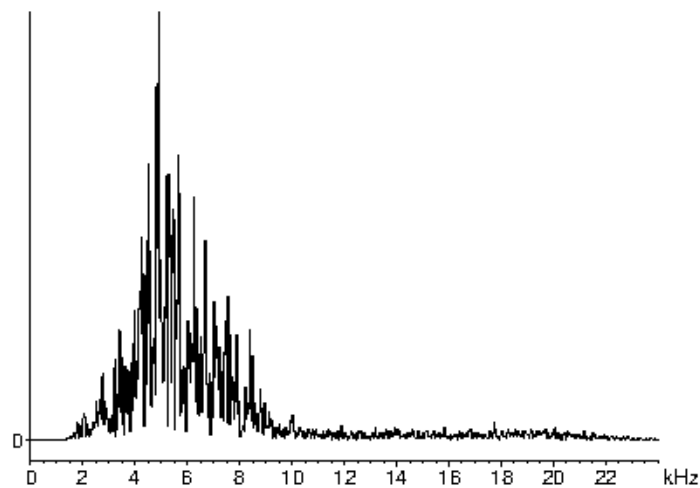


Figura 4.1.11.14. Espectrograma de frecuencia con un único pico.

El pico 1 presenta una frecuencia media de 3719 ± 369 Hz (tabla 8, apéndice XI.II). El pico 2 presenta una frecuencia media de 6971 ± 523 Hz (tabla 9, apéndice XI.II) y la frecuencia media del pico que aparece solo presenta una frecuencia media de 4993 ± 1343 Hz (tabla 10, apéndice XI.II).

La distribución de la energía dada por los cuartiles es la siguiente: cuartil inferior medio 4484 ± 631 Hz, cuartil medio 6428 ± 727 Hz y el cuartil superior medio es 9811 ± 1676 Hz (tablas 11, 12 y 13, apéndice XI.II).

Sonido producido mediante percusión: canto de interacción. Hembras

Este sonido lo producen las hembras golpeando el sustrato con las rodillas de las patas posteriores. El número de sílabas que forman este canto varía entre 2 y 5, con un valor medio de 3 ± 0 (figura 4.1.11.15; tabla 1, apéndice XI.III).

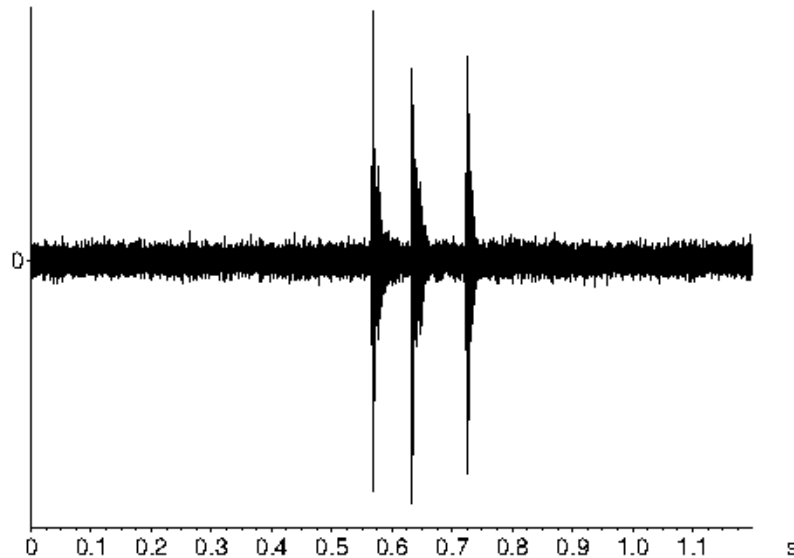


Figura 4.1.11.15. Sonograma del canto de interacción de las hembras (Cantos: Ocae4.mp3).

La duración del golpeteo oscila entre 0,06 s y 0,548 s, con un valor medio de $0,124 \pm 0,03$ s (tabla 1, apéndice XI.III). La duración está ligada al número de sílabas que lo forman (figura 4.1.11.16); el coeficiente de correlación de Pearson entre los dos parámetros es de 0,874.

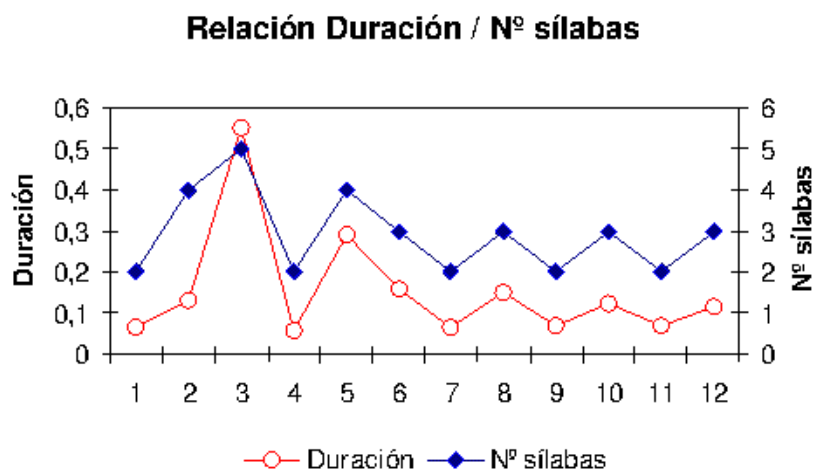


Figura 4.1.11.16. Relación entre duración del canto y número de sílabas que lo forman.

De acuerdo con Dumortier (1963a) el rango de percusión de las hembras es inferior a la de los machos, aunque el valor, $25,17 \pm 5,85$ pulsos segundo. (tabla 3. apéndice XI.III), es superior al que éste indica para los machos.

El intervalo entre las sílabas oscila entre 0,03 s y 0,224 s (figura 4.1.11.17), con un valor medio de $0,072 \pm 0,017$ s, (tabla 4. apéndice XI.III).

Intervalo entre sílabas

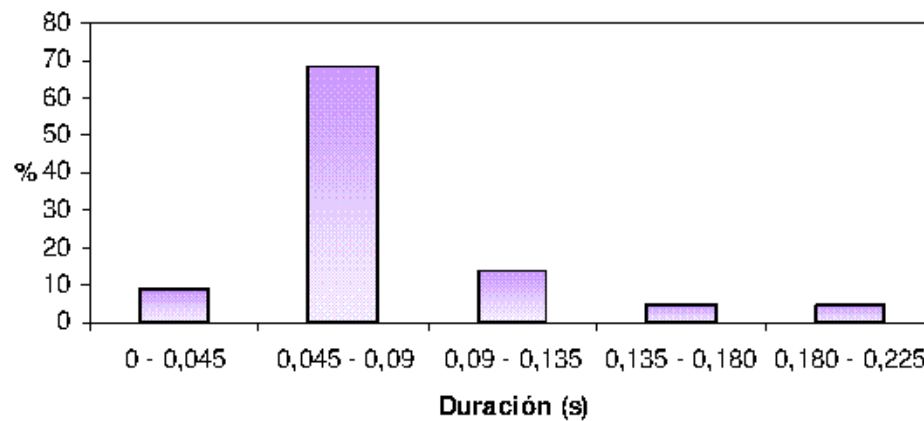


Figura 4.1.11.17. Duración del intervalo entre sílabas.

Las sílabas que forman el esquema presentan frecuencia similar (figura 4.1.11.18):

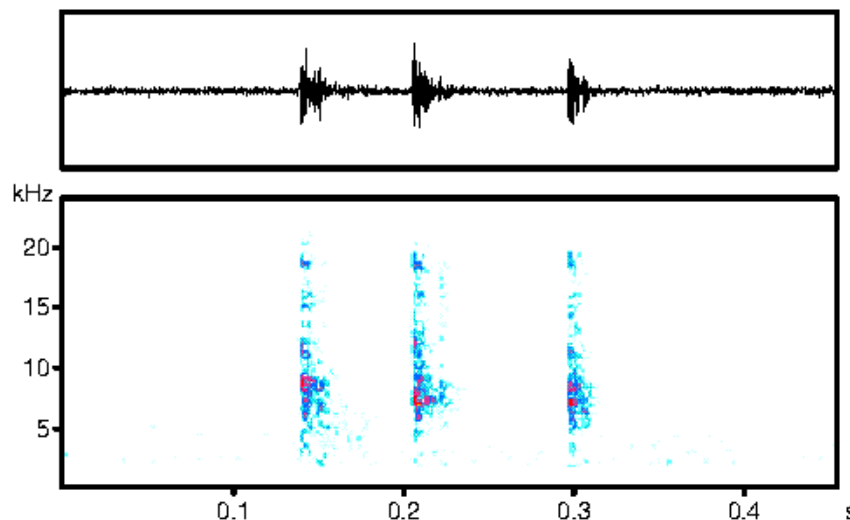


Figura 4.1.11.18. Sonograma de un esquema del canto de interacción producido por una hembra.

La frecuencia inferior media del canto es de 5523 ± 404 Hz, la superior es de 11143 ± 4323 Hz; la amplitud de banda media es de 5773 ± 3921 Hz, (tablas 5, 6 y 7, apéndice XI.III)

El pico de frecuencia presenta un valor medio de 6963 ± 446 Hz, el mínimo encontrado es de 5060 Hz, el máximo es de 8900 Hz (figura 4.1.11.19; tabla 8, apéndice XI.III)

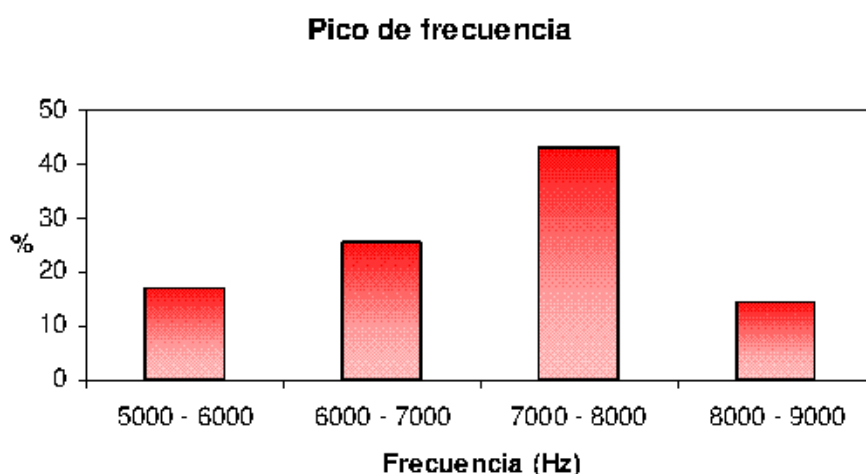


Figura 4.1.11.19. Pico de frecuencia.

La distribución de la energía dada por los cuartiles es la siguiente: cuartil inferior medio 6307 ± 712 Hz, cuartil medio 8023 ± 847 Hz, cuartil superior medio 11293 ± 2561 Hz (tablas 9, 10 y 11, apéndice XI.III).

Comportamiento

El sonido de interacción producido por los machos es consecuencia de un fuerte golpeteo del sustrato. El golpeteo lo realizan con los tarsos o con las rodillas de las patas posteriores, en ambos casos, con las dos patas posteriores coordinadas (figuras 4.1.11.20 y figura 4.1.11.21). Lo emiten cuando otro individuo le produce molestia, porque se acerca al individuo o le toca. Suelen combinar las dos formas de golpear (Vídeos: *Ocaerulescens1.mpg*).



Figura 4.1.11.20. Golpeteo del suelo realizado con las rodillas de las patas posteriores.



Figura 4.1.11.21. Golpeteo del suelo realizado con los tarsos de las patas posteriores.

Cuando un macho detecta a una hembra se acerca a ella, durante este acercamiento el macho realiza movimientos con las patas posteriores, como subir y bajar una o ambas patas, a la vez o de forma alternativa; la hembra a la que se acerca también puede realizar estos movimientos, y son en ambos casos muy conspicuos debido al intenso color negro de la cara interna del fémur posterior y la línea blanca que rodea la rodilla negra de los mismos (figura 4.1.11.22).

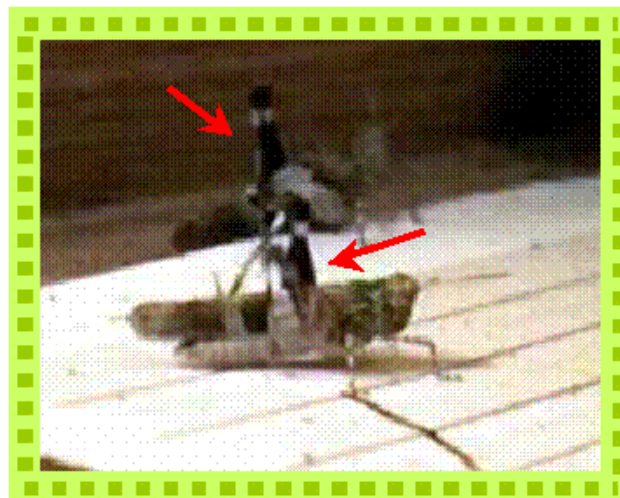


Figura 4.1.11.22. Un macho acercándose a una hembra.

Cuando el macho se encuentra cerca de la hembra comienza a emitir el canto de cortejo y, una vez situado perpendicular a ella o detrás, realiza uno o varios cantos de cortejo antes de abordarla, saltando o subiéndose encima de ella (Videos: *Ocaerulescens2.mpg* y *Ocaerulescens3.mpg*).

Para producir las sílabas, que forman parte del canto, suben y bajan ambos fémures posteriores (figura 4.1.11.23).



Figura 4.1.11.23. Un macho produce una sílaba elevando y bajando ambos fémures posteriores.

Para producir los esquemas elevan ambos fémures y después los mueven de forma alternativa, con un movimiento en tijera (figura 4.1.11.24 y 4.1.11.25); la amplitud del movimiento en tijera es variable. Cuantas más veces muevan las patas alternativamente más largo será el esquema.

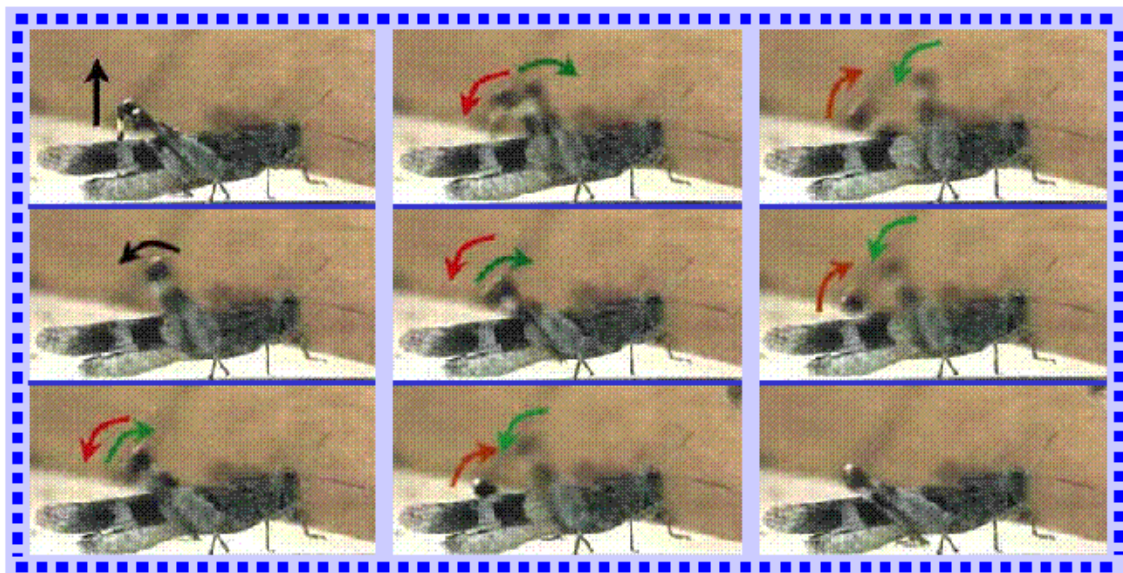


Figura 4.1.11.24. Macho realiza canto de cortejo emitiendo un esquema.

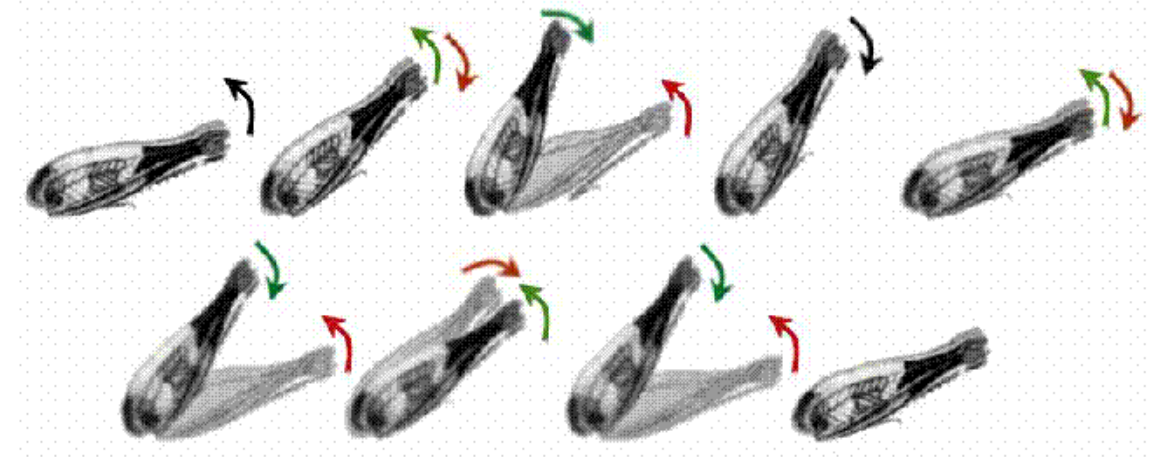


Figura 4.1.11.25. Movimiento realizado por las patas traseras durante la estridulación.

El sonido de estridulación previo a la cópula es descrito por Bellman (1988, 1995) como sonidos cortos y suaves previos a la cópula pero que no tienen importancia. Sin embargo, como aparecen siempre previos a la cópula pueden ser una forma de estimulación acústica de la hembra para que permita la cópula y, por lo tanto, sí pueden ser importantes para evitar posibles cópulas con otras especies.

El sonido de interacción de las hembras es similar, en modo de producción, al de los machos. Lo emiten como canto de interacción, sobre todo a modo de rechazo cuando un macho intenta copular. Consiste en un golpe con una o ambas rodillas contra el suelo (figura 4.1.11.25, Vídeos: *Ocaerulescens4.mpg*).

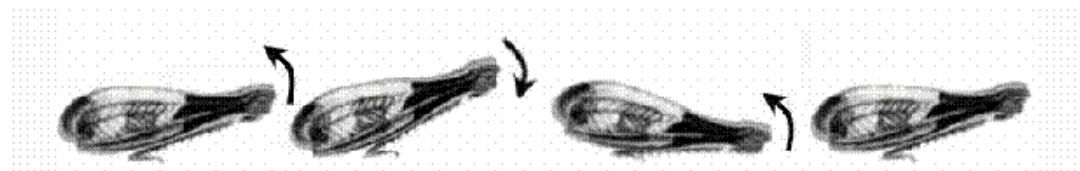


Figura 4.1.11.25. Movimiento realizado por las patas posteriores durante la percusión por las hembras golpean el suelo.

4.1.12. *Oedipoda charpentieri* Fieber, 1853

Biología:

Esta especie se distribuye por toda la Península Ibérica a excepción del noroeste y algunas áreas del litoral Atlántico.

Es una especie muy xerófila, se encuentra en lugares áridos con matorral aclarado y abundante superficie descubierta.



Figura 4.1.12.1. Macho *O. charpentieri*

Se encuentra en estado adulto de junio a octubre.

Producción de sonido:

Se ha registrado producción de sonido mediante estridulación como canto de cortejo por parte de los machos.

Referencias:

Material utilizado:

El estudio de este sonido ha sido estudiado en 3 machos capturados y grabados en las siguientes localidades:

1. **Macho 1: Capturado:** Uclés (Cuenca) 28/06/2001. **Grabado:** Facultad de Biología, Campus de Espinardo. 25/07/2001, 1/09/2001
2. **Macho 2: Capturado:** Caspe (Zaragoza) 14/07/2001. **Grabado:** Facultad de Biología, Campus de Espinardo. 9/08/2001,
3. **Macho 3: Capturado:** Segóbriga. Saelices. (Cuenca) 28/06/2001. **Grabado:** Facultad de Biología, Campus de Espinardo. 10/08/2003, 13/08/2003, 15/08/2001.

Los registros de los cantos analizados son los siguientes:

4. Cinta 5/2001 ID1.
5. Cinta 8/2001 ID0, ID1, ID2, ID3, ID12.

La temperatura de grabación se mantuvo entre 35-40 ° C.

Los filtros de frecuencias utilizados y las medidas de frecuencia tomadas han sido:

- **Sonido producido por estridulación:** Se han analizado 8 cantos pertenecientes a los machos 1, 2 y 3 utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 2000 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada uno de los cantos.

Sonido producido por estridulación: canto de cortejo

El sonido producido por estridulación lo emiten los machos de *O.charpentieri* cuando tratan de copular con una hembra.

El canto está formado por series de sílabas simples, dobles y en algunas ocasiones por esquemas que se combinan dando lugar a cantos con estructuras muy variables (figuras 4.1.12.2 y 4.1.12.3).

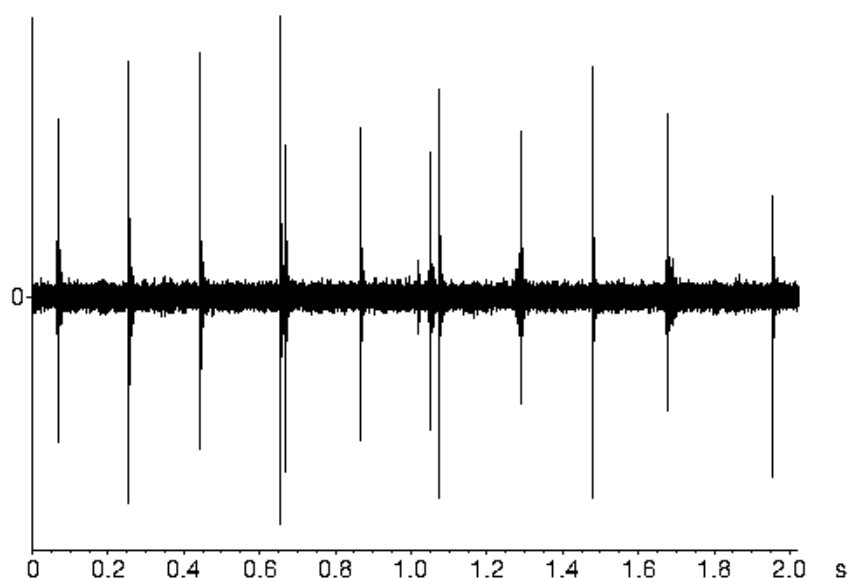


Figura 4.1.12.2. Canto de cortejo formado por sílabas simples y dobles (Cantos: Ochar1.mp3).

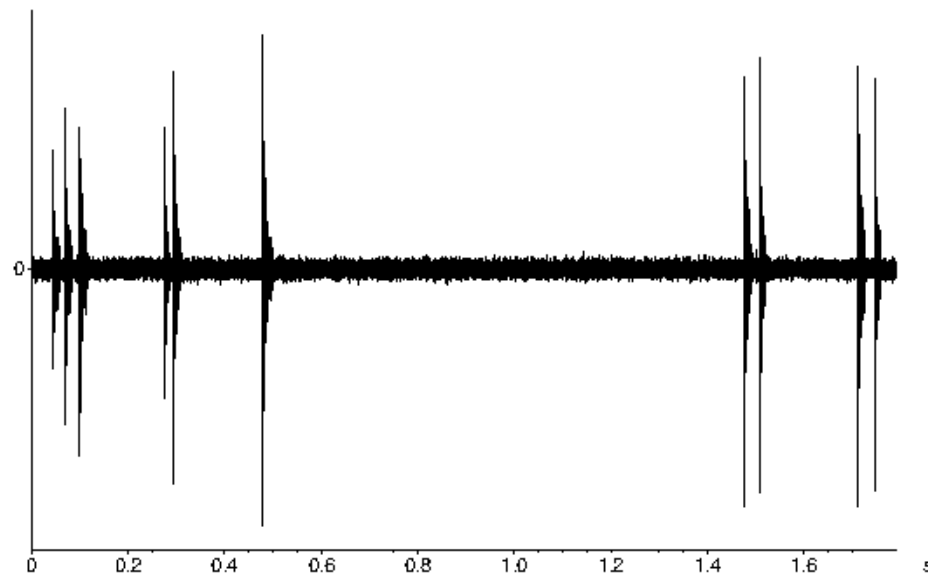


Figura 4.1.12.3. Canto de cortejo formado por sílabas simples, dobles y equemas (Cantos: Ochar2.mp3).

Los cantos estudiados son muy variables en estructura, se han encontrado 27 estructuras distintas formadas por combinación de elementos dentro de los cuales el más frecuente es la sílaba simple y el menos el equema.

El 67,65 % de los elementos que forman el canto son sílabas simples (figura 4.1.2.4), el 31,18% son sílabas dobles (figura 4.1.2.5) y sólo el 1,18% son equemas (figura 4.1.2.6).

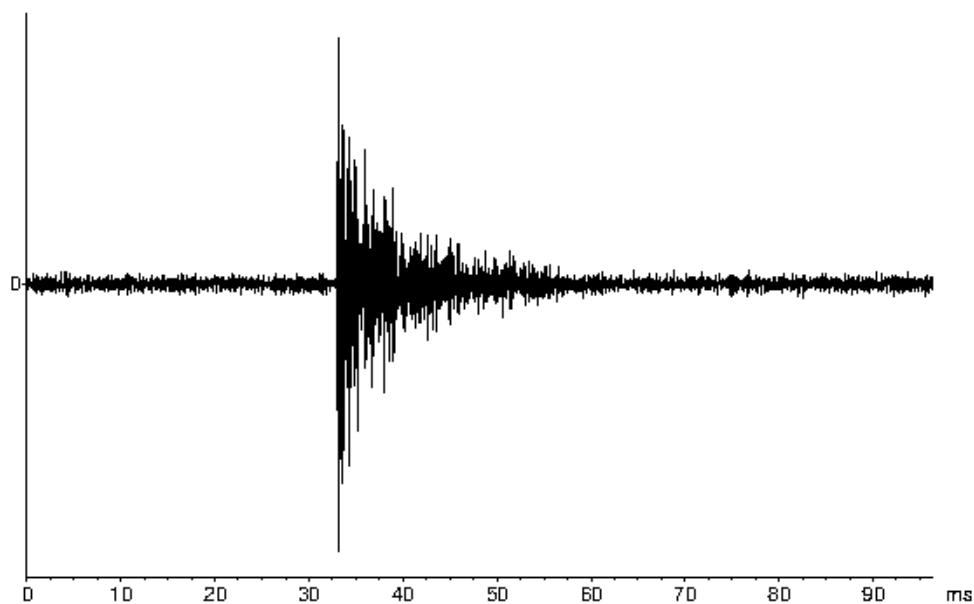


Figura 4.1.12.4. Sílaba simple (Cantos: Ochar3.mp3).

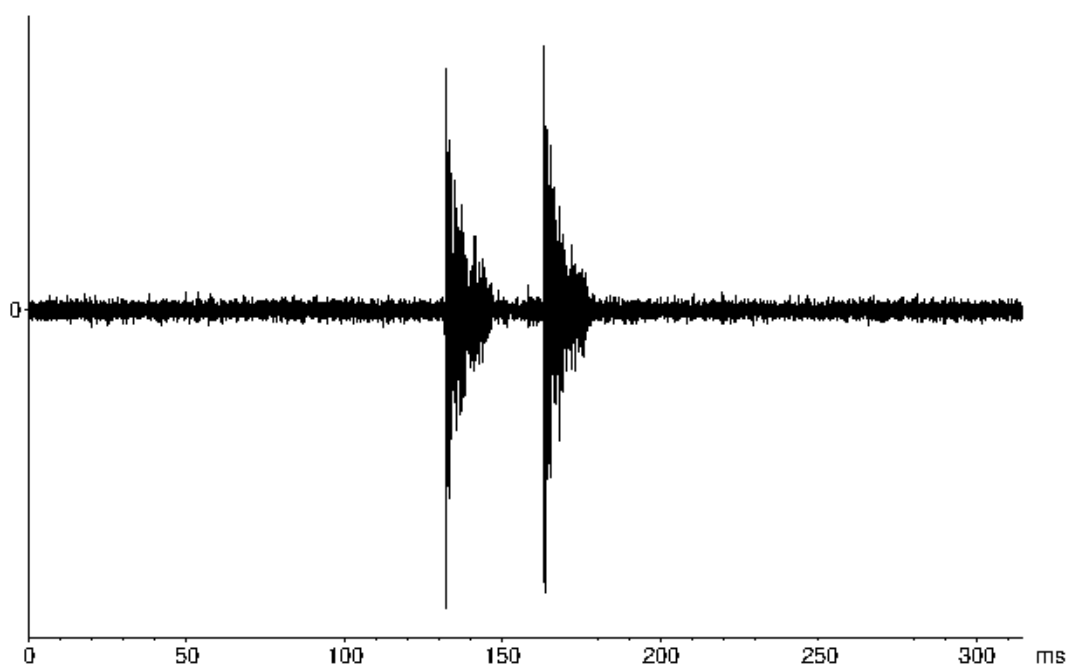


Figura 4.1.12.5. Sílabla doble (Cantos: Ochar4.mp3).

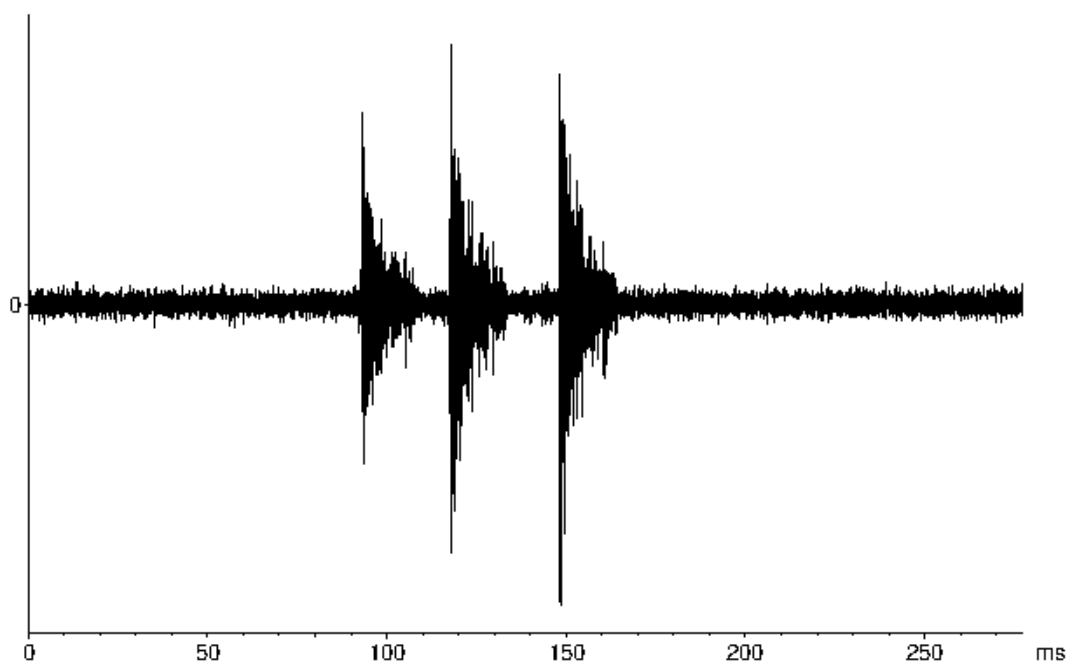


Figura 4.1.12.6. Equema (Cantos: Ochar3.mp5).

La duración de estas series varía entre 0,014 s, formada por una sílabla simple, hasta 2,28 s, formada por 10 sílablas simples y 4 sílablas dobles, el valor medio de la duración de las series $0,431 \pm 0,319$ s (tabla 1, apéndice XII.I).

Esta duración se encuentra ligada al número de elementos que forman el canto; el coeficiente de correlación de Pearson entre estos dos parámetros es 0,913, (figura 4.1.12.7).

Duración / N° elementos

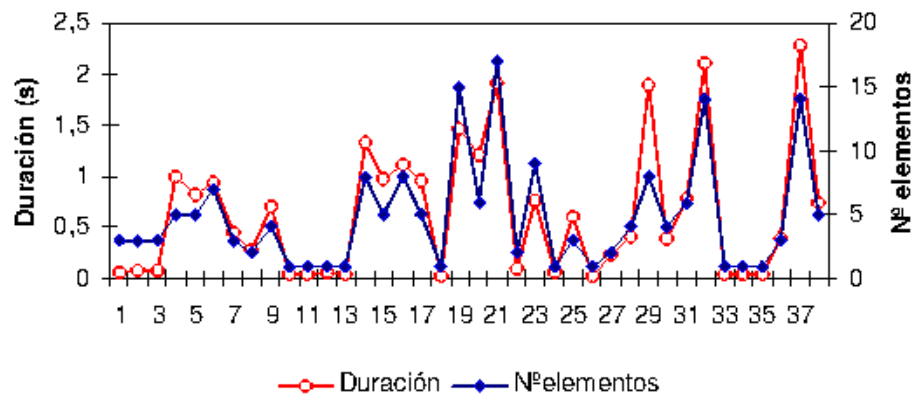


Figura 4.1.12.7. Relación entre la duración del canto y el número de elementos que lo forman.

Las sílabas son muy breves, las sílabas simples presentan una duración media de $0,01 \pm 0,01s$ (tabla 2, apéndice XII.I), las dobles de $0,032 \pm 0,008 s$ (tabla 3, apéndice XII.I), y los esquemas encontrados de $0,072 \pm 0,051 s$ (tabla 4, apéndice XII.I), figura 4.1.12.8.

Duración de los elementos

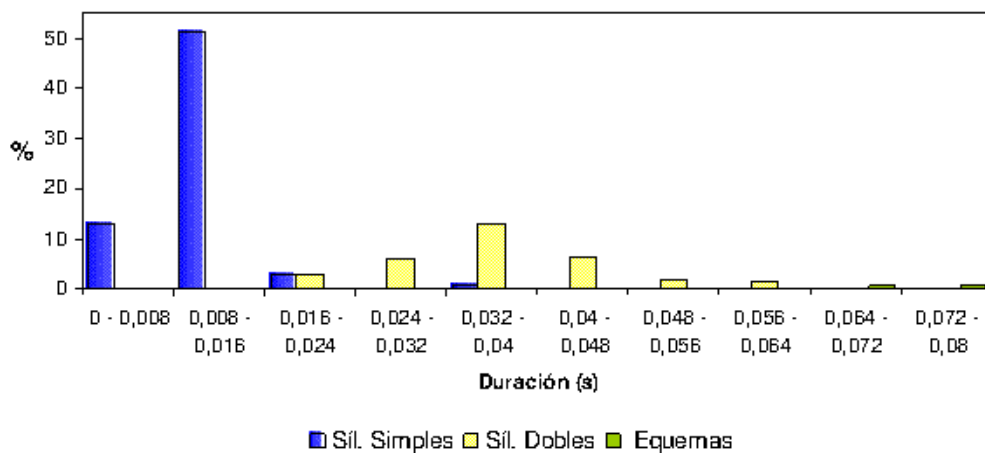


Figura 4.1.12.8. Porcentaje de aparición y duración de las sílabas simples, dobles y esquemas.

La duración del silencio entre los elementos del canto tiene un valor medio de $0,115 \pm 0,075$ s (tabla 5, apéndice XII.I), pero los valores encontrados no son uniformes (figura 4.1.12.9).

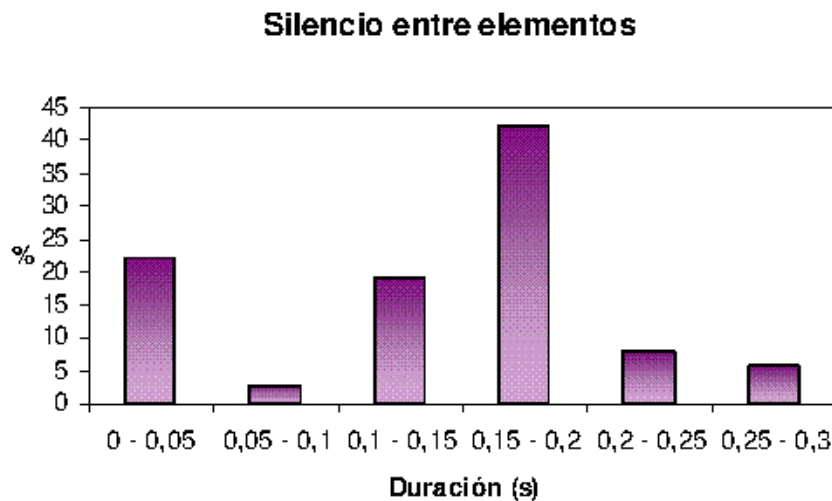


Figura 4.1.12.9. Duración del silencio entre los elementos del canto.

Hay un porcentaje importante de casos en el que el silencio entre elementos presenta una duración inferior a 0,05 s, y otro en el que la duración está alrededor de 0,15 y 0,2 s, estos dos intervalos de tiempo se observan claramente en el oscilograma de un canto de cortejo, (figura 4.1.12.10).

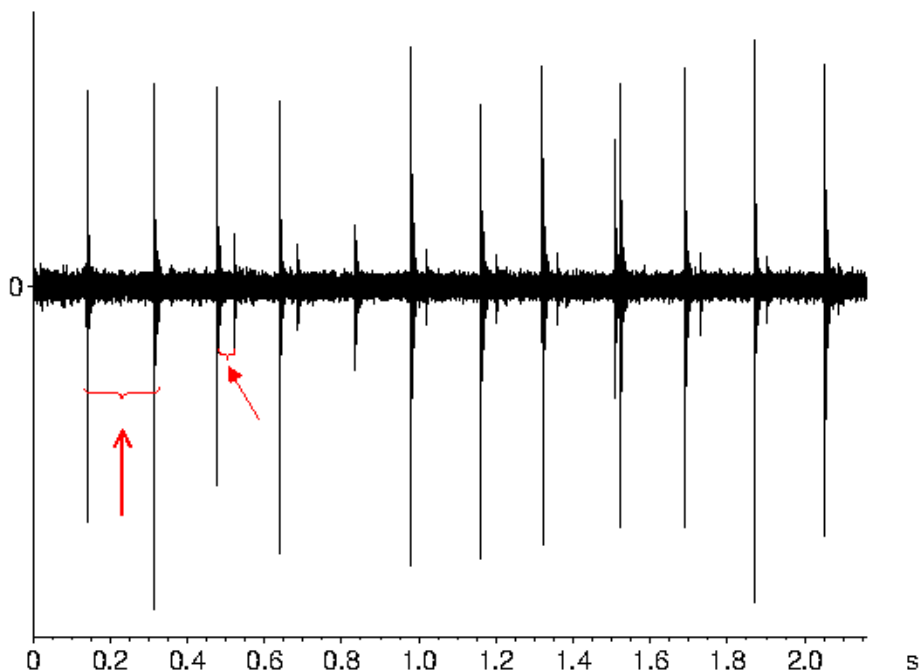


Figura 4.1.12.10. Canto de cortejo formado por sílabas dobles y simples (Cantos: Ochar2.mp3).

Las características espectrales que presentan todos los elementos del canto son similares (figura 4.1.12.11):

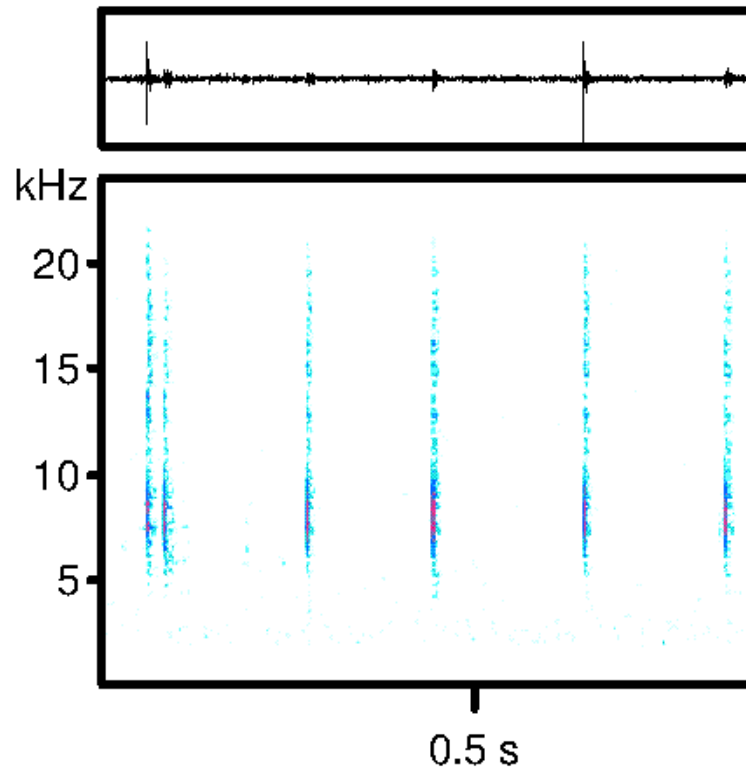


Figura 4.1.12.11. Sonograma de un canto de cortejo.

La frecuencia inferior media encontrada ha sido de 4067 ± 1757 Hz (tabla 6, apéndice XII.I), la superior es de 20450 ± 589 Hz, (tabla 7, apéndice XII.I), siendo la amplitud de banda media de 16045 ± 1823 Hz, (tabla 8, apéndice XII.I), (figura 4.1.12.12).

En esta banda de frecuencia aparecen dos picos, pico 1 y pico 2, que pueden encontrarse juntos (63,26% de los casos) o sólo uno. El pico 1 aparece como único pico en el 28,9% de los casos y el pico 2 en un 7,9%.

El pico 1 presenta un valor medio de 7733 ± 1305 Hz (tabla 9, apéndice XII.I, figura 4.1.12.8), y aparece como pico de máxima intensidad en el 71,1 % de los cantos estudiados. El pico 2 presenta un valor medio 16520 ± 855 Hz (tabla 10, apéndice XII.I, figura 4.1.12.12), aparece como pico de máxima intensidad en el 28,9 % de los cantos.

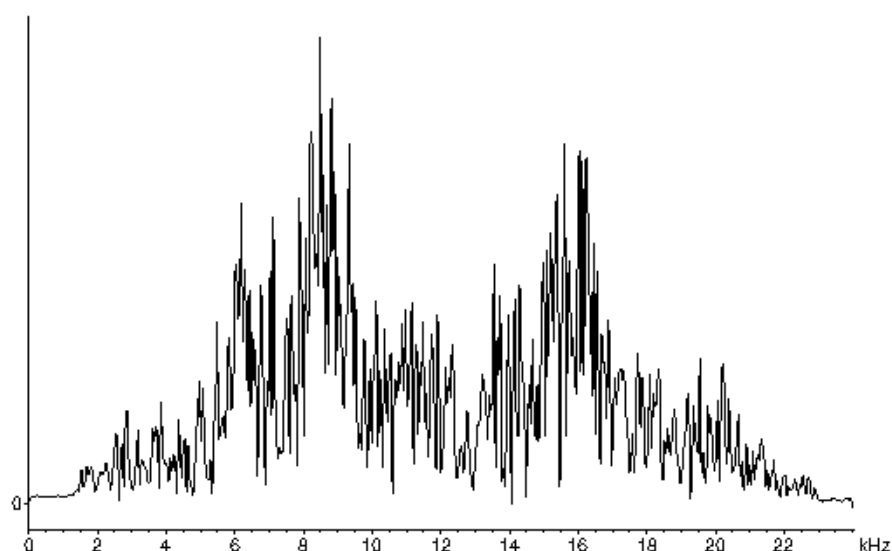


Figura 4.1.12.12. Espectrograma de frecuencia.

La distribución de la energía expresada mediante los cuartiles es: cuartil inferior 7833 ± 802 Hz, cuartil medio 12475 ± 679 Hz, y cuartil superior 16603 ± 778 Hz (tablas 11, 12 y 13, apéndice XII.I)

Comportamiento:

Los machos de esta especie presentan una forma de estridulación muy particular, puesto que el movimiento está reducido a una leve elevación de uno de los fémures posteriores que pasa de estar en una posición de 45° respecto a la horizontal a alrededor de 55° (figura 4.1.12.13 y 4.1.12.14).

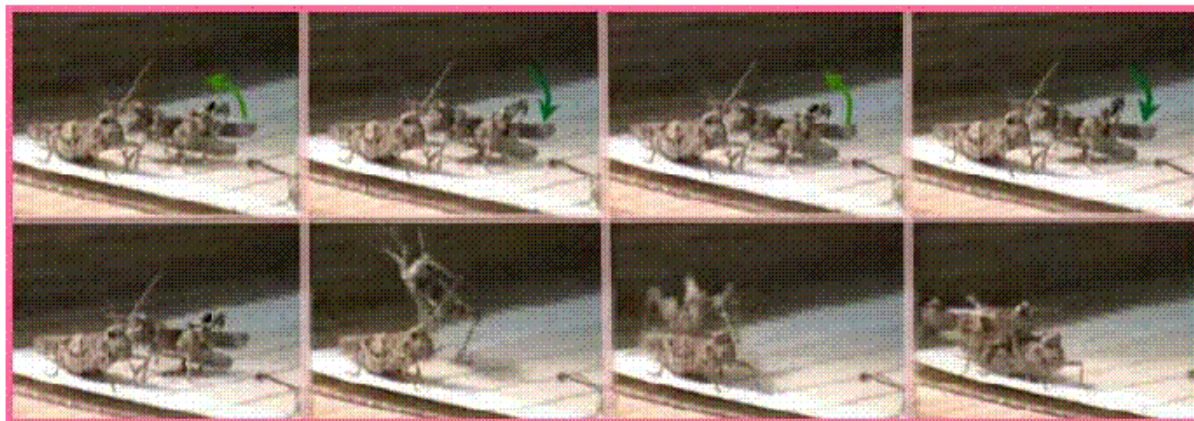


Figura 4.1.12.13. Un macho realiza el canto de cortejo antes de saltar encima de una hembra.

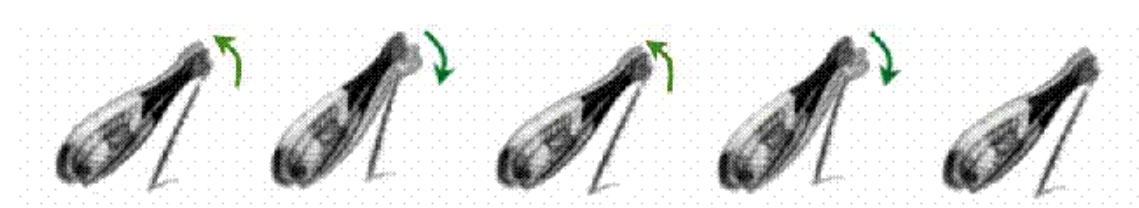


Figura 4.1.12.14. Movimiento realizado con las patas posteriores al estridular.

El movimiento es muy rápido y es realizado con un solo fémur, aunque pueden alternar el movimiento con un fémur y luego con otro. Es muy difícil de percibir, más incluso a cámara lenta, pero sí es audible por lo que resulta desconcertante escuchar el sonido producido, tic tic tic tic tic tic tic... y no observar un movimiento claro en el macho (Videos: Ocharpentier1.mp3 y Ocharpentier2.mp3).

Este movimiento no sólo lo realizan cuando van a saltar encima de la hembra, sino que cuando la han detectado y se acercan caminando hacia ella, lo hacen estridulando.

No se ha observado durante la experimentación producción de sonido mediante percusión, ni en machos ni en hembras. Sí se han observado movimientos realizados por hembras y machos cuando interaccionan con otros individuos como son: elevación de ambos fémures posteriores a 90° o más respecto a la horizontal, elevación de uno de los fémures a 90° o más respecto a la horizontal y movimiento alternativo de ambos fémures posteriores.

La particularidad del canto de cortejo que, aunque es producido por el roce entre el fémur y la tegmina, es completamente diferente a la estridulación producida por el resto de especies de esta familia hace que los machos de esta especie puedan ser identificados teniendo en cuenta las características del canto fácilmente y sin posibilidad de confusión con otras especies del género.

4.1.13. *Oedipoda fuscocincta caerulea* Saussure, 1884

Biología:

La distribución de esta especie abarca toda la Península Ibérica.

Ocupa un amplio rango altitudinal, desde el nivel del mar hasta los 2100 m, aunque manifiesta una marcada preferencia por las cotas altas, donde las poblaciones son más abundantes.



Figura 4.1.13.1. Macho y hembra de *O. fuscocincta*

Es frecuente en toda clase de medios bien soleados, con abundante sustrato descubierto.

Se puede encontrar en estado adulto desde junio a octubre.

Producción de sonido

Se ha registrado producción de sonido mediante estridulación por parte de los machos cuando tratan de copular con una hembra.

Debido a que en los registros acústicos realizados de esta especie la relación señal/ruido es muy baja, muchos de los cantos de estridulación registrados no han podido ser analizados.

Referencias:

Material utilizado

Los individuos cuyo canto ha sido analizado, han sido capturados y grabados en las siguientes localidades:

1. **Macho 1: Capturado:** Orea. Guadalajara. 5/10/2002. **Grabado:** Universidad de Murcia. Laboratorio de sonido 11/10/2002.

2. **Macho 2: Capturado:** La Sagra. Puerto de la Losa. 1650 m. (Granada) 305 WH3601605492. 21/06/2002. **Grabado:** Universidad de Murcia. Laboratorio de sonido 11/10/2002.
3. **Macho 3: Capturado:** Castellbó 831 m. Lérida. 31TGC 64212. 5/07/2003. **Grabado:** Universidad de Murcia. Laboratorio de sonido 28/07/2003.
4. **Macho 4: Capturado:** Sierra Espuña. Murcia. 28/05/2003. **Grabado:** Universidad de Murcia. Laboratorio de sonido 18/06/2003.

Los registros de los cantos analizados son los siguientes:

5. Cinta 15/2002 ID 0
6. Cinta 1/2003 ID 10
7. Cinta 7/2003 ID 4

La temperatura durante las grabaciones se mantuvo entre 30 – 39 °C.

- **Sonido producido por estridulación:** Se han analizado 6 cantos pertenecientes a los machos 1, 2, 3 y 4 utilizando un filtro de paso de altas frecuencia a 2000 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada una de las sílabas que forman el canto.

Sonido producido por estridulación: canto de cortejo

Los cantos se encuentran formados por trenes de sílabas simples (figuras 4.1.13.2 4.1.13.3) y/o dobles (figura 4.1.13.4 y 4.1.13.5), en número variable, desde 1 hasta 5.

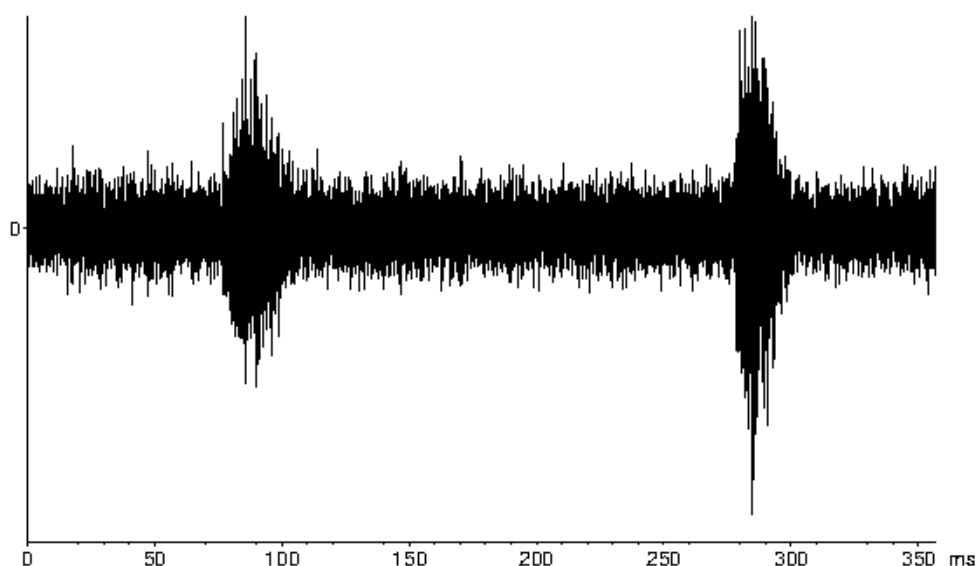


Figura 4.1.13.2. Canto formado por 2 sílabas simples (Cantos: Ofusc1.mp3)

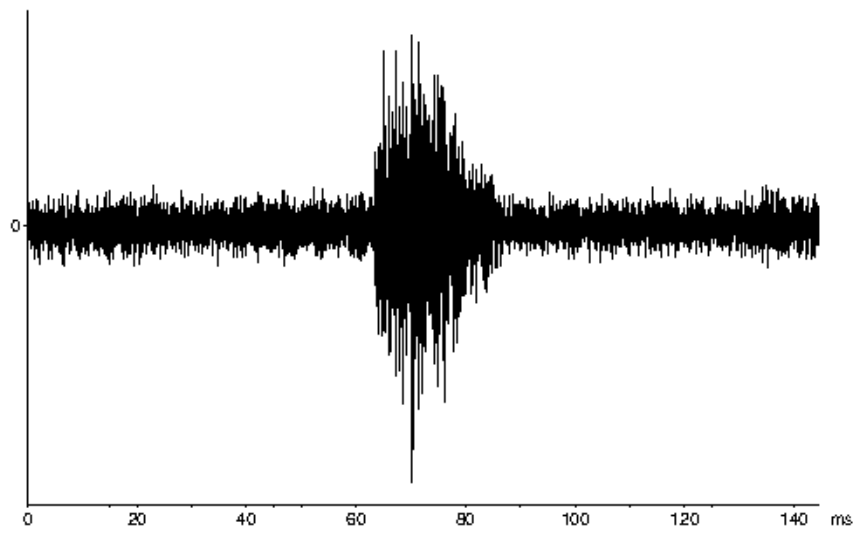


Figura 4.1.13.3. Sílabo simple.

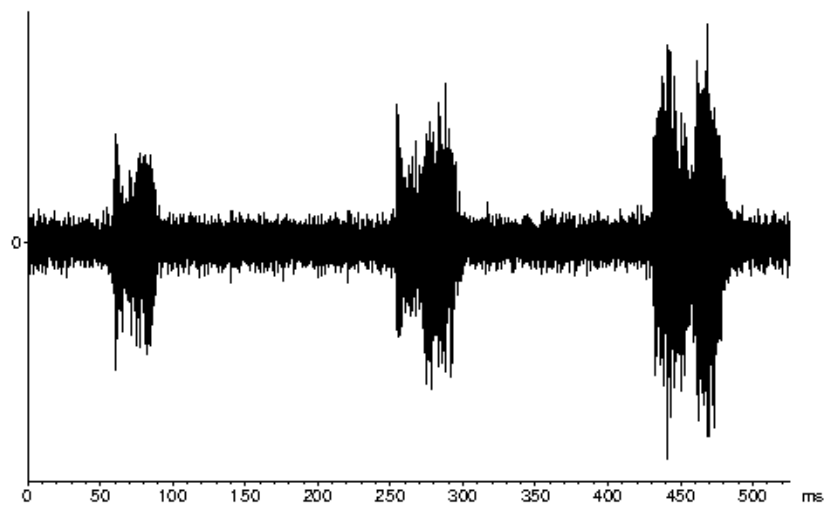


Figura 4.1.13.4. Canto formado por 3 sílabas dobles (Cantos: Ofusc2.mp3).

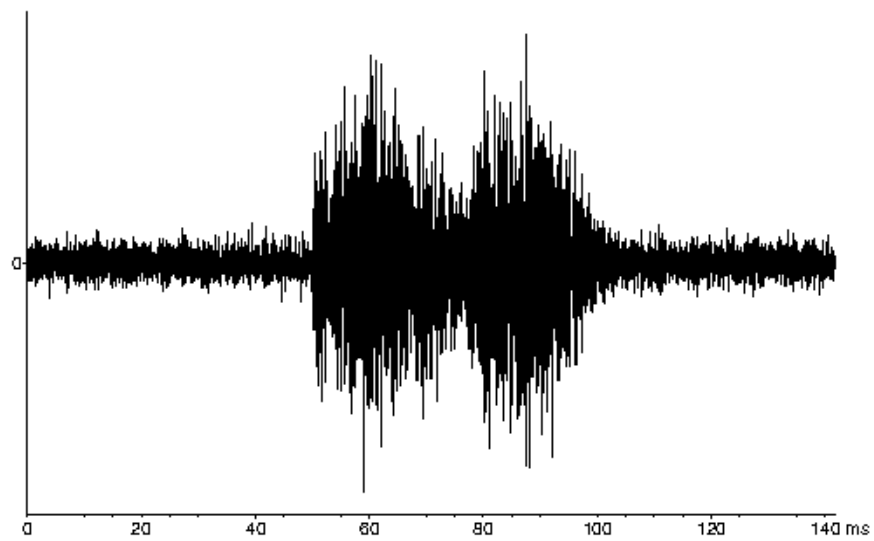


Figura 4.1.13.5. Sílabo doble.

La relación entre la duración y el número de sílabas que forman el canto es muy alta (figura 4.1.13.6), siendo el coeficiente de correlación de Pearson entre estos dos parámetros de 0,978.

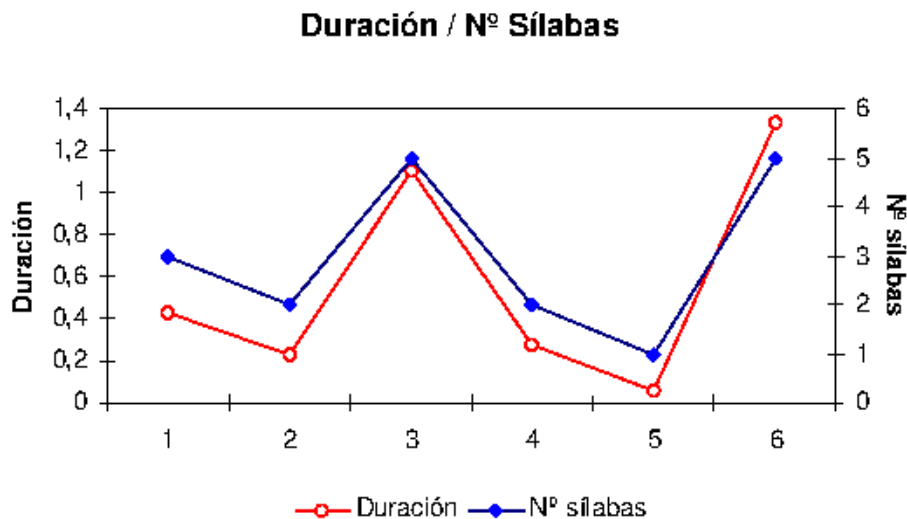


Figura 4.1.13.6. Relación entre la duración y el número de sílabas del canto.

De esta forma, la duración del canto es muy variable desde 0,055 s hasta 1,329 s, siendo el valor medio de $0,522 \pm 0,560$ s (tabla 1, apéndice XIII.I).

La duración media de las sílabas simples es de $0,033 \pm 0,014$ s. (tabla 2, apéndice XIII.I) y de las sílabas dobles es de $0,063 \pm 0,011$ s (tabla 3, apéndice XIII.I).

La duración media del silencio entre sílabas, de los cantos que presentan más de un elemento, es de $0,19 \pm 0,029$ s (tabla 4, apéndice XIII.I).

La frecuencia de los componentes del canto es similar y no hay modulación de la frecuencia (figura 4.1.13.7):

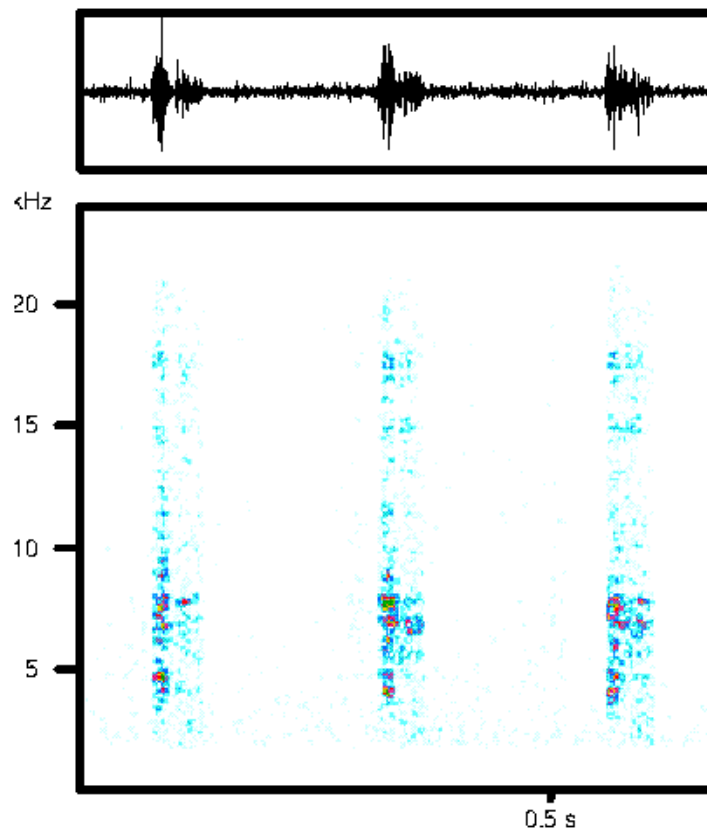


Figura 4.1.13.7. Sonograma del canto de cortejo.

La frecuencia inferior media del canto es de 3079 ± 1109 Hz (tabla 5, apéndice XIII.I), la superior es 12950 ± 4621 Hz (tabla 6, apéndice XIII.I), siendo la amplitud de banda media 9874 ± 4045 Hz (tabla 7, apéndice XIII.I).

En esta banda de frecuencia aparecen en un 83% de los casos dos picos de frecuencia, y en un 17% un único pico.

Cuando aparecen dos picos de frecuencia el pico 1 presenta un valor medio de 3690 ± 713 Hz (tabla 8, apéndice XIII.I) y aparece como pico de máxima intensidad en un 39 % de los cantos (figura 4.1.13.8).

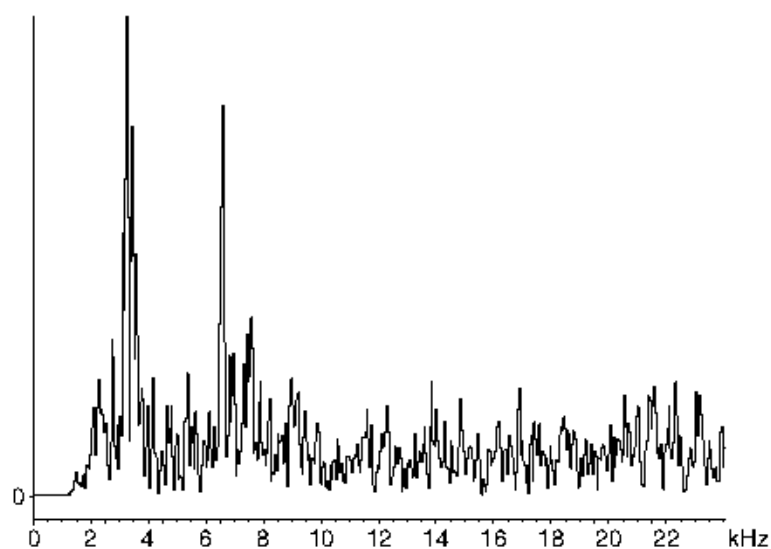


Figura 4.1.13.8. Espectrograma con el pico 1 como pico de máxima intensidad.

El pico 2 presenta un valor medio de 6990 ± 478 Hz (tabla 9, apéndice XIII.I) y aparece como pico de máxima intensidad en un 44% de las veces (figura 4.1.13.9).

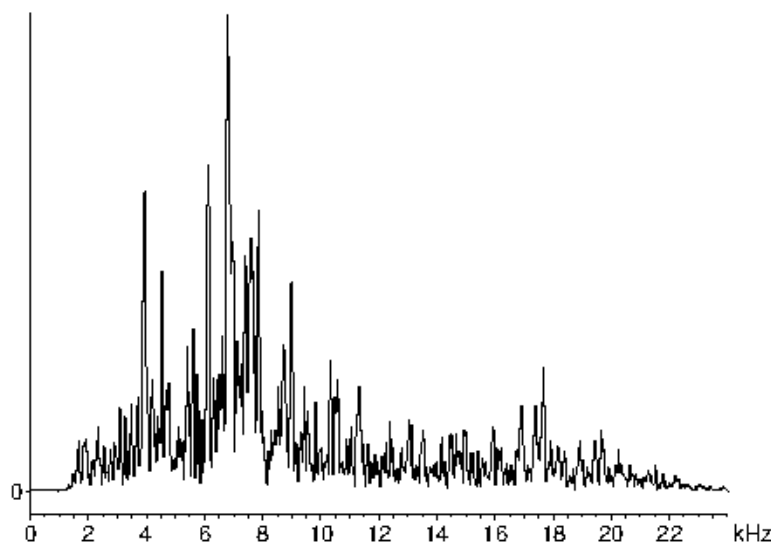


Figura 4.1.13.9. . Espectrograma con el pico 2 como pico de máxima intensidad.

Cuando aparece un único pico presenta un valor medio de 5210 ± 1180 Hz (tabla 10, apéndice XIII.I), (figura 4.1.13.8).

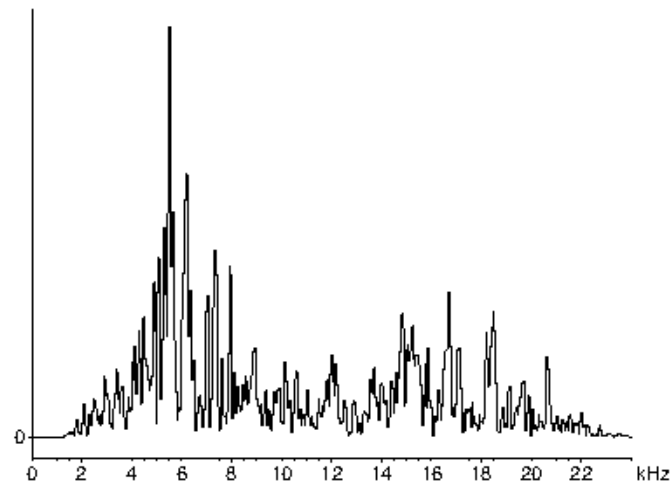


Figura 4.1.13.10. Espectrograma con un único pico de frecuencia.

La distribución de la energía de la señal dada por los cuartiles es: cuartil inferior medio 5096 ± 1212 Hz, cuartil medio: 7363 ± 917 Hz y cuartil superior: 12991 ± 3603 Hz (tablas 11, 12 y 13, apéndice XIII.I).

Comportamiento

En esta especie el cortejo consiste en el acercamiento del macho a la hembra y una vez que está muy cerca de ella, como máximo a 3 cm, comienza a cantar a su alrededor y después salta encima de ella (figura 4.1.13.11, Vídeos: *Ofuscocincta1.mpg*).



Figura 4.1.13.11. Macho canta a una hembra antes de saltar encima de ella.

Para emitir el canto de cortejo el macho eleva y baja ambas patas posteriores, produciendo de esta forma cada una de las sílabas del canto (figura 4.1.13.12)

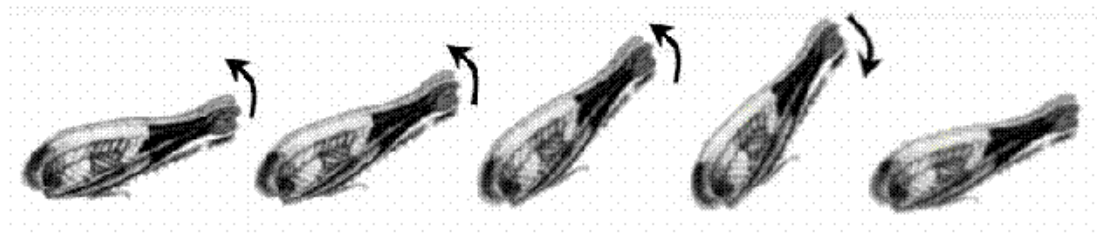


Figura 4.1.13.12. Movimiento realizado por las patas posteriores para emitir una sílaba.

Cuando una hembra rechaza a un macho realiza movimientos con las patas posteriores como subir y bajar una o ambas patas posteriores, extensión de las tibias posteriores (figura 4.1.13.13).



Figura 4.1.13.13. Una hembra rechaza a un macho con diversos movimientos de las patas posteriores.

La baja intensidad del sonido producido por estridulación es lo que hace que la emisión del canto siempre se produzca a corta distancia del individuo con el que el macho trata de copular.

No ha sido observado ningún cortejo sin que hubiera previamente un canto de cortejo, por lo que parece ser necesaria esta estimulación acústica para que la hembra ceda y copule con el macho. Debido a que los machos de esta especie no crepitan, el canto de cortejo puede ser un elemento imprescindible para la identificación del individuo como perteneciente a esta especie.

En esta especie, como en muchas otras, durante las experiencias realizadas en cautividad se ha observado cortejo entre machos (figura 4.1.13.14, Vídeos: *Ofuscocincta2.mpg*)

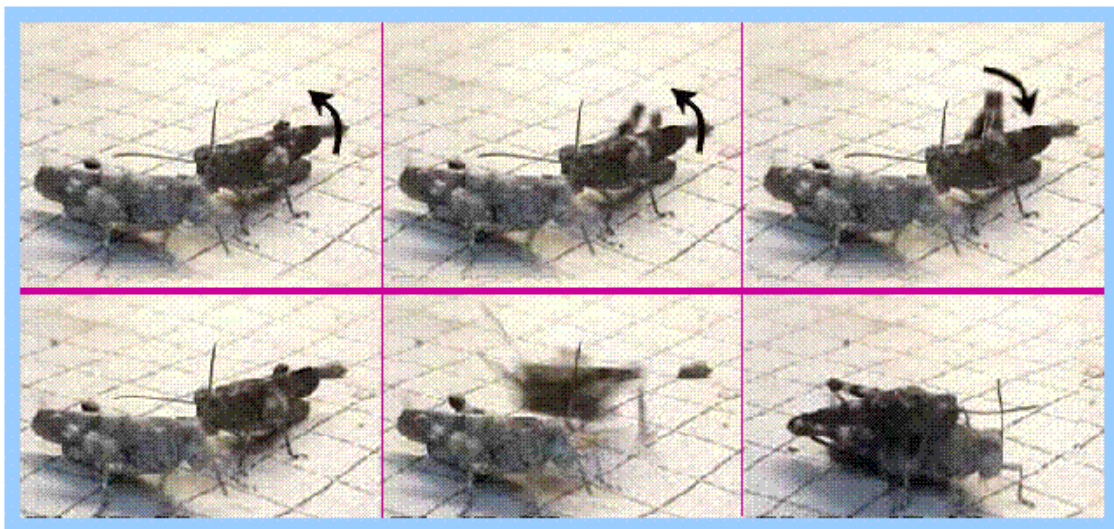


Figura 4.1.13.14. Un macho canta varias veces al lado de otro y salta encima.

4.1.14. *Oedipoda germanica* (Latreille, 1804)

Biología:

Esta especie se encuentra en el área pirenaica y en zonas adyacentes de la Península Ibérica. Su distribución altitudinal es muy amplia, se ha encontrado en cotas altas, entre los 1100 m y 1800 m de altitud y a nivel del mar.

Es una especie xerotermófila. Se puede encontrar tanto sobre sustrato desnudo, rocoso o no, como en prados subalpinos.

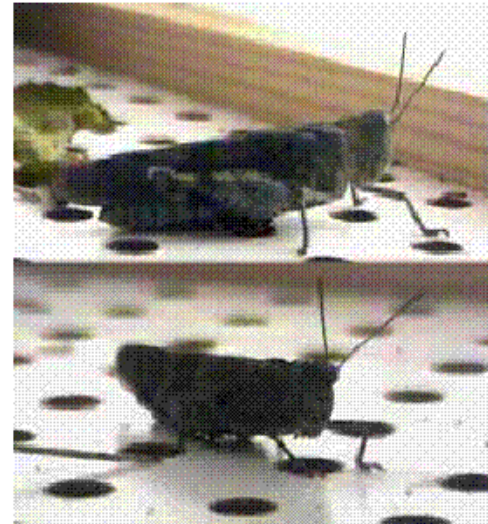


Figura 4.1.14.1. Macho (abajo) y hembra (arriba) de *O. germanica*

Ha sido capturada en estado adulto los meses de julio y agosto.

Producción de sonido:

Se ha registrado sonido producido mediante estridulación por los machos cuando trataban de copular con otro individuo. Se ha observado golpeteo del sustrato por las hembras, pero este sonido no ha podido ser registrado con la suficiente calidad para ser analizado, debido a que fue producido en el suelo de la jaula insonorizada de grabación.

Referencias: Faber (1928, 1953), Jacobs (1950).

Material utilizado:

Se ha estudiado la producción de sonido de 5 machos recolectados y grabados en las siguientes fechas y localidades:

- **Machos 1 y 2. Capturados:** Pont de Soberado. Valle de Arán. Lérida 2/08/2003. 1414m. **Grabados:** Zaragoza 4/08/2003.

- **Machos 3. Capturado:** Pont de Soberado. Valle de Arán. Lérida 2/08/2003. 1414m. **Grabado:** Zaragoza 10/08/2003.
- **Machos 4. Capturado:** Pont de Soberado. Valle de Arán. Lérida 2/08/2003. 1414m. **Grabado:** Zaragoza 13/08/2003.
- **Machos 5. Capturado:** Pont de Soberado. Valle de Arán. Lérida 2/08/2003. 1414m. **Grabado:** Zaragoza 14/08/2003.
- **Machos 6. Capturado:** Pont de Soberado. Valle de Arán. Lérida 20/08/2003. 1414m. **Grabado:** Zaragoza 27/08/2003.

Los registros analizados han sido:

Cinta 9/2003: ID 4.

Cinta 11/2003: ID 2.

Cinta 12/2003: ID 2.

Cinta 13/2003: ID 3.

Cinta 14/2003: ID 3.

La temperatura de grabación osciló entre los 34 - 38 ° C.

Los filtros de frecuencias utilizados y las medidas de frecuencia tomadas han sido:

- **Sonido producido por estridulación:** Se han analizado 25 cantos pertenecientes a los 6 machos; utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 2000 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada uno de los elementos del canto.

Sonido producido por estridulación: canto de cortejo

El canto de cortejo consiste en series de elementos que pueden ser sílabas simples, dobles y equemas (figura 4.1.14.2)

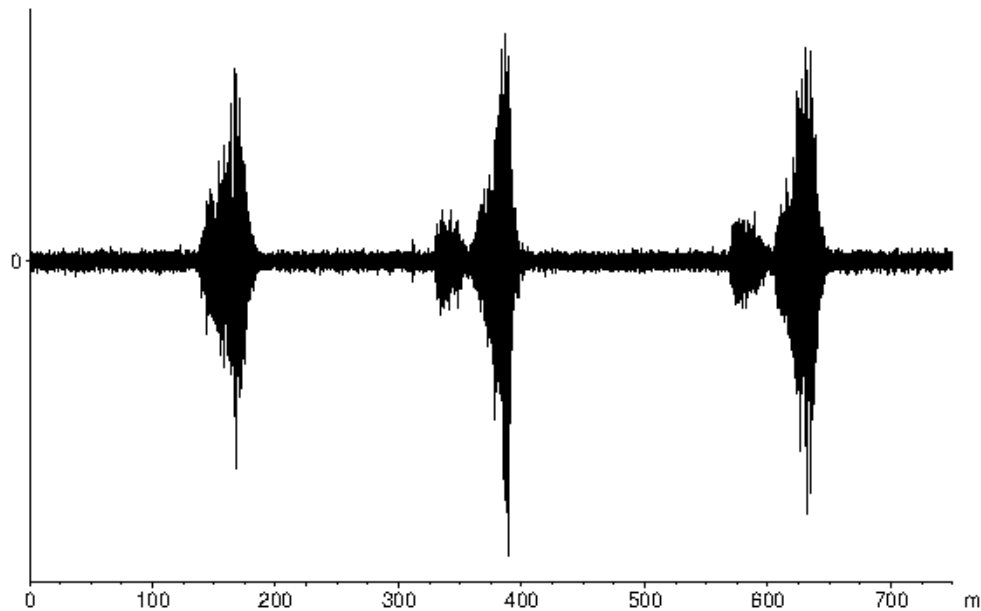


Figura 4.1.14.2. Canto formado por una sílaba simple y dos dobles (Cantos: Oger1.mp3).

La duración media del canto es de $0,595 \pm 0,227$ s, (tabla 1, apéndice XIV.I), y el número medio de elementos que lo forman es $3,583 \pm 1,8$ (tabla 2, apéndice XIV.I). Estos dos parámetros se encuentran muy estrechamente relacionados (figura 4.1.14.3) siendo el coeficiente de correlación de Pearson entre ellos 0,933

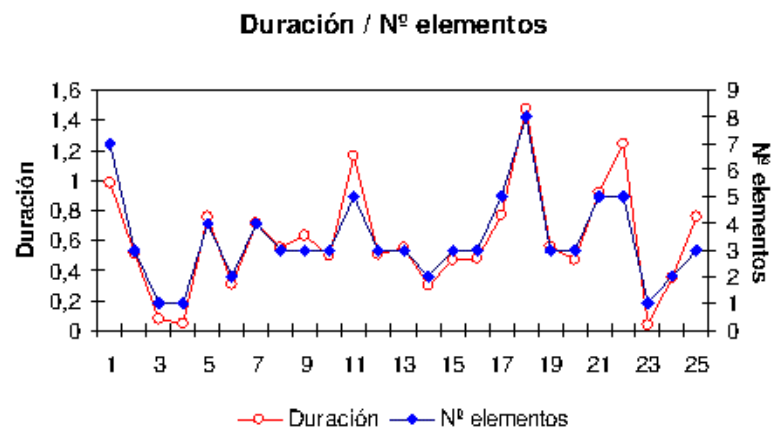


Figura 4.1.14.3. Relación entre la duración del canto y el número de elementos que lo forman.

De los elementos estudiados un 68,1% es una sílaba doble, un 33,721 % es una sílaba simple y solo un 1 % es un esquema.

Las sílabas simples presentan una duración media de $0,041 \pm 0,009$ s y la dobles de $0,081 \pm 0,028$ s (tablas 3 y 4, apéndice XIV.I; figura 4.1.14.4).

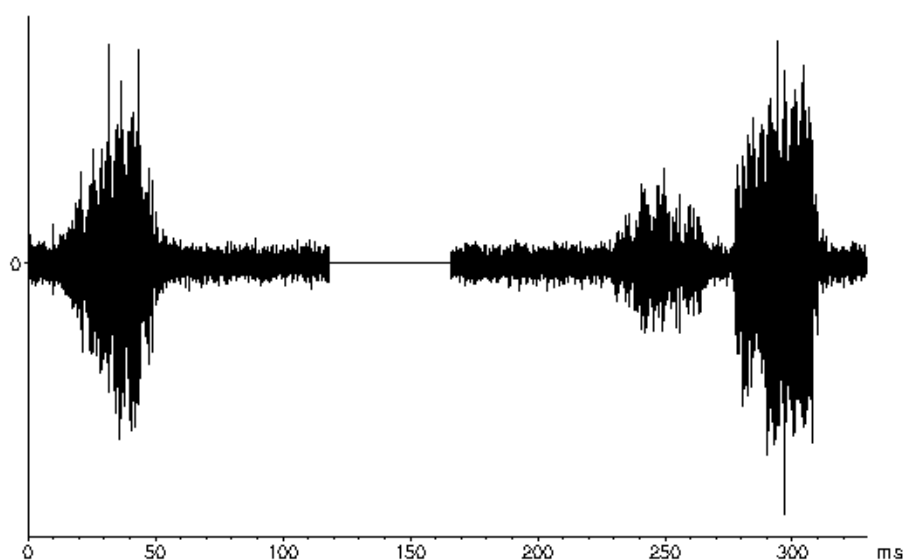


Figura 4.1.14.4. Sílabla simple y sílabla doble (Cantos: 0ger2.mp3)

El esquema encontrado se encuentra formado por 3 sílabas y presenta una duración de 0,049 s (figura 4.1.14.5)

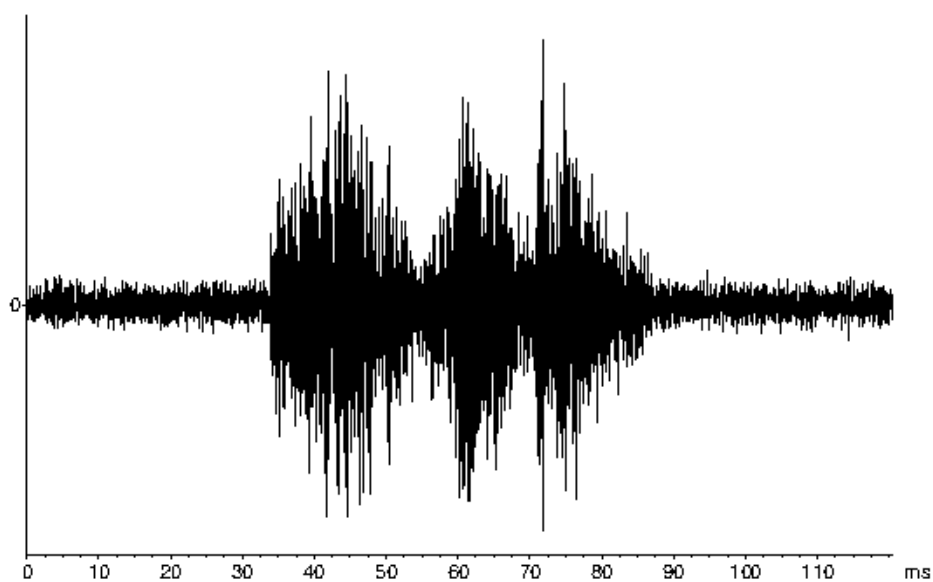


Figura 4.1.14.5. Esquema de un canto de cortejo (Oger3.mp3)

La duración media del silencio entre los elementos del canto es de $0,156 \pm 0,062$ s (tabla 5, apéndice XIV.I, figura 4.1.14.6)

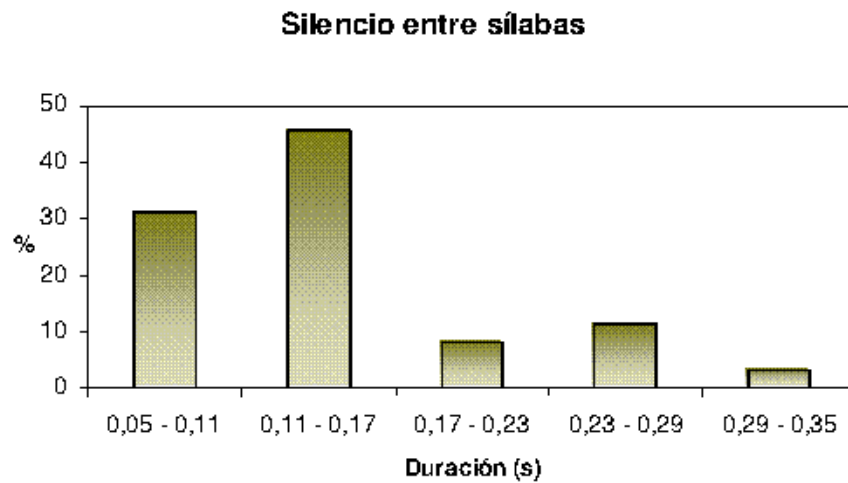


Figura 4.1.14.6. Duración del silencio entre los elementos del canto.

Todos los elementos que forman los cantos presentan características similares en cuanto a la frecuencia (figura 4.1.14.7).

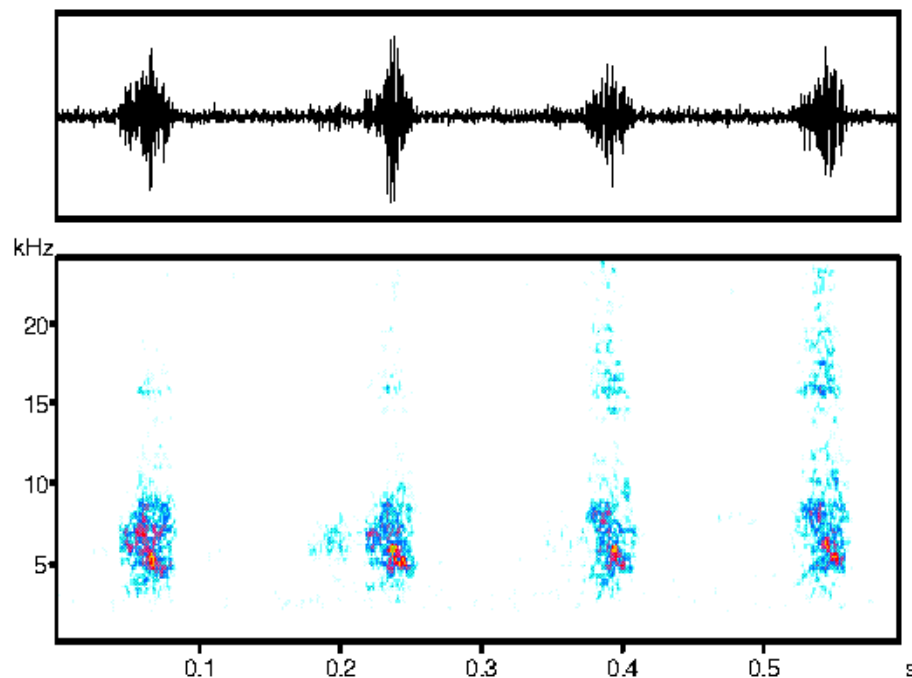


Figura 4.1.14.7. Sonograma de un canto de cortejo

La frecuencia inferior media del canto es de 3525 ± 549 Hz, la superior es de 19932 ± 1425 Hz, siendo la amplitud de banda del sonido de 16277 ± 1688 Hz (tablas 6, 7 y 8, apéndice XIV.I).

La frecuencia a la que aparece la máxima intensidad es muy variable; puede aparecer un único pico, dos o varios picos; de esta forma el pico de mayor intensidad presenta valores desde los 3840 Hz hasta los 8410 Hz (tabla 9 apéndice XIV.I, figuras 4.1.14.7, 4.1.14.8 y 4.1.14.9)

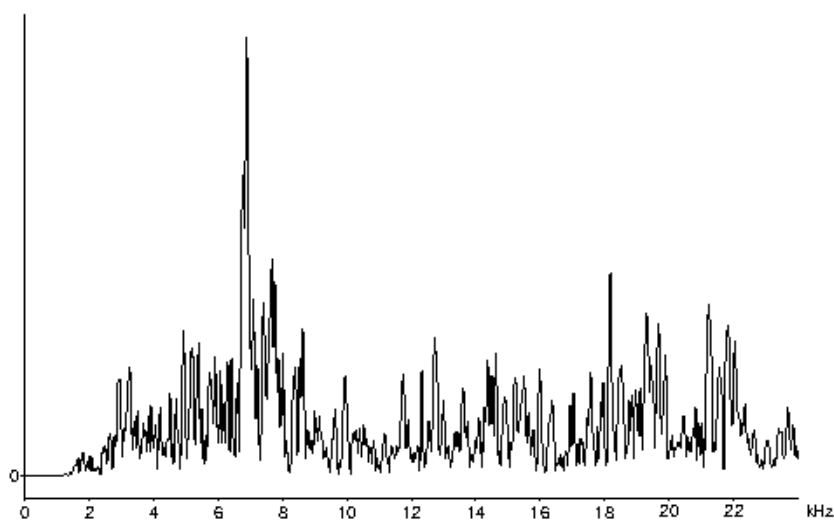


Figura 4.1.14.7. Aparece un único pico alrededor de los 7000 Hz.

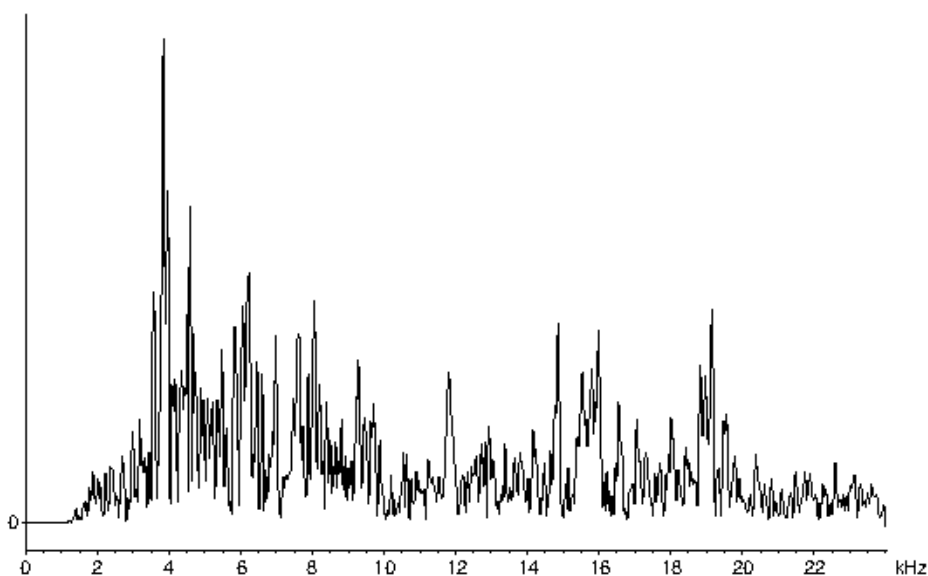


Figura 4.1.14.8. Aparece un único pico alrededor de los 4000 Hz.

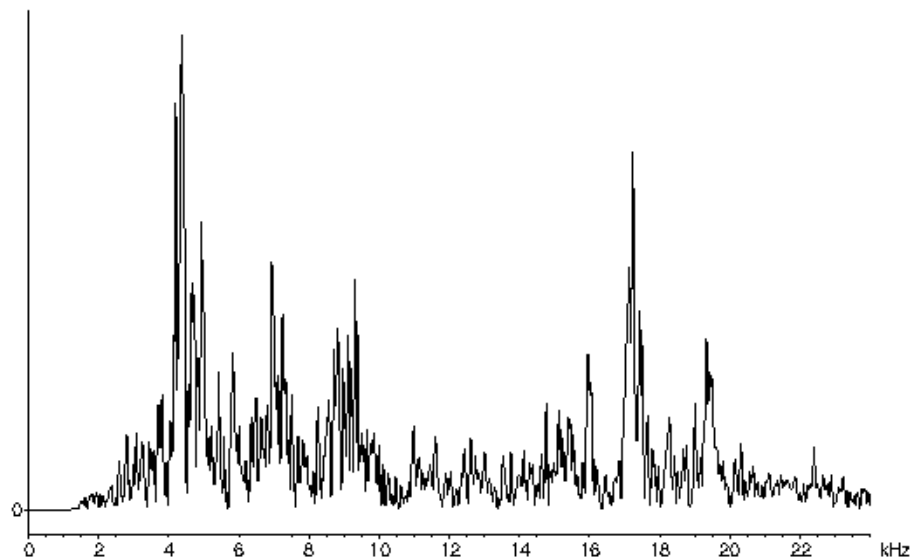


Figura 4.1.14.9. Aparecen varios picos de frecuencia.

La distribución de la energía es: cuartil inferior medio 6128 ± 467 Hz, cuartil medio 8726 ± 1635 Hz y cuartil superior 15378 ± 1859 Hz (tablas 10, 11 y 12, apéndice XIV.I).

Comportamiento:

Las hembras de esta especie, cuando son molestadas, golpean el sustrato con los tarsos de las patas posteriores de modo sincrónico (figura 4.1.14.10, Vídeos: Ogermanical.mpg, el sonido producido por el golpeteo se oye porque no fue registrado).

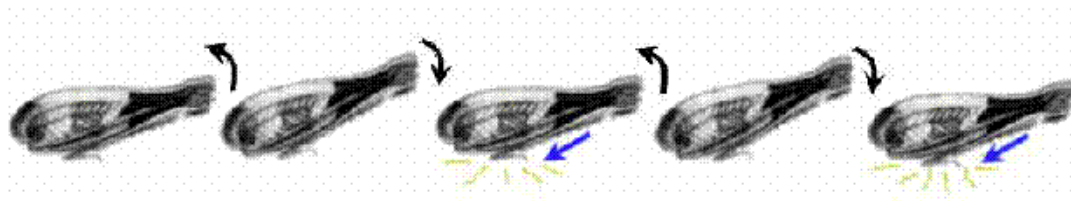


Figura 4.1.14.10. Movimiento realizado por las patas posteriores al golpear el sustrato.

Además, como expresión de molestia realizan otros movimientos como subir y bajar uno o ambos fémures posteriores, extensión de la tibia...

Los machos, cuando tratan de copular con una hembra, emiten el canto de cortejo una o varias veces, dependiendo de la respuesta de la hembra, antes de

intentar saltar o subirse encima de ella (Vídeos: Ogermanica2.mpg y Ogermanica3.mpg).

Para emitir el canto de cortejo estridulan subiendo y bajando ambas patas posteriores al mismo tiempo (figura 4.1.14.11 y 4.1.14.12)

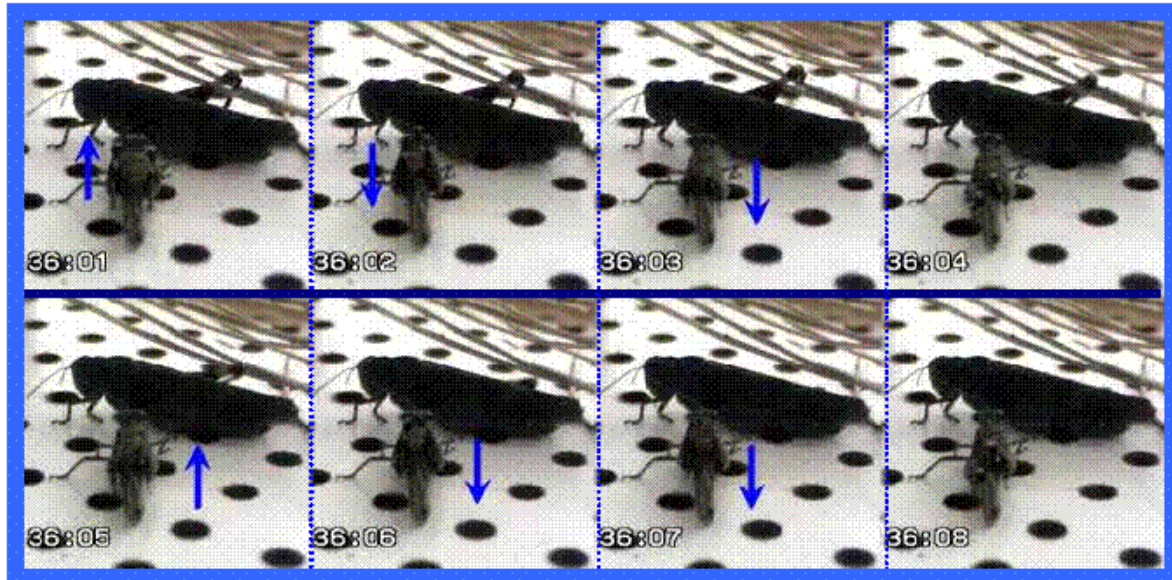


Figura 4.1.14.11. Un macho canta al lado de una hembra.

Cada movimiento de subida y bajada de las patas posteriores produce una sílaba (figura 4.1.14.12)

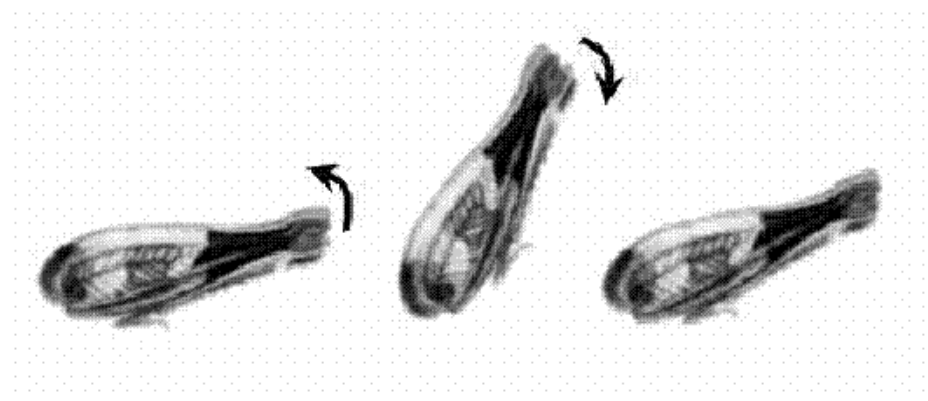


Figura 4.1.14.12. Movimiento realizado para emitir una sílaba del canto de estridulación.

Las sílabas dobles las emiten cuando al subir las patas posteriores también hay producción de sonido y no sólo al bajarlas, como cuando producen una sílaba simple.

Como en otras especies de Oedipodinos, se han observado intentos de cópula entre individuos macho.

Los individuos de esta especie presentan las alas de color rojo intenso, que contrasta con el color gris oscuro de su cuerpo; este carácter se pone de manifiesto cuando se desplazan mediante largos saltos, en los que utilizan las alas para impulsarse. Esto permite suponer que facilita la localización de los individuos y permite una primera aproximación entre ellos.

El canto de cortejo siempre ha sido observado durante los intentos de cópula por lo que la hembra parece necesitar de esta estimulación acústica para permitir la cópula.

4.1.15. *Paracrinema tricolor bisignata* (Charpentier, 1852)

Biología:

Esta especie habita toda la Península Ibérica.

Es higrófila, propia de lugares húmedos y vegetación de ribera (*Scirpus holoschoenus*, *Paspallum distichum*...). Se puede encontrar en prados verdes, charcas, lagunas, arroyos y márgenes de los ríos.



Figura 4.1.15.1. Dos machos de *P. tricolor bisignata*.

No aparece en estado adulto hasta mediados de julio, extendiéndose su ciclo vital hasta finales de octubre.

Producción de sonido:

Los machos de esta especie realizan sonido mediante percusión, como canto de interacción, y mediante estridulación, como canto de cortejo.

Referencias:

Material utilizado:

Los sonidos registrados y analizados pertenecen a 7 machos, capturados y grabados en las siguientes localidades:

1. **Machos 1 y 2: Capturados:** Bardenas Reales. Navarra. 17/07/2001. **Grabados:** Navarra 18 y 20/07/2001. Murcia: Campus de Espinardo 23/07/2001.
2. **Macho 3: Capturado:** Campo. (Huesca). 4/08/2002 **Grabado:** Zaragoza. 22 y 27/08/2002.
3. **Machos 4, 5, 6 y 7: Capturados:** Sobradriel (Zaragoza) 8/08/2002. **Grabados:** Zaragoza 22 y 27/08/2002.

Los registros de los cantos analizados son los siguientes:

4. Cinta 2v/2001 ID 9.
5. Cinta 3v/2001 ID2, ID5
6. Cinta 12/2001. ID 3.

La temperatura de grabación se mantuvo entre 30-35 ° C.

Las medidas de frecuencia y los filtros utilizados han sido:

- **Sonido producido por percusión:** Se ha analizado un total de 32 esquemas pertenecientes a los machos 1, 2, 4, 5, 6 y 7. En los registros se ha utilizado un filtro de paso de altas frecuencias a 2000 Hz, excepto para los registros pertenecientes a los machos 1 y 2, llevados a cabo en 2001, que se realizaron durante un viaje, en una jaula de transporte, y el golpeteo de los tarsos contra el plástico alteraba la banda de frecuencia, por lo que se tuvo que utilizar un filtro a 4000 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada esquema.

- **Sonido producido por estridulación:** Se han analizado 2 cantos pertenecientes a los machos 3 y 7 utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 2000 Hz. Se han tomado 2 medidas por cada parte de las sílabas dobles.

Sonido producido por percusión: canto de interacción

El canto de interacción consiste en esquemas formados por un número variable de sílabas (figura 4.1.15.2).

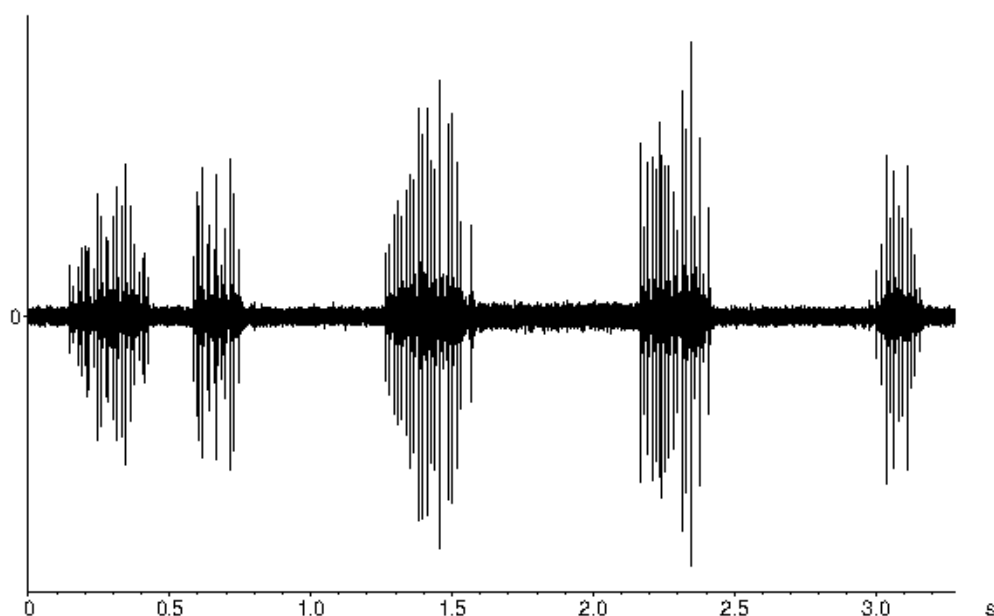


Figura 4.1.15.2. Canto formado por varios esquemas (Cantos: Ptbisignata1.mp3).

El número de equemas y la distancia en tiempo entre ellos dependen de cómo se produce la interacción entre los individuos.

Los equemas se encuentran formados por sílabas de distinta intensidad, su duración media es $0,184 \pm 0,044$ s (tabla 1, apéndice XV.I; figura 4.1.15.3)

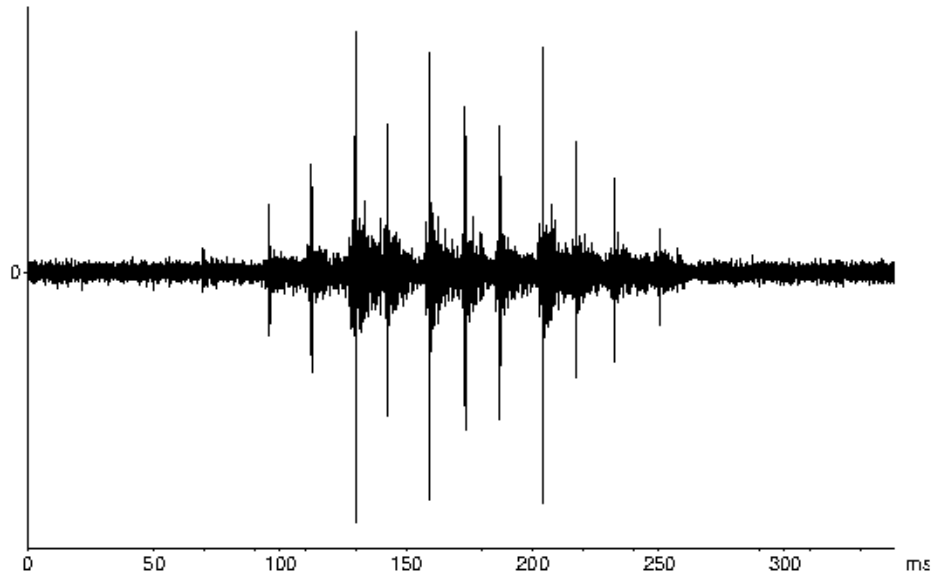


Figura 4.1.15.3. Equema del canto de interacción (Ptbisignata2.mp3).

El número de sílabas que lo forman oscila entre 4 y 20, el valor medio es de $12,333 \pm 2,733$ sílabas por equema (tabla 2, apéndice XV.I). Estos parámetros, duración y número de sílabas del equema, se encuentran muy relacionados entre sí (figura 4.1.15.4); el coeficiente de Correlación de Pearson entre ambos es de 0,941.

Duración / N° de sílabas

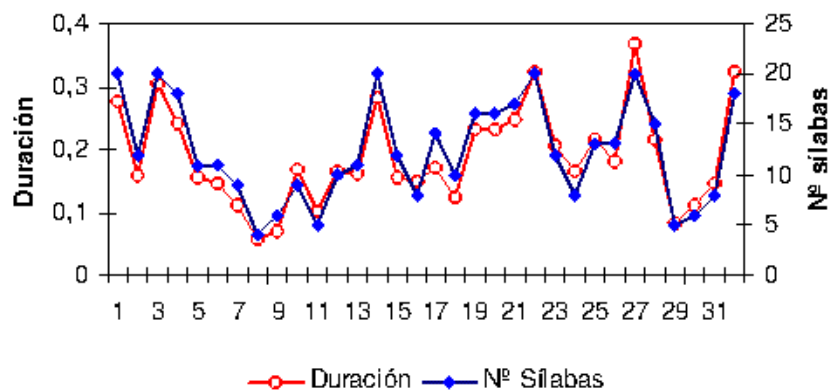


Figura 4.1.15.4. Relación entre la duración y el número de sílabas del equema.

La duración del intervalo entre sílabas presenta un valor medio de $0,016 \pm 0,001$ (tabla 3, apéndice XV.I); aunque este parámetro varía, hay un gran porcentaje que presenta un valor cercano al valor medio (figura 4.1.15.5).

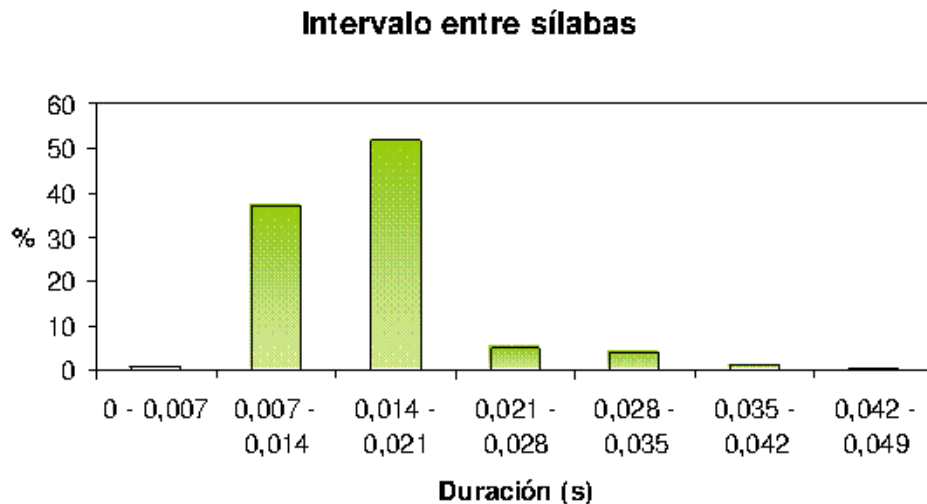


Figura 4.1.15.5. Duración del intervalo entre sílabas en los esquemas analizados.

La tasa de producción de sílabas media es de $67,97 \pm 8,81$ sílabas por segundo (tabla 4, apéndice XV.I).

Las sílabas que forman los esquemas presentan unas características similares en cuanto a la banda de frecuencia (figura 4.1.15.6):

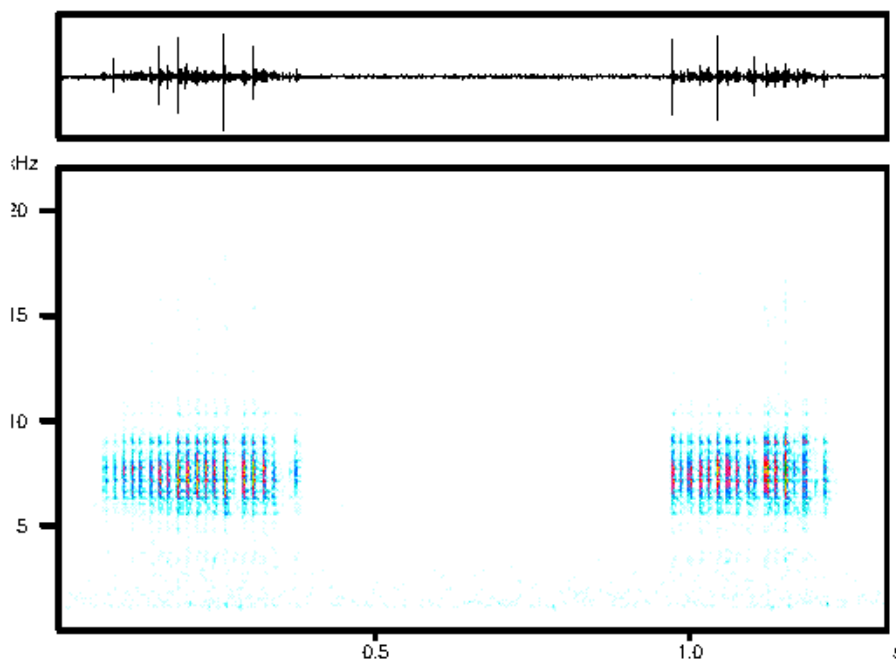


Figura 4.1.15.6. Sonograma del canto de interacción

La frecuencia inferior media del sonido es de 5159 ± 525 Hz (tabla 4, apéndice XV.I), la superior es de 9268 ± 487 Hz, (tabla 5, apéndice XV.I) y la amplitud de banda media es de 4045 ± 365 Hz., (tabla 6, apéndice XV.I).

En esta banda de frecuencias aparece un único pico (figura 4.1.15.7), que presenta un valor medio de 7036 ± 618 Hz., (tabla 7, apéndice XV.I).

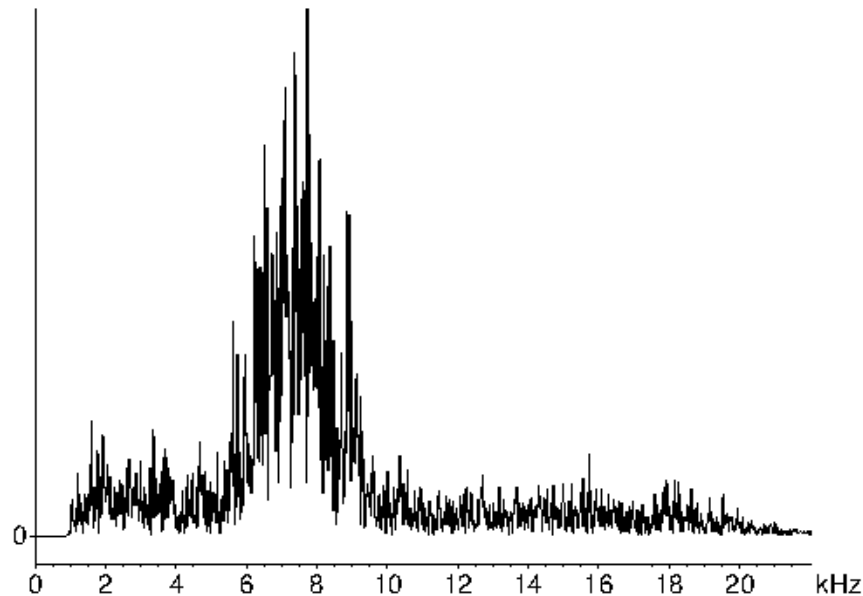


Figura 4.1.15.7. Espectrograma del sonido producido por vibración de los fémures posteriores.

La distribución de la energía de la señal dada por los cuartiles es la siguiente: cuartil inferior medio 6414 ± 298 , cuartil medio: 7871 ± 360 Hz y cuartil superior 11277 ± 2054 Hz (tablas 8, 9 y 10, apéndice XV.I).

Sonido producido por estridulación: canto de cortejo

De los dos cantos estudiados uno consiste en un esquema de 5 sílabas dobles (figura 4.1.15.8) y presenta una duración de 0,59 s.

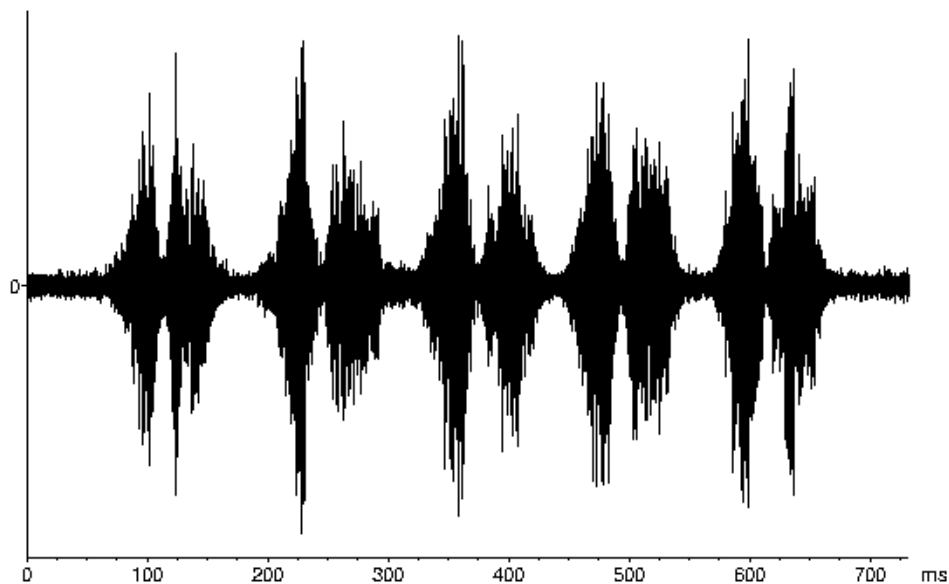


Figura 4.1.15.8. Oscilograma del canto formado por 5 sílabas dobles (Cantos: Ptbisignata3.mp3).

El otro canto se encuentra formado por un equema, en el que las sílabas dobles se van definiendo a lo largo del tiempo, así a partir de la segunda sílaba ya se empieza a observar que las sílabas son dobles (figura 4.1.15.9), presenta una duración de 1,392 s.

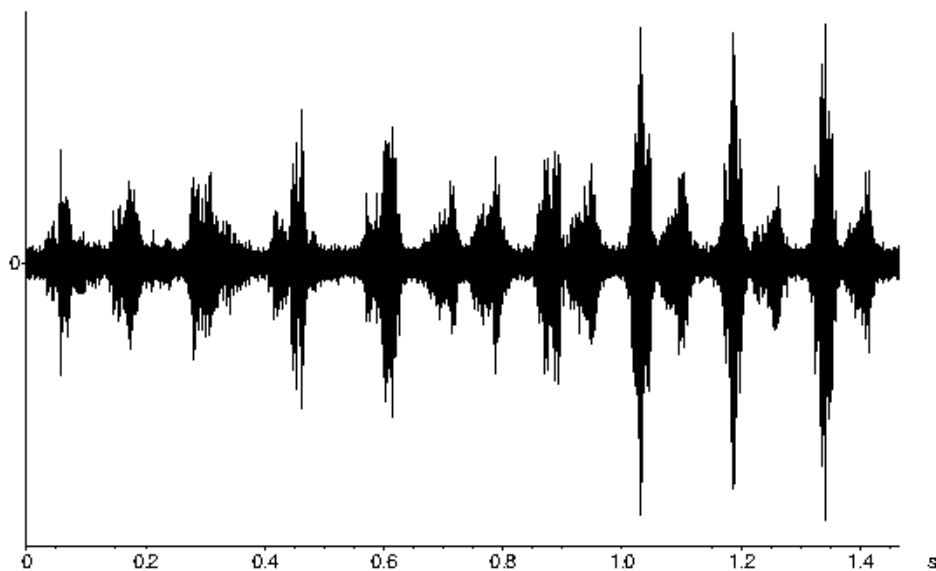


Figura 4.1.15.9. Oscilograma del canto producido por el macho 3 (Cantos: Ptbisignata4.mp3).

Al iniciar la estridulación el individuo realiza movimientos de menor amplitud o incompletos produciendo una serie de 6 sílabas, éstas presentan unas características temporales diferentes entre sí, siendo cada una de ellas más parecida a las sílabas dobles que finalizan el canto (figura 4.1.15.10). Son sílabas

incompletas que no se han tenido en cuenta para establecer las características temporales de las sílabas del canto.

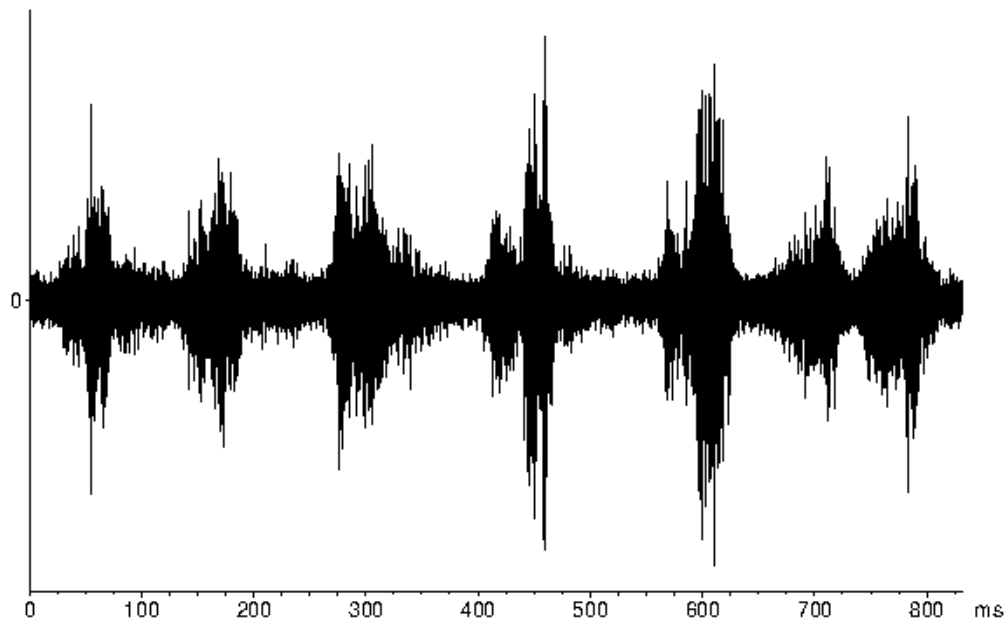


Figura 4.1.15.10. Seis sílabas iniciales del canto.

Las sílabas dobles, de ambos cantos, (en el segundo canto se han medido las cinco últimas que están bien definidas), presentan una duración media de $0,103 \pm 0,014$ s (tabla 1, apéndice XV.II), siendo la primera parte de inferior duración, $0,045 \pm 0,004$ s (tabla 2, apéndice XV.II), que la segunda parte, $0,053 \pm 0,008$ s (tabla 3, apéndice XV.II).

La duración media del silencio entre sílabas de los dos cantos es de $0,04 \pm 0,011$ s, (tabla 4, apéndice XV.II).

Respecto a la banda de frecuencias de los cantos, en las sílabas es distinta en la primera parte de la sílaba respecto a la segunda y, además, tanto en la primera parte de la sílaba como en la segunda, el pico de frecuencia varía con el tiempo; hay modulación de la frecuencia (figura 4.1.15.11).

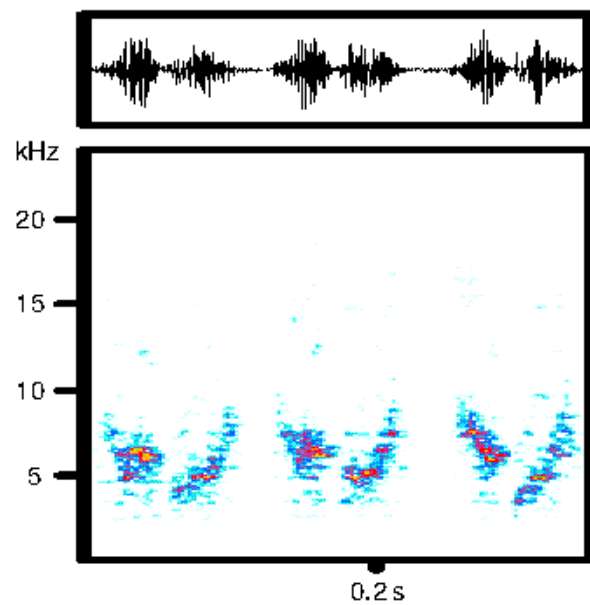


Figura 4.1.15.11. Sonograma de tres sílabas dobles.

Por ello, se ha llevado a cabo el estudio por separado de las dos partes de las sílabas dobles y se han tomado dos medidas de frecuencia para cada parte, al inicio y al fin.

En cuanto a las sílabas incompletas del inicio de uno de los cantos, con las características de la frecuencia ocurre igual que con las características temporales, según avanzamos en el tiempo cada sílaba presenta una banda de frecuencia más parecida a de las sílabas dobles (figura 4.1.15.12), por ello no se han tenido en cuenta para hacer el estudio.

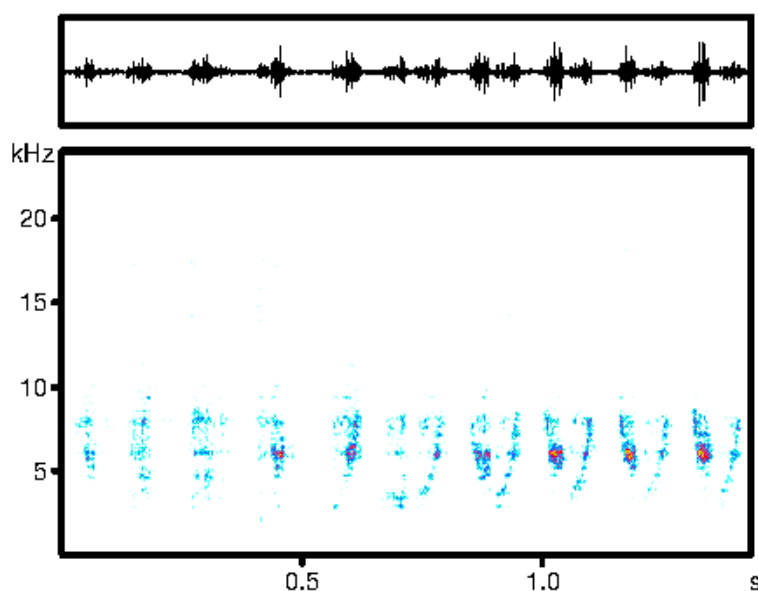


Figura 4.1.15.12. Sonograma del canto de cortejo.

En la primera parte de las sílabas dobles, en la primera medida aparece un pico de frecuencia con un valor medio de 7450 ± 198 Hz (figura 4.1.15.13; tabla 5, apéndice XV.II).

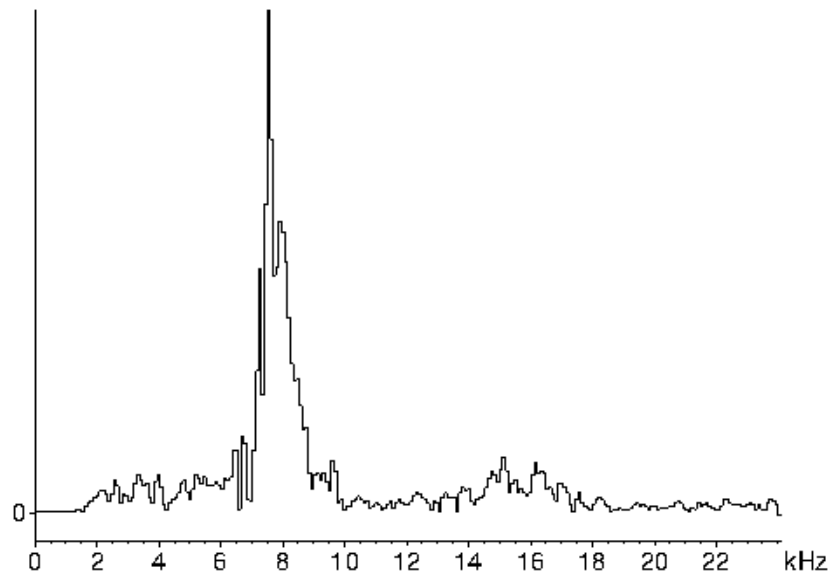


Figura 4.1.15.13. Espectrograma de la primera medida de la primera parte de la sílaba.

En la segunda medida el pico de frecuencia presenta un valor medio de 6020 ± 99 Hz (figura 4.1.15.14; tabla 6, apéndice XV.II).

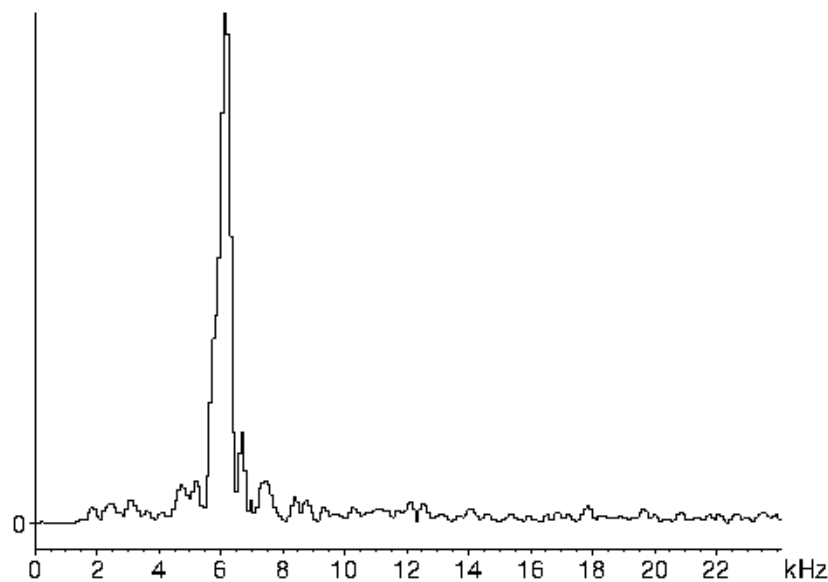


Figura 4.1.15.14. Espectrograma de la segunda medida de la primera parte de la sílaba.

Los valores del pico de frecuencia encontrados en ambas medidas aparecen representados en la figura 4.1.15.15. La diferencia media entre las dos es de 1430 ± 297 Hz, y oscila entre 0 Hz y 1690 Hz (tabla 7, apéndice XV.II).

Primera parte de la sílaba: medidas 1 y 2

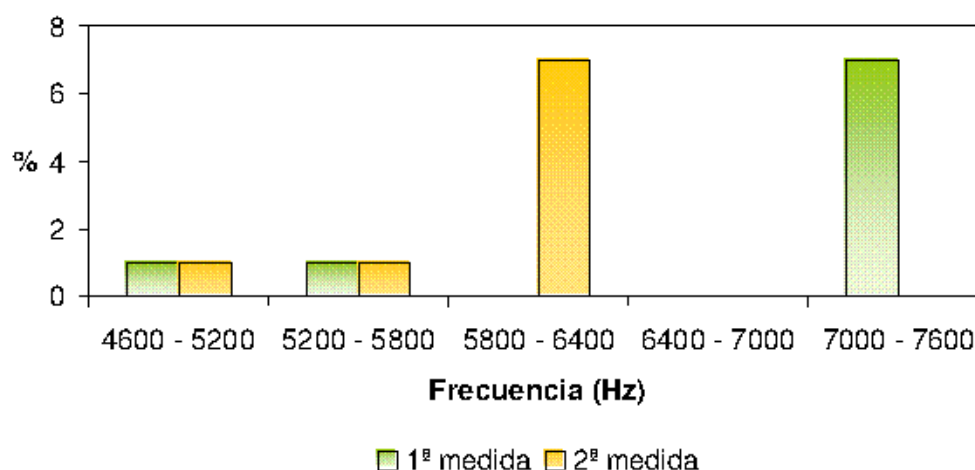


Figura 4.1.15.15. Medidas 1 y 2 del pico de frecuencia de la primera parte de la sílaba.

Para obtener el resto de parámetros se han utilizado los obtenidos en ambas medidas sin distinción.

La frecuencia media inferior de la primera parte de las sílabas es de 5198 ± 202 Hz (tabla 8, apéndice XV.II), la superior es de 7568 ± 555 Hz (tabla 9, apéndice XV.II), la amplitud de banda del canto es de 2225 ± 962 Hz (tabla 10, apéndice XV.II).

La energía es la siguiente: cuartil inferior medio 5970 ± 431 Hz, cuartil medio 6630 ± 495 Hz, y cuartil superior 9653 ± 336 Hz (tablas 11, 12 y 13, apéndice XV.II)

Respecto a la segunda parte de la sílaba, en la primera medida el pico de frecuencia presenta un valor medio de 4298 ± 682 Hz (figura 4.1.15.16; tabla 14, apéndice XV.II).

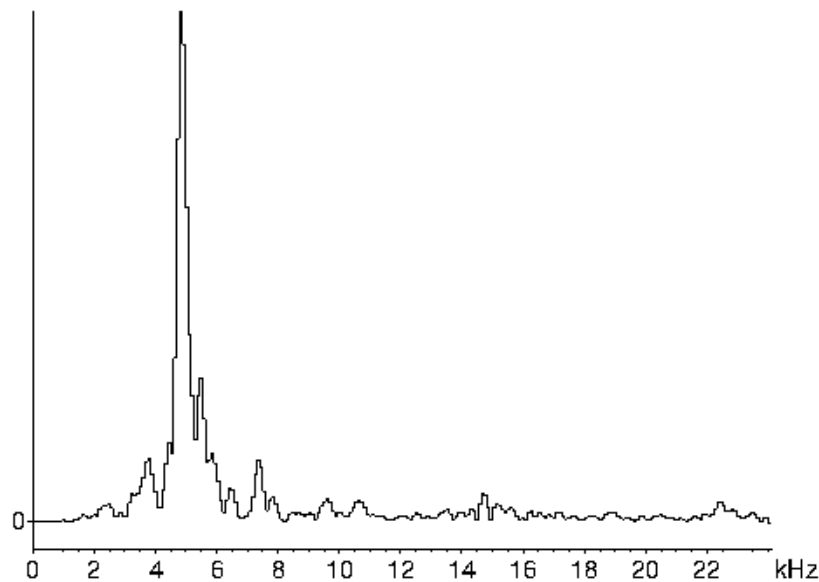


Figura 4.1.15.16. Espectrograma de la primera medida de la segunda parte de la sílaba.

También se ha observado que en la primera medida tomada de la segunda parte de la sílaba puede aparecer un segundo e incluso un tercer pico de frecuencia (figura 4.1.15.17).

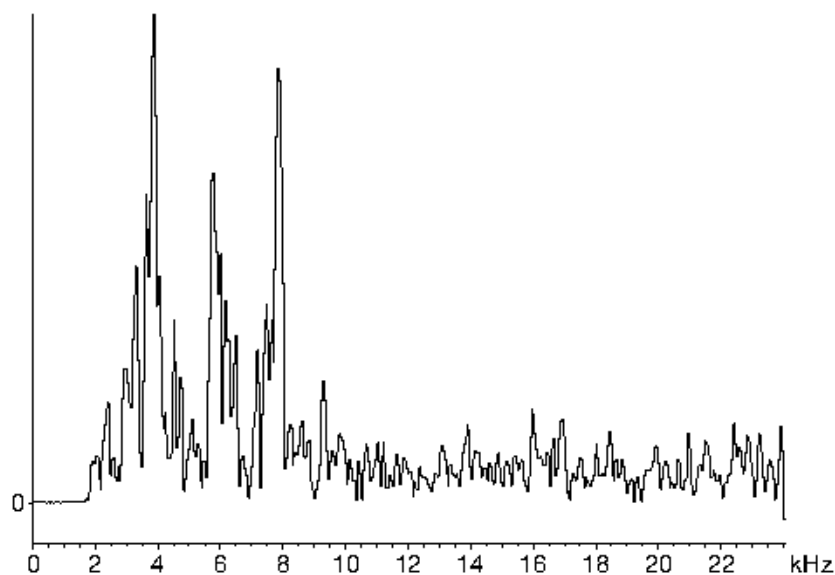


Figura 4.1.15.18. Espectrograma de la primera medida de la segunda parte de la sílaba.

De todas las medidas un 22 % presenta un único pico principal, en un 11% de los casos aparece un segundo pico, de menor intensidad, que presenta una frecuencia media 7710 ± 297 Hz (tabla 15, apéndice XV.II), y en un 67 % de los casos presenta un tercer pico, de menor intensidad que el segundo y menor

frecuencia, con una frecuencia medida de 5810 ± 134 Hz (tabla 16, apéndice XV.II).

El valor del pico de frecuencia medio obtenido en la segunda medida es de 7565 ± 233 Hz (figura 4.1.15.19; tabla 17, apéndice XV.II).

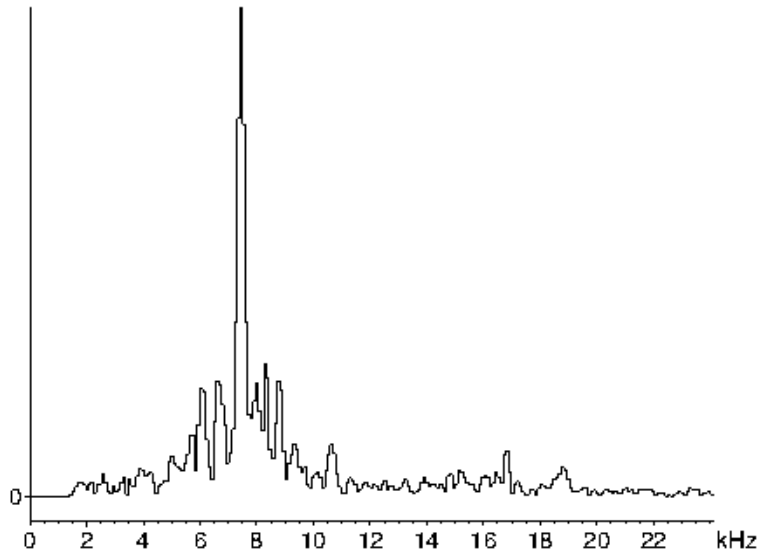


Figura 4.1.15.19. Espectrograma de la segunda medida de la segunda parte de la sílaba.

Los valores del pico de frecuencia encontrados en las medidas tomadas aparecen reflejados en la figura 4.1.15.20, la diferencia entre los picos oscila entre 90 Hz y 4120 Hz, siendo el valor medio de 3268 ± 916 Hz (tabla 18, apéndice XV.II).

Segunda parte de la sílaba: medidas 1 y 2

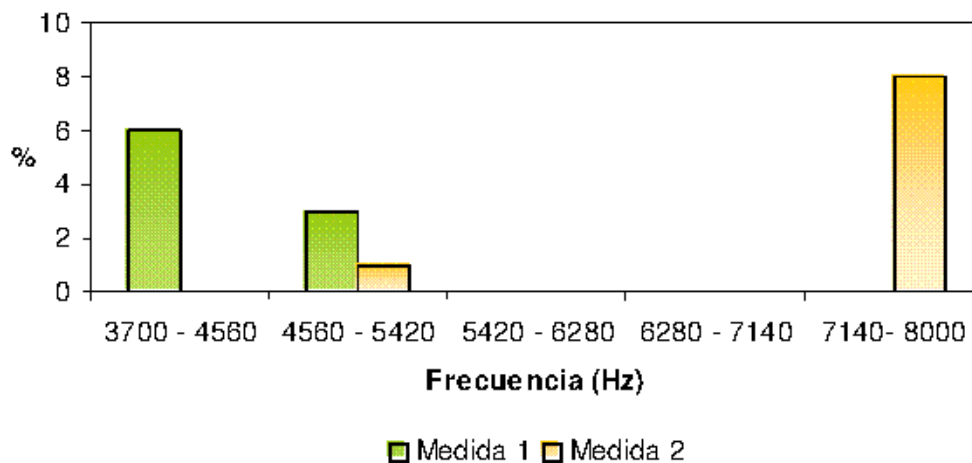


Figura 4.1.15.20. Medidas 1 y 2 del pico de frecuencia de la segunda parte de la sílaba.

Como en el caso anterior, para calcular el resto de parámetros se han tenido en cuenta todas las medidas.

La frecuencia inferior media 4568 ± 32 Hz (tabla 19, apéndice XV.II), la frecuencia superior 8083 ± 237 Hz (tabla 20, apéndice XV.II) y la amplitud media de banda es de 3548 ± 350 Hz (tabla 21, apéndice XV.II).

La distribución de la energía de la señal es: cuartil inferior medio 5173 ± 364 Hz, cuartil medio 6838 ± 1191 Hz y cuartil superior 11760 ± 1591 Hz (tablas 22, 23 y 24, apéndice XV.II).

Comportamiento

Cuando dos individuos interactúan, el movimiento más frecuente que realizan, es elevar las patas posteriores extendiendo las tibias (figura 4.1.15.21 y 4.1.15.22, Vídeos: *Ptricolorbisignata1.mpg*).

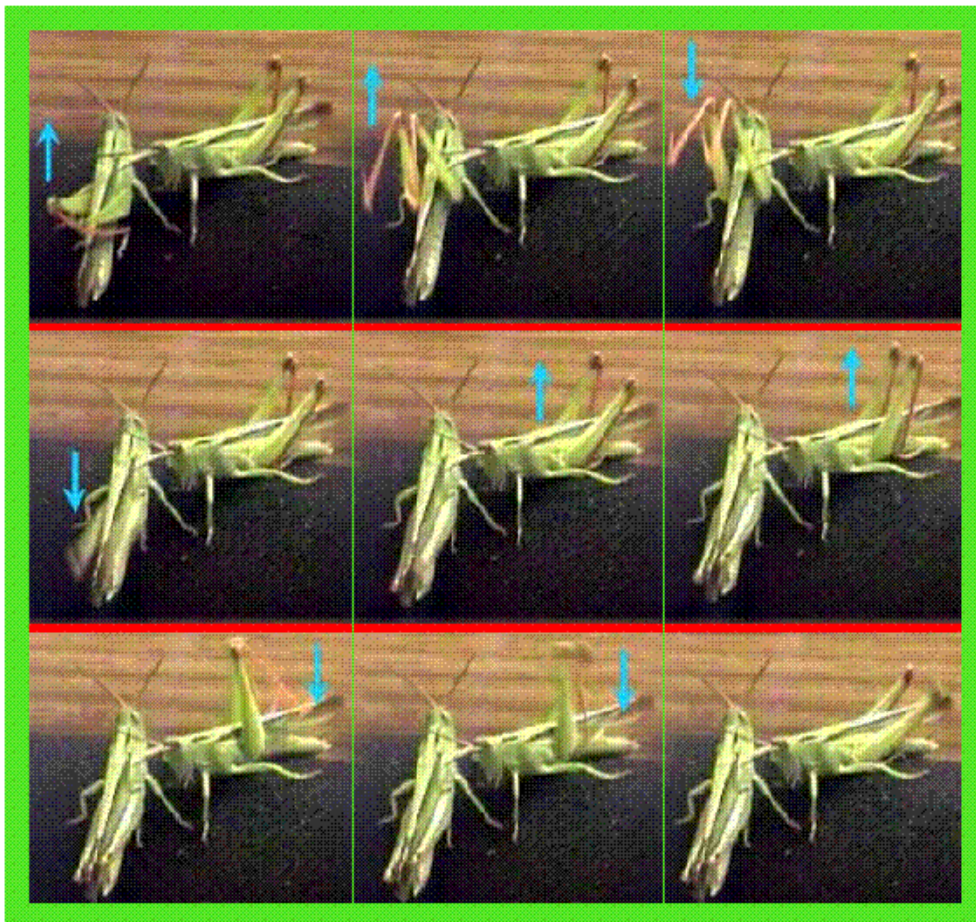


Figura 4.1.15.21. Dos machos interactúan elevando y bajando las patas posteriores.

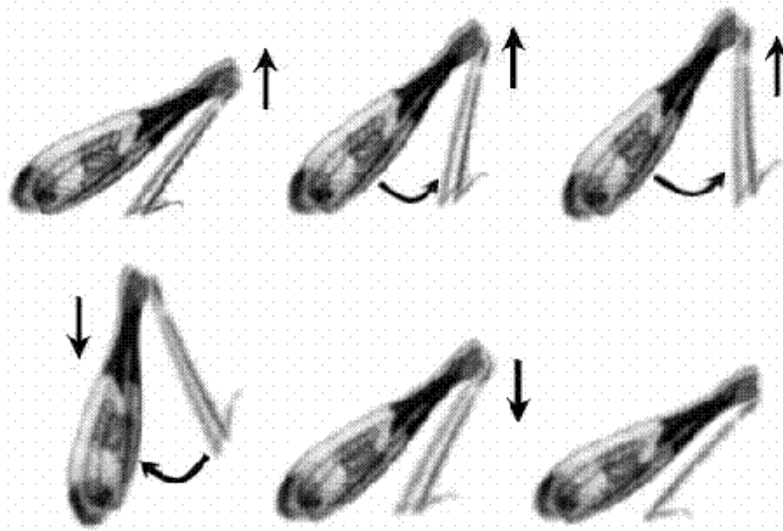


Figura 4.1.15.22. Movimiento realizado con las patas posteriores.

Este movimiento es muy conspicuo puesto que las tibias de los individuos de esta especie son de un color rojo intenso y quedan muy patentes durante su extensión. Aunque es menos frecuente, el movimiento puede ser realizado moviendo las patas posteriores de forma alternativa.

Si mientras ambos individuos realizan este movimiento uno no se aleja o, incluso, se aproxima más, es cuando realizan el canto de interacción. Separan ligeramente las patas posteriores del cuerpo y golpean de forma rápida el sustrato con los tarsos de las patas traseras de forma alternativa (figura 4.1.15.23, Vídeos: Ptricolorbisignata1.mpg).

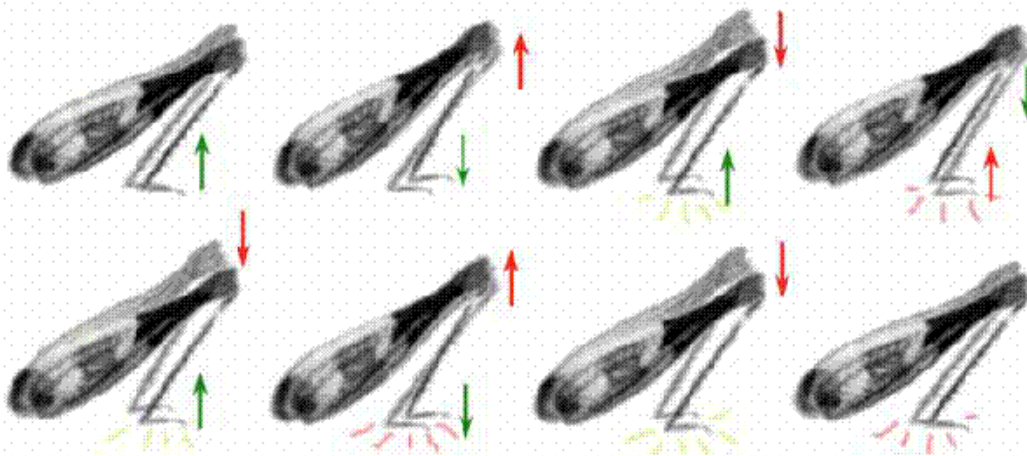


Figura 4.1.15.23. Movimiento realizado con las patas posteriores durante el canto de interacción.

Se han observado 5 intentos de cópula en los que el macho no emitía ningún tipo de canto antes de subir encima de la hembra, y 2 ocasiones en las que el macho copuló con la hembra sin haber emitido canto de cortejo lo que indica que, aunque los machos pueden realizar el canto de cortejo para tratar de copular, no es necesaria esta estimulación acústica para que las hembras permitan la cópula.

En las imágenes registradas durante la grabación de los cantos de cortejo no se podía observar el movimiento de patas posteriores realizado por el macho para emitir el canto, porque la hembra le tapaba.

Al no emitir ningún tipo de crepitación, la localización de los individuos debe producirse por los movimientos conspicuos de interacción que realizan con las patas posteriores, en los que destaca la tibia de color rojo intenso que contrasta tanto con el cuerpo como con la vegetación verde de las zonas húmedas en las que habita.

4.1.16. *Parapleurus alliaceus* (Germar, 1817)

Biología

En la Península Ibérica esta especie sólo se distribuye por las regiones pirenaicas y atlánticas del tercio norte: Galicia, Asturias, Aragón y Cataluña.

Es hidrófila, está ligada a biotopos muy húmedos de la media y alta montaña.

Aparece en todo tipo de vegetación hidrófila, generalmente de porte alto: prados y herbazales anegados, cañizales de alta montaña...

Se puede encontrar en estado adulto durante los meses de julio y agosto.

Producción de sonido

Tanto los machos como las hembras de esta especie realizan sonido por percusión como canto de interacción, y, además, los machos de esta especie realizan producción de sonido mediante estridulación cuando cortejan a una hembra y ante la proximidad de otro individuo. Tanto machos como hembras, pueden dar una patada con la tibia emitiendo un breve clic.

Referencias: Yersin (1854), Faber (1936, 1953), Jacobs (1950).

Material utilizado

Los individuos de los que se ha registrado sonido han sido capturados y grabados en las siguientes localidades:

1. **Machos 1 y 2: Capturados:** Castelbó (Lérida), 831 m. 5/07/2003. **Grabados:** Zaragoza. 18, 19 y 21/07/03.



Figura 4.1.16.1. Machos de *P. alliaceus*

2. **Machos 3 y 4: Capturados:** Es Bórdes. Valle de Arán. Lérida. 823 m. 3/08/03. **Grabados:** Zaragoza. 6 y 11/08/2003.
3. **Macho 5: Capturados:** Audí. Lérida. 879 m. 20/08/03. **Grabados:** Zaragoza. 8/09/2003.

Los registros de los cantos analizados son los siguientes:

4. Cinta 5/2003 ID3.
5. Cinta 6/2003 ID0, ID3.
6. Cinta 8/2003 ID3
7. Cinta 10/2003 ID 2
8. Cinta 11/2003 ID 3
9. Cinta 14/2003 ID 4.

La temperatura de grabación se mantuvo entre 30-35 °C.

- **Sonido producido por estridulación:** Se han analizado 17 cantos pertenecientes a los 5 machos utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 2000 Hz. Se ha tomado 1 medida de frecuencia por cada canto.

Sonido producido por percusión: Canto de interacción

Los individuos de esta especie se encontraban la mayor parte del tiempo de estudio sobre el tul que separa las dos partes de la jaula de grabación. Por ello, al producir el sonido mediante percusión contra el tul éste no tenía la suficiente intensidad como para ser registrado por el micrófono.

Además, el material que insonoriza la jaula provoca que los sonidos producidos por percusión contra el sustrato tengan una baja propagación y sólo son registrados los que son producidos a muy poca distancia del micrófono o con una alta intensidad.

Por ello, los sonidos de interacción producidos por los individuos de esta especie o no han sido registrados o no presentaban suficientemente alta la relación señal/ruido como para ser analizados.

Sonido producido por estridulación: Canto de cortejo

El canto producido por estridulación consiste en esquemas formados por un número variable de sílabas. Las sílabas son dobles, la primera parte de las sílabas es de mayor intensidad que la segunda parte. (figuras 4.1.16.2 y 4.1.16.3).

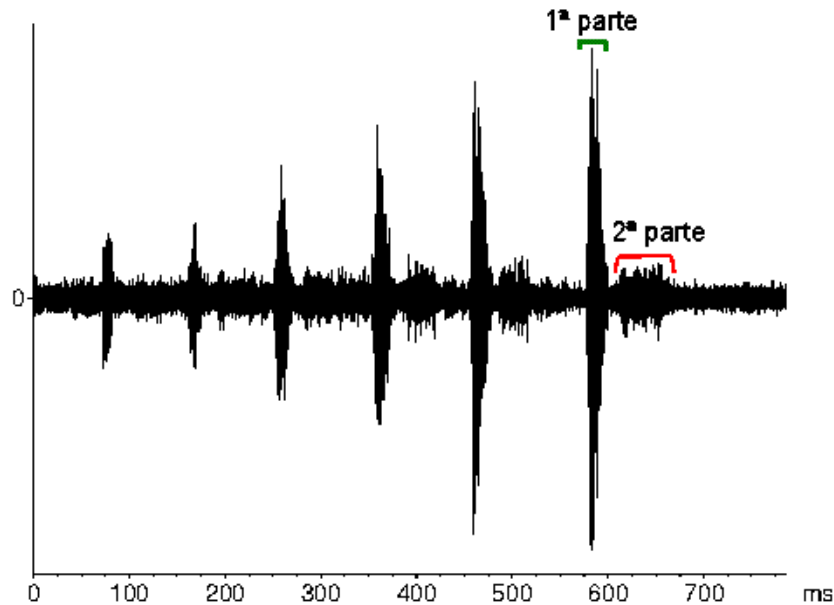


Figura 4.1.16.2. Canto producido por estridulación (Cantos: Pallia1.mp3).

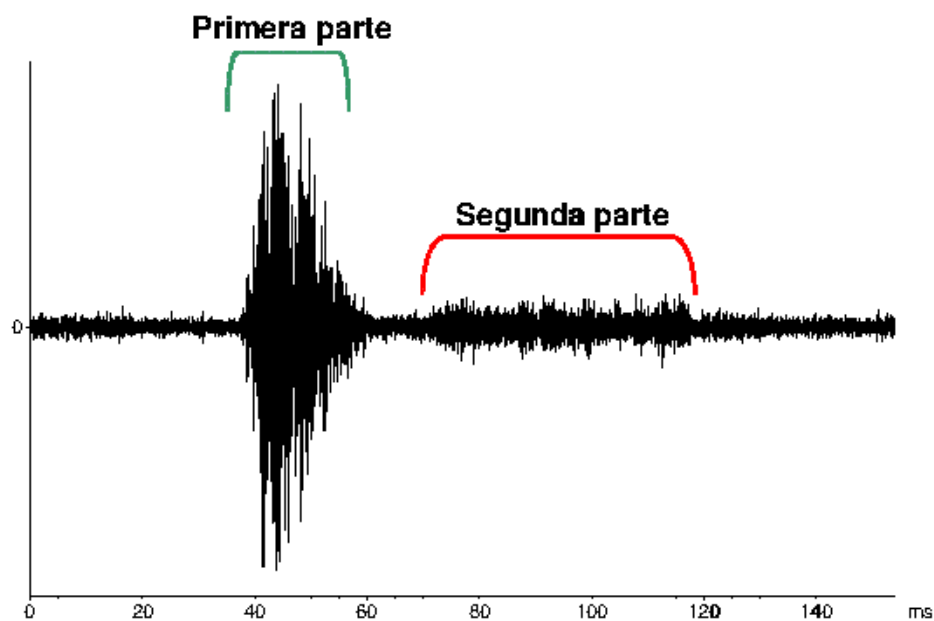


Figura 4.1.16.3. Sílaba doble del canto.

El sonido es de baja intensidad y la relación señal/ruido es baja, por lo que, en muchas ocasiones, es muy difícil medir la segunda parte de la sílaba,

sobre todo el final de la misma. Por ello, para realizar el estudio se ha medido la primera parte de la sílaba y por separado, cuando ha sido posible, la segunda parte.

La duración media de los esquemas es de $0,501 \pm 0,117$ s (tabla 1, apéndice XVI.I) y se encuentra relacionada (figura 4.1.16.3) con el número de sílabas que contiene, que oscila entre 3 y 7, con un valor medio de $5,4 \pm 0,6$. El coeficiente de correlación de Pearson entre estos dos parámetros es de 0,912.

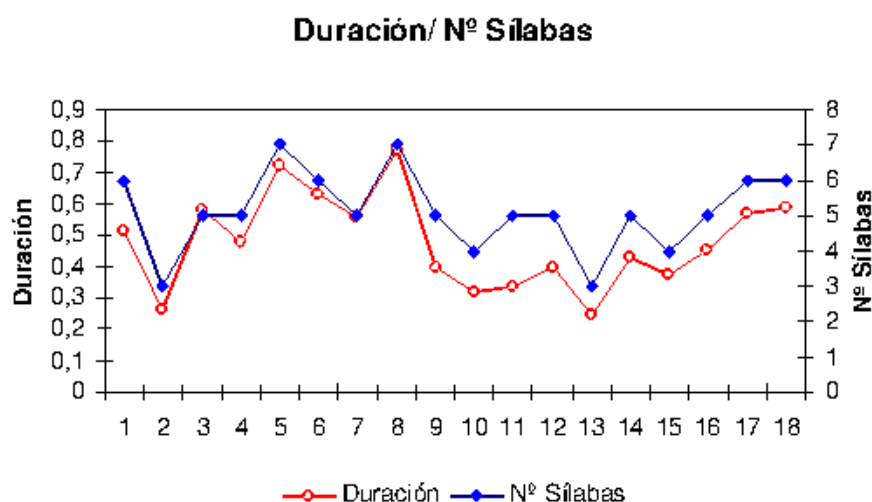


Figura 4.1.16.3. Relación entre el número de sílabas y la duración de los esquemas.

La duración de la primera parte de la sílaba oscila entre 0,10 y 0,27 s, y presenta un valor medio de $0,02 \pm 0,002$ s, (figura 4.1.16.4; tabla 3, apéndice XVI.I)

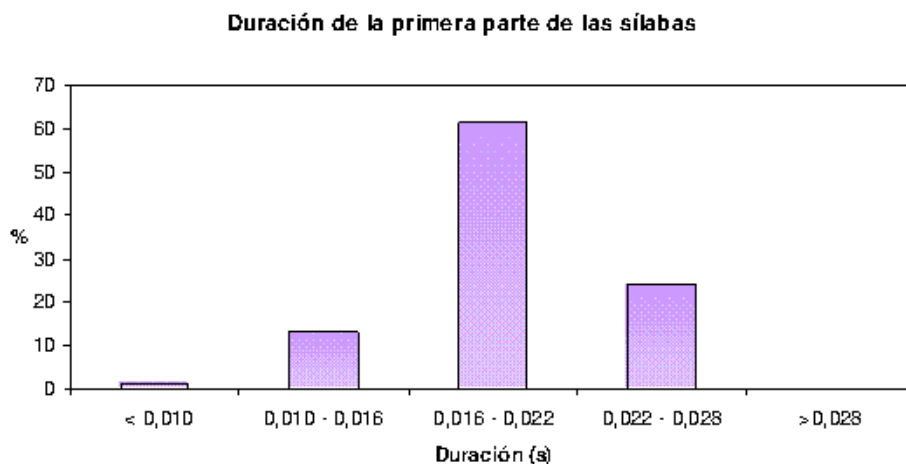


Figura 4.1.16.4. Duración de la primera parte de las sílabas.

La segunda parte de las sílabas se ha podido medir en un 51,65 % de las sílabas, por tanto, se ha realizado un total de 47 medidas. La duración media es de $0,03 \pm 0,005$ s (figura 4.1.16.5; tabla 4, apéndice XVI.I).

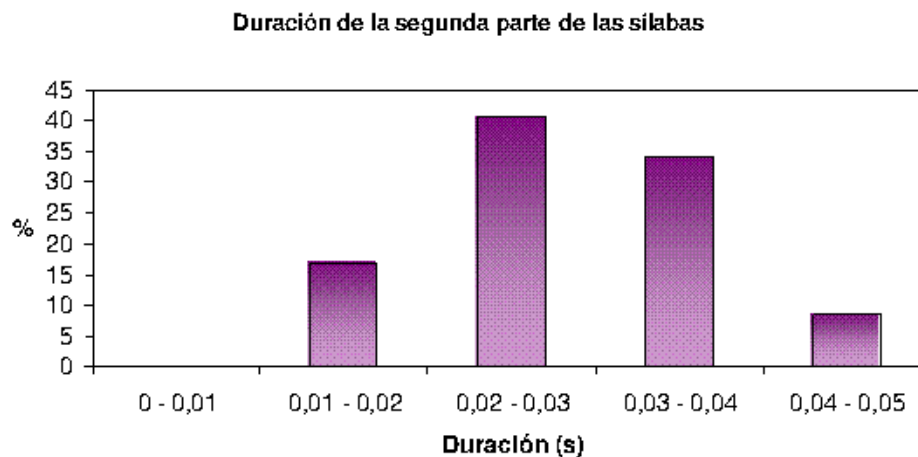


Figura 4.1.16.5. Duración de la segunda parte de las sílabas.

Se ha medido el silencio entre las sílabas de dos formas distintas; la primera sin tener en cuenta la segunda parte de las sílabas, obteniéndose un valor medio de $0,083 \pm 0,01$ s (tabla 5, apéndice XVI.I) y la segunda midiendo el silencio entre las sílabas siempre y cuando se haya medido la sílaba completa, en este segundo caso el valor medio obtenido ha sido de $0,046 \pm 0,006$ s (tabla 6, apéndice XVI.I).

Aunque es muy frecuente que las sílabas vayan de mayor a menor intensidad esto no siempre ocurre así; también se puede encontrar esquemas con las sílabas de mayor intensidad en la parte central del esquema (figura 4.1.16.6)

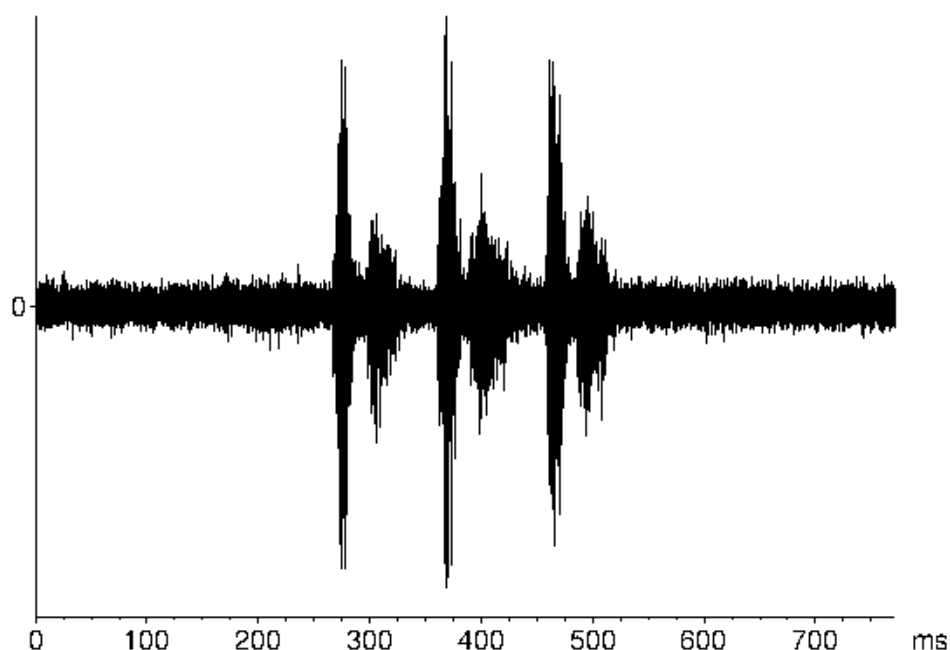


Figura 4.1.16.6. Oscilograma de un esquema producido por estridulación (Cantos: Pallia2.mp3).

Todas las sílabas del canto presentan similar banda de frecuencia, la segunda parte de la sílaba presenta una banda de menor intensidad que la primera pero con iguales características (figura 4.1.16.7)

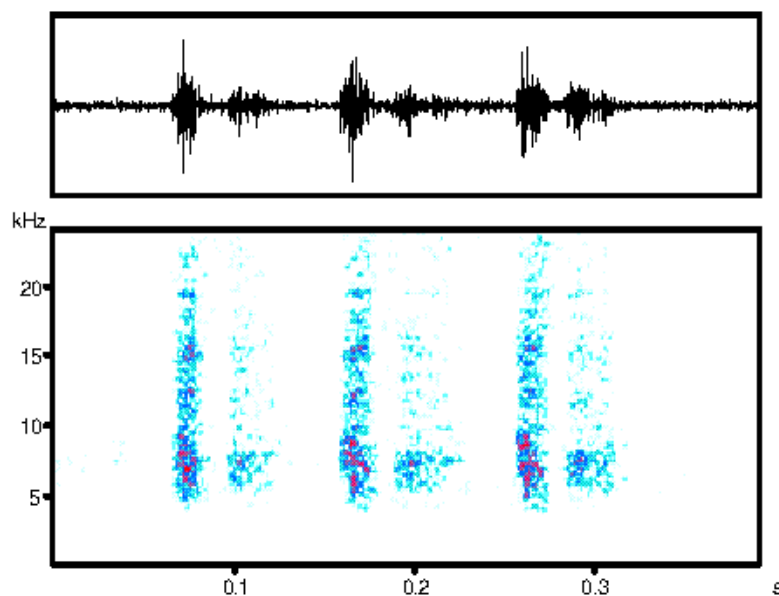


Figura 4.1.16.7. Sonograma del canto de cortejo.

La frecuencia inferior media encontrada ha sido de 4505 ± 271 Hz (tabla 7, apéndice XVI.I), la superior de 21634 ± 1460 Hz (tabla 8, apéndice XVI.I), la amplitud media de banda es de 17118 ± 1487 Hz (tabla 9, apéndice XVI.I).

En la banda de frecuencia aparece un único pico de frecuencia en un 17% de las medidas realizadas (figura 4.1.16.8) y en el 83% de las medidas se ha encontrado un segundo pico de menor intensidad (figura 4.1.16.9):

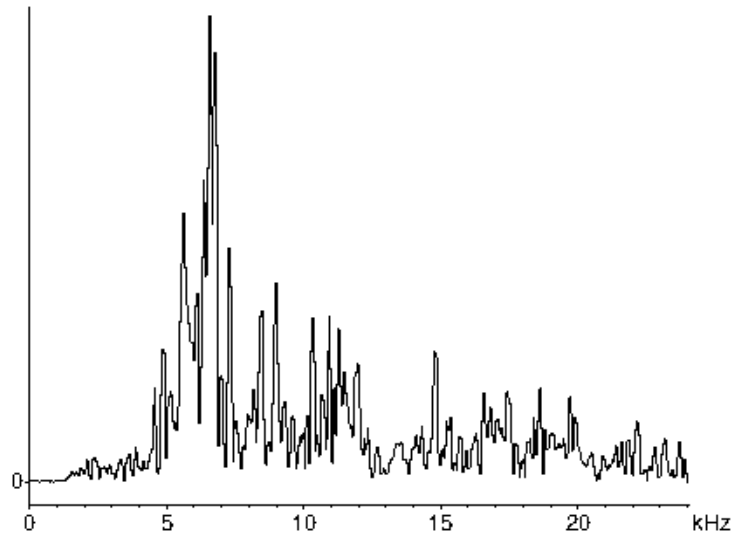


Figura 4.1.16.8. Espectrograma con un pico de frecuencia.

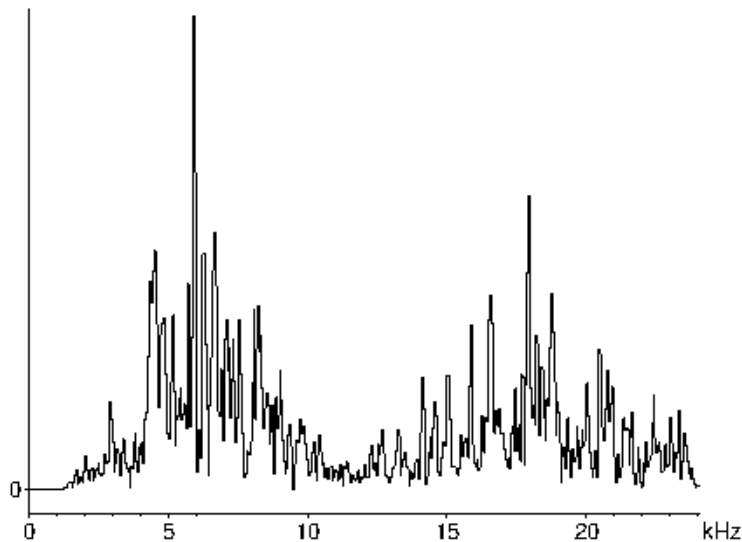


Figura 4.1.16.9. Espectrograma con dos picos de frecuencia.

El primer pico de frecuencia presenta un valor medio de 6686 ± 831 Hz (tabla 10, apéndice XVI.I), puede presentar valores desde los 5530 Hz hasta los 8670 Hz (figura 4.1.16.10).

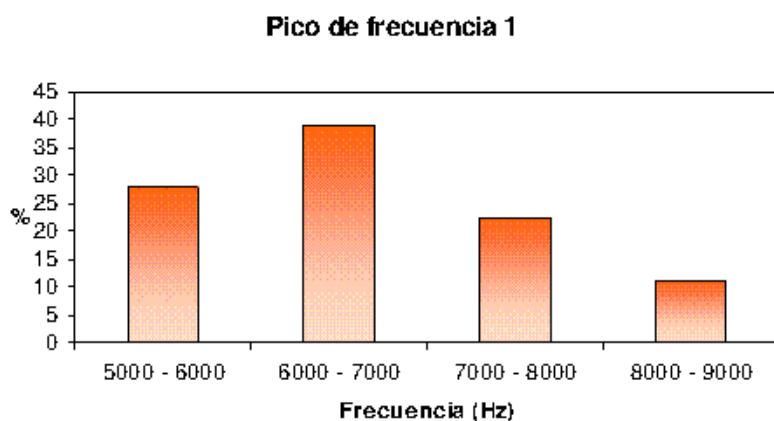


Figura 4.1.16.10. Pico de frecuencia 1.

El segundo pico de frecuencia presenta un valor medio de 17357 ± 1041 Hz (tabla 11, apéndice XVI.I), se han encontrado valores desde los 14200 hasta los 19960 Hz (figura 4.1.16.11).

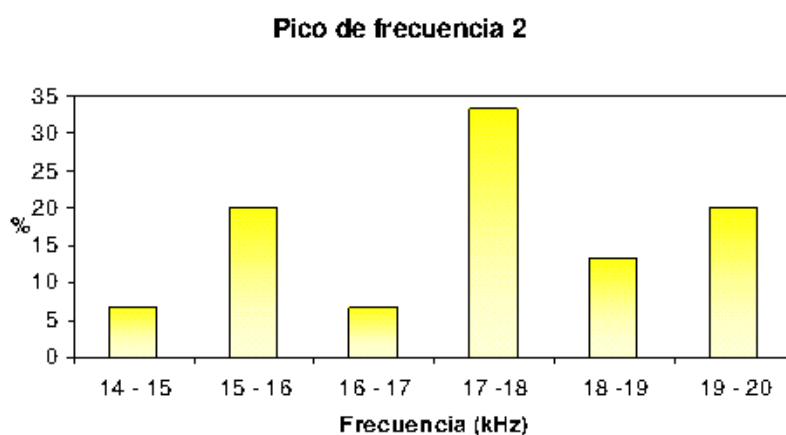


Figura 4.1.16.11. Pico de frecuencia 1.

La distribución de la energía de la señal es: cuartil inferior 6651 ± 479 Hz, cuartil medio 10818 ± 1871 Hz y cuartil superior 17026 ± 1257 Hz (tablas 12, 13 y 14, apéndice XVI.I).

Comportamiento

Los individuos de esta especie, cuando se encuentran e interaccionan, comienzan a realizar movimientos de subir y bajar las patas posteriores y extensión de las tibias (vídeos: Palliaceus1.mpg). El movimiento más frecuente que realizan es con ambas patas al mismo tiempo (figura 4.1.16.12) pero pueden realizarlo con una sola pata.

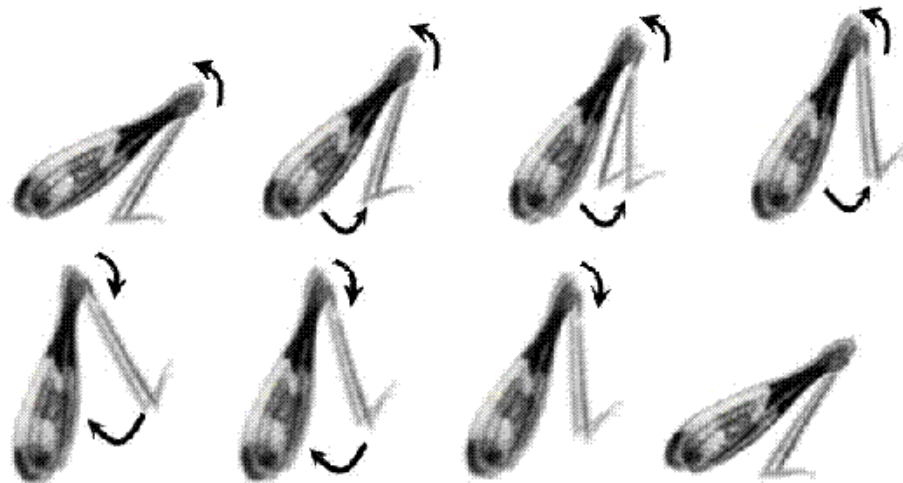


Figura 4.1.16.12. Movimiento realizado con las patas posteriores al interaccionar dos individuos.

Cuando continúa la interacción pueden intercalar con este movimiento el canto de interacción, el cual producen separando ligeramente las patas posteriores del cuerpo y golpeando el sustrato con los tarsos de forma alternativa (figura 4.1.16.13, Vídeo: Palliaceus2.mpg).

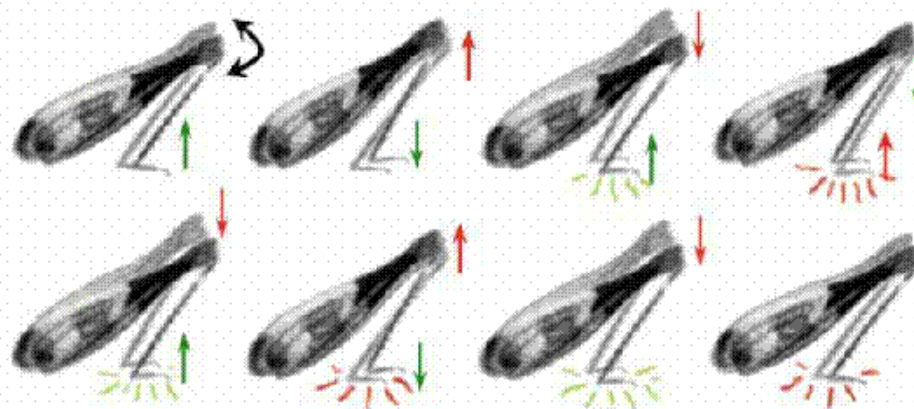


Figura 4.1.16.13. Movimiento realizado para emitir el canto de interacción.

La tendencia de los individuos de esta especie a subir al tul que separa los departamentos de la jaula de grabación, y que ha impedido poder registrar el

sonido de interacción, puede ser debido a que es una especie que suele subirse a las partes altas de plantas herbáceas sobre las que viven (Yersin, 1984), y aunque se situaba algo de vegetación no se quedaba en posición totalmente vertical, por lo que parecían preferir subir al tul.

Cuando un macho quiere copular con una hembra se acerca a ella realizando el canto de cortejo para saltar encima e intentar la cópula (Palliaceus3.mpg). Además el macho puede realizar movimientos de subir y bajar las patas posteriores, similares a los de interacción con otro individuo, y extensiones de la tibia emitiendo cortos clics (Videos: Palliaceus4.mpg).

Para emitir el canto de cortejo el macho sube y baja una de las patas posteriores. En todas la observaciones, los machos utilizaron la pata posterior derecha para producir este sonido (figura 4.1.16.14 y 4.1.16.15).

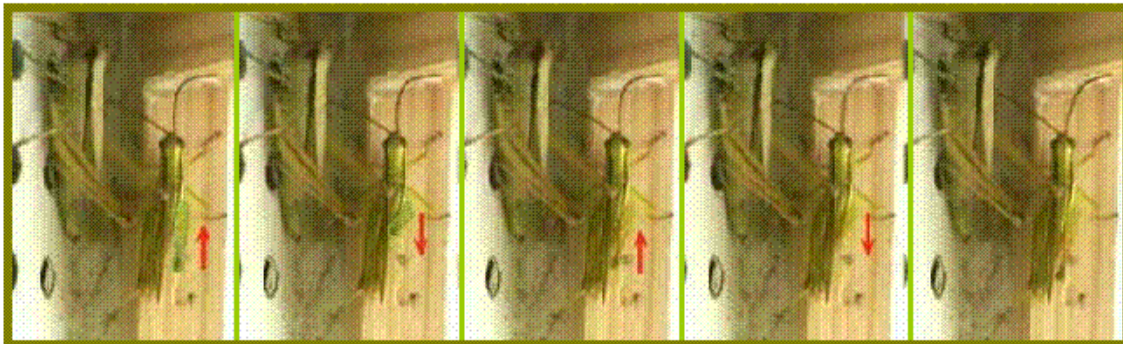


Figura 4.1.16.14. Macho canta al lado de una hembra.

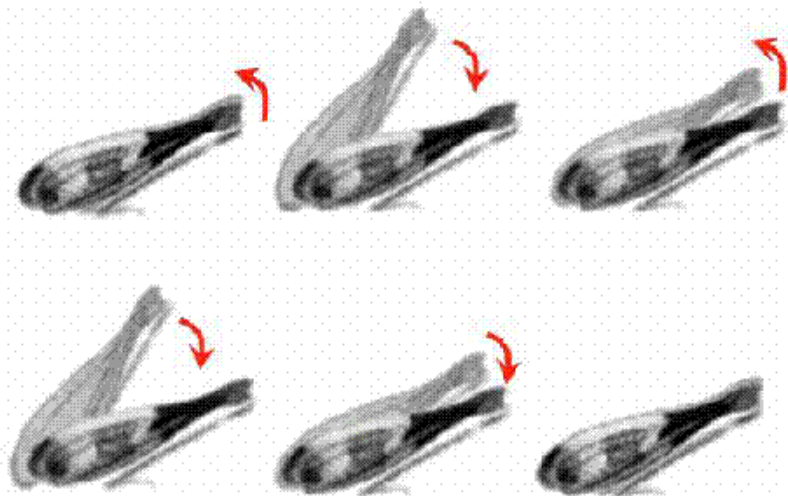


Figura 4.1.16.15. Movimiento realizado con la pata posterior para emitir el canto.

Cada vez que el macho sube y baja la pata posterior derecha emite una sílaba. Al subir la pata emite la primera parte de la sílaba y al bajarla emite la segunda parte, de menor intensidad que la primera.

En la identificación entre individuos como pertenecientes a la misma especie podría participar de forma importante el canto de cortejo, la hembra necesitaría estimulación acústica para copular con el macho; no ha sido observado ningún intento de cópula sin que el macho previamente emitiera el canto de cortejo.

4.1.17. *Psophus stridulus* (Linneo, 1758)

Biología:

Su distribución comprende las zonas montañosas del tercio septentrional de la Península Ibérica: Pirineos, Picos de Europa y Macizo Galaico; entre los 1000 m y 2000 m de altitud.



Figura 4.1.17.1. Macho y Hembra de *P.stridulus*

Es una especie geófila y xerotermófila. Vive en laderas bien orientadas con escasa vegetación.

Se encuentra en estado adulto de junio a octubre.

Producción de sonido

Se ha registrado producción de sonido, por parte de los machos, mediante crepitación, percusión y estridulación.

Aunque el tamaño de los machos en relación con el de la jaula de grabación es demasiado grande para poder grabar sus vuelos, en este caso sí han sido registrados debido a que este sonido de crepitación es producido con la suficiente intensidad como para ser grabado al aire libre ofreciendo una relación señal/ruido sea lo suficientemente grande como para poder ser analizado.

Referencias: Poulton (1896); Regen (1902, 1903), Prochonow (1907); Karny (1908); Chopard (1922); Faber (1928, 1936, 1953); Stäger (1930); Jacobs (1950, 1953); Harz (1957); Broughton, (1972); Luquet (1978), Wallin (1979); Duijm & Kruseman (1983), Bellman (1985, 1988, 1993); Bellman & Luquet (1995), Kleukers *et al.* (1997); Ragge & Reynolds (1998).

Material utilizado

Los sonidos analizados han sido producidos por los siguientes individuos:

- **Machos 1, 2, 3, 4, 5. Capturados:** Estación de Esquí Bohí-Tahull. Valle de Bohí. Lérida. 16/08/2002. **Grabados:** Zaragoza 16/08/2002 y 20/08/2002.
- 1. **Machos 6 y 7. Capturados:** Cabang de l'Artiga. Valle de Arán. 1424 m. Lérida. **Grabados:** Zaragoza 10/08/2003.

Los registros analizados han sido:

2. Cinta 11/2002 ID3, ID 5
3. Cinta 12/2002 ID2.
4. Cinta 9/2003 ID 2.

La temperatura de grabación osciló entre los 30 – 33 °C.

Los filtros de frecuencias utilizados y las medidas de frecuencia tomadas han sido:

- **Sonido producido por crepitación:** Se han analizado 2 crepitaciones pertenecientes a los machos 6 y 7, utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 1000 Hz.
- **Sonido producido por percusión:** Se han analizado 32 esquemas pertenecientes a los machos 1, 2, 3, 4 y 5 utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 2000 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por esquema.
 - **Sonido producido por estridulación:** Se han analizado 13 esquemas pertenecientes a los machos 1, 2, 3 y 4, utilizando un filtro de paso de altas frecuencias 2000 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por esquema.

Crepitación

Para grabar el sonido de crepitación se liberaron los machos en un jardín y fueron perseguidos para que volaran, una vez en vuelo se les seguía con el micrófono.

En los sonidos registrados la intensidad de los golpes producidos durante la crepitación es muy variable, posiblemente debido a que la distancia entre el individuo y el micrófono también lo era, resultando muy difícil contabilizar el número exacto de golpes por segundo, aunque parece coincidir con el que Ragge & Reynolds (1998), quienes especifican 30 –35 golpes por segundo, cuando describen este sonido (figura 4.1.17.2).

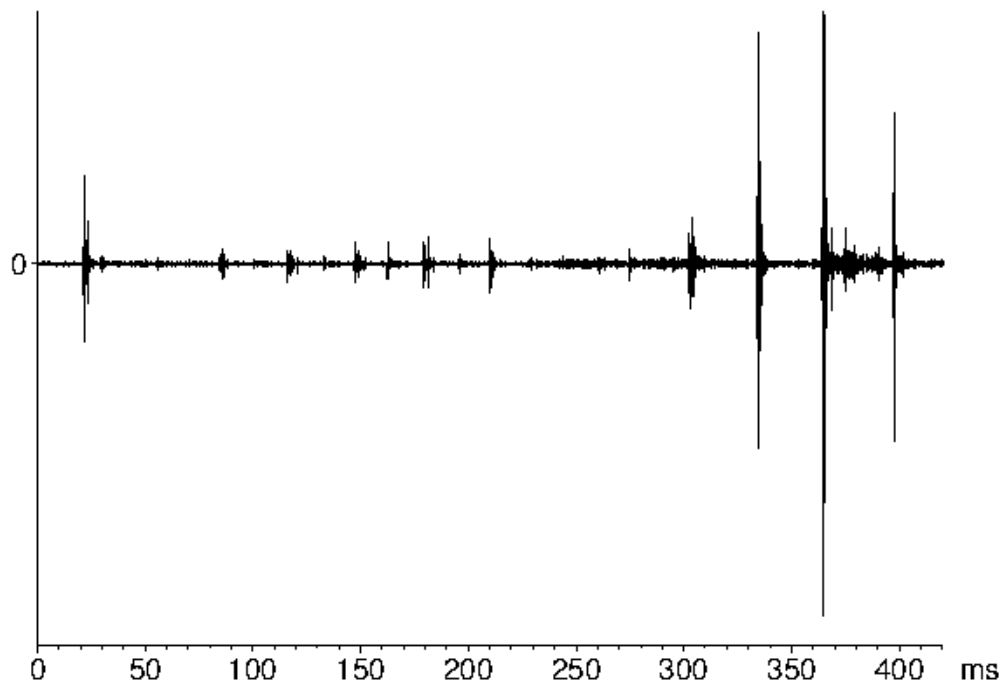


Figura 4.1.17.2. Crepitación (Cantos: Pstrid1.mp3).

Según estos dos autores, las hembras también pueden crepitar durante los saltos-vuelos que realizan, a pesar de que presentan alas reducidas. Este fenómeno no lo observamos ni durante la captura ni durante la grabación de los individuos.

Ragge & Reynolds (1998) aseguran que ambos sexos pueden crepitar mientras se encuentran sobre el sustrato. Se pudo grabar un aleteo producido por el macho 4 mientras se encontraba sobre el suelo de la jaula de grabación 4 (figura 4.1.17.3) con una tasa de golpeteo de alrededor de 33 golpes segundo. No se observó aleteo por parte de las hembras, que presentaban todas las alas muy reducidas.

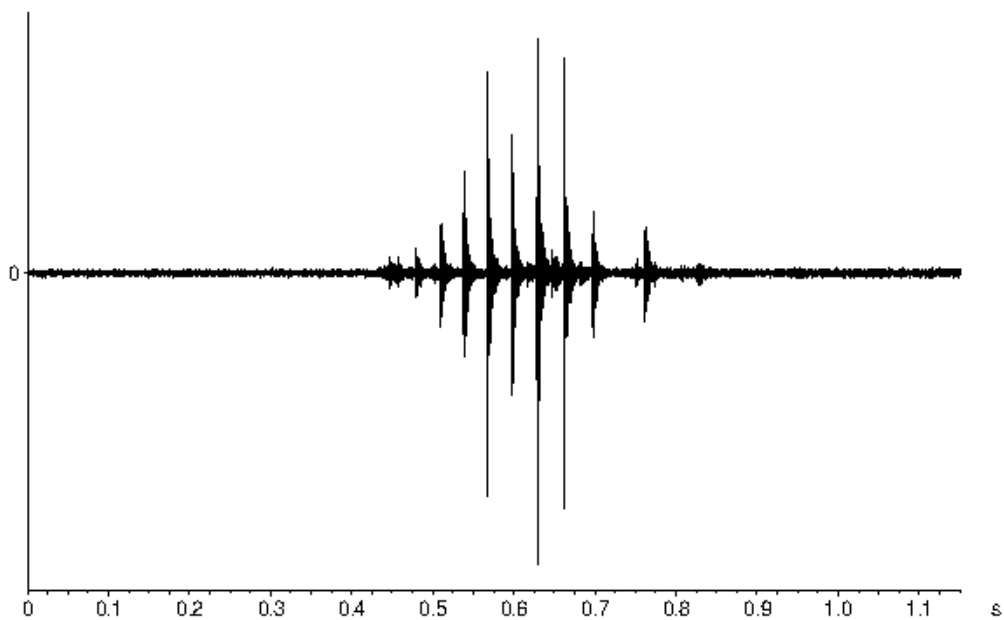


Figura 4.1.17.3. Crepitación sobre el sustrato (Pstrid2.mp3).

En cuanto a la banda de frecuencia, presenta una gran amplitud desde los 1000 – 2000 Hz hasta alrededor de 19000 Hz, la banda de mayor intensidad se encuentra entre los 6000 y los 8000 Hz (figura 4.1.17.4).

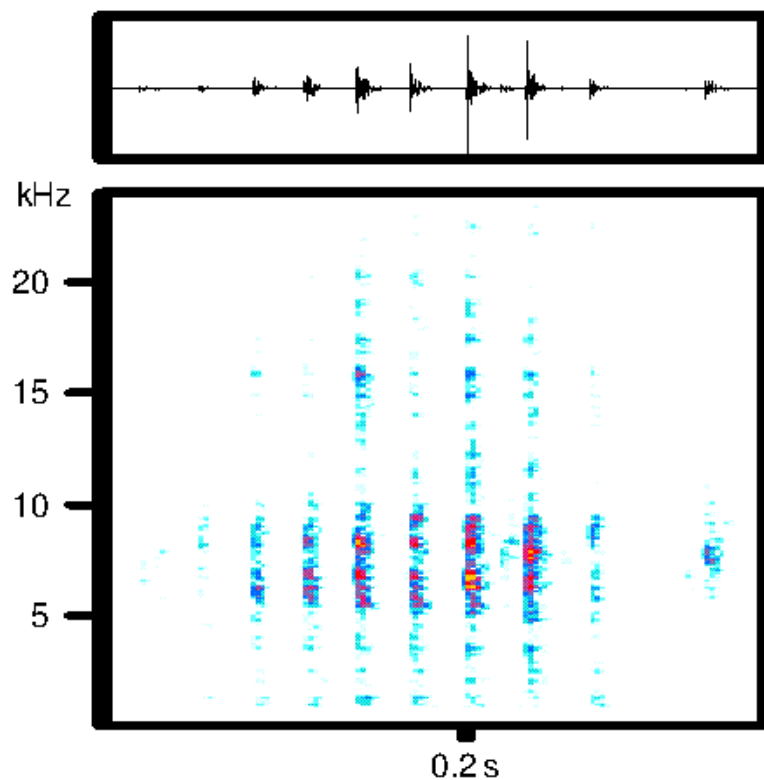


Figura 4.1.17.4. Sonograma de la crepitación sobre el sustrato.

Sonido producido por percusión: canto de interacción

Cada canto consiste en un esquema producido por el golpeteo de las patas posteriores contra el sustrato (figura 4.1.17.5):

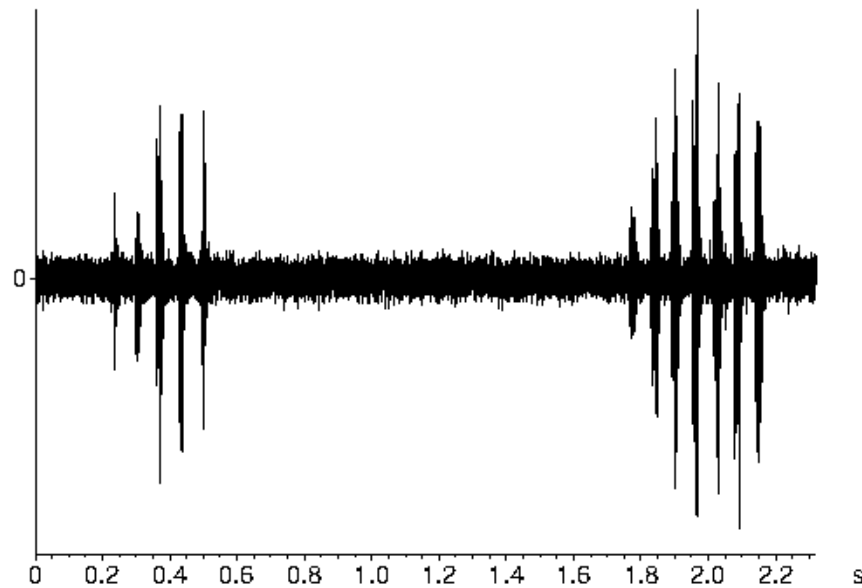


Figura 4.1.17.5. Cantos producidos por percusión (Cantos: Pstrid3.mp3).

La duración media de los esquemas es de $0,337 \pm 0,052$ s (tabla 1, apéndice XVII.I); depende del número de sílabas que lo forman, que varía entre 3 y 8 sílabas, siendo el valor medio de $5,9 \pm 0,742$ sílabas (tabla 2, apéndice XVII.I). El coeficiente de correlación de Pearson entre estos dos parámetros es de 0,951 (figura 4.1.17.6).

Duración / N° Sílabas

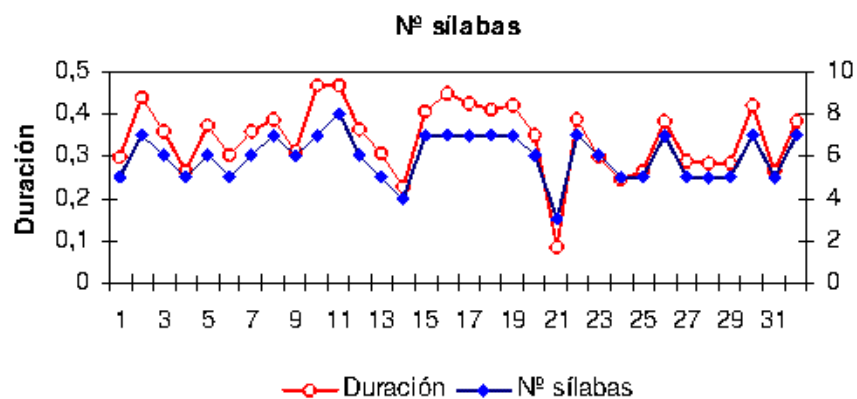


Figura 4.1.17.6. Relación entre la duración del esquema y el número de sílabas.

La tasa media de producción de las sílabas es de $18,033 \pm 3,462$ sílabas/segundo (tabla 3, apéndice XVII.I).

La duración media del intervalo entre sílabas es de $0,068 \pm 0,008$ s, (figura 4.1.17.7); (tabla 4, apéndice XVII.I).

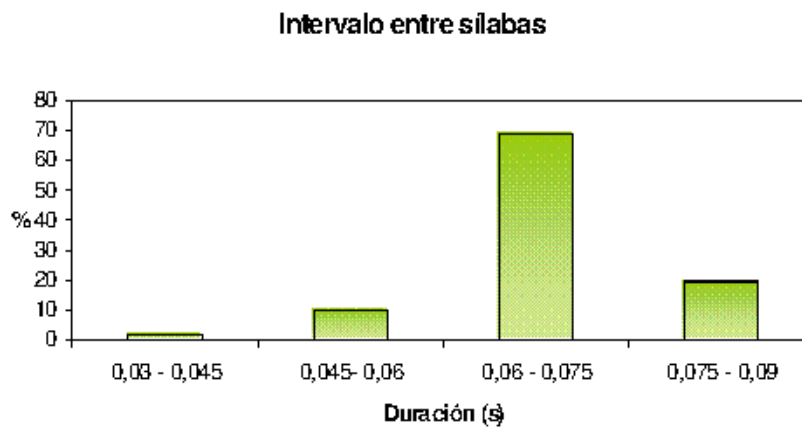


Figura 4.1.17.7. Duración del intervalo entre sílabas.

Las sílabas del canto presentan similar banda de frecuencia y no existe modulación de la misma (figura 4.1.17.8)

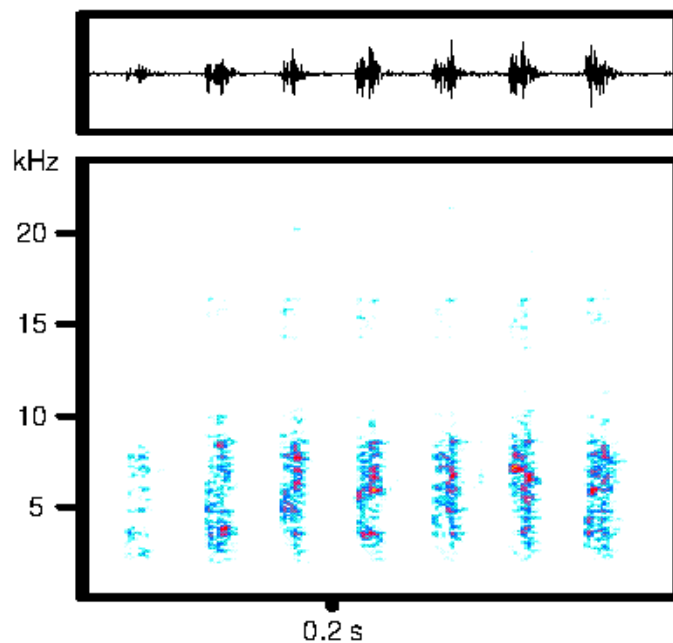


Figura 4.1.17.8. Sonograma del canto por percusión.

La frecuencia media inferior del canto es de 3004 ± 277 Hz (tabla 5, apéndice XVII.I), la frecuencia superior media es 9462 ± 988 Hz (tabla 6, apéndice

XVII.I), siendo la amplitud de banda media 6290 ± 848 Hz (tabla 7, apéndice XVII.I).

En esta banda de frecuencia, en un 65,62% de los casos, aparecen 2 picos de frecuencia y, en un 34,38 %, aparece un único pico de frecuencia. De la totalidad de cantos estudiados encontramos que en un 31,24 % de los casos aparece como pico de máxima intensidad el pico 1, que presenta un valor medio de 3685 ± 194 Hz (tabla 8, apéndice XVII.I), (figura 4.1.17.9).

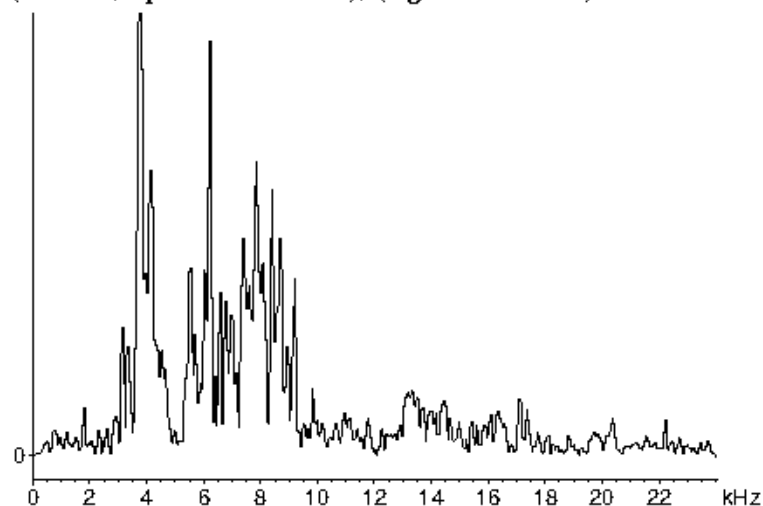


Figura 4.1.17.9. Espectrograma de frecuencia con 2 picos. El pico principal es el pico 1.

En un 34,38 % de los casos el pico de máxima intensidad es el pico 2, que presenta un valor medio de 6257 ± 541 Hz (tabla 9, apéndice XVII.I), (figura 4.1.17.10).

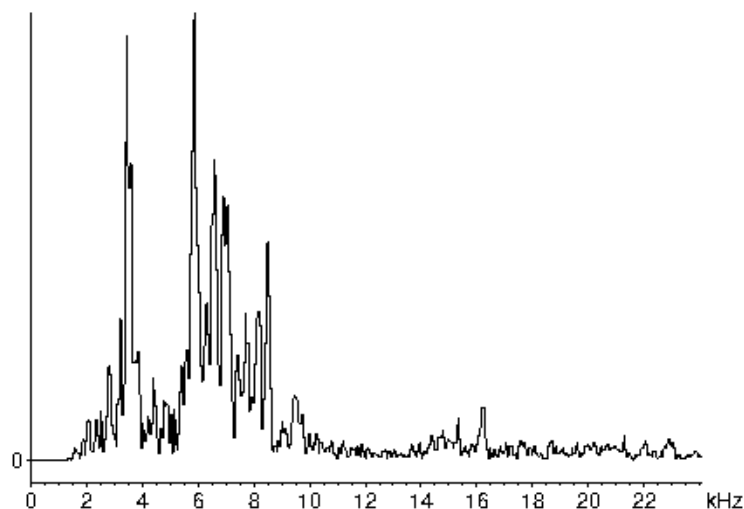


Figura 4.1.17.10. Espectrograma de frecuencia con 2 picos. El pico principal es el pico 2.

En un 34,38 % de los casos aparece un único pico de frecuencia que presenta un valor medio 6108 ± 793 Hz (tabla 10, apéndice XVII.I), (figura 4.1.17.11).

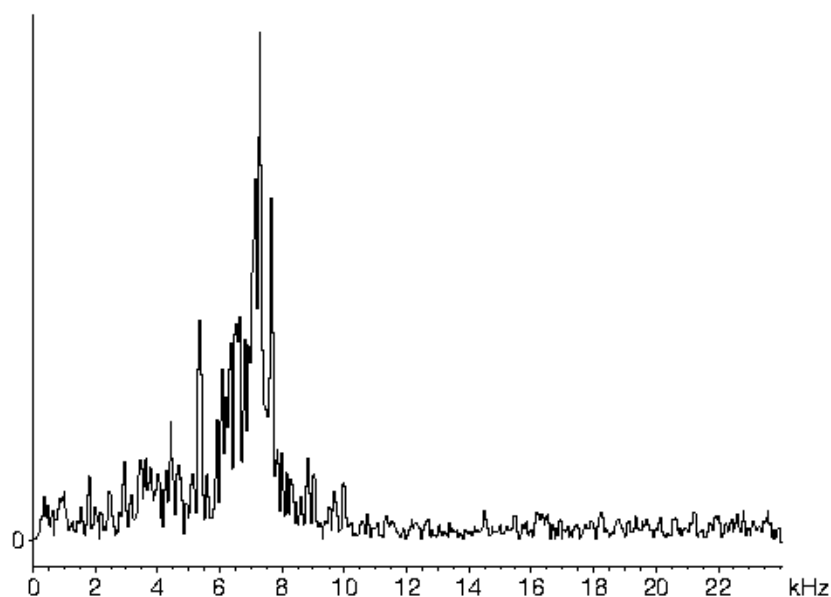


Figura 4.1.17.11. Espectrograma de frecuencia. Aparece un único de pico frecuencia.

La distribución de la energía es: cuartil inferior 5039 ± 393 Hz, cuartil medio 6717 ± 292 Hz y cuartil superior 9420 ± 293 Hz (tablaa 11, 12, 13, apéndice XVII.I).

Sonido producido por estridulación: canto de cortejo

Los machos de *P. stridulus* producen un sonido por estridulación consistente en esquemas formados por un número variable de sílabas de distinta intensidad que intercalan entre los sonidos de percusión, (figura 4.1.17.12)

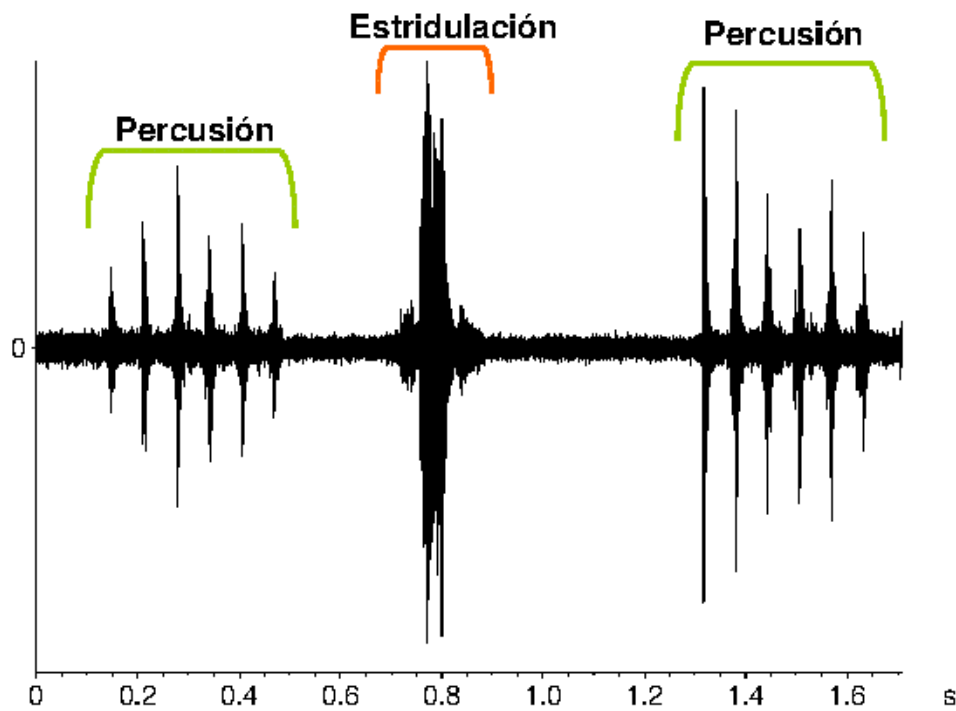


Figura 4.1.17.12. El esquema central es producido mediante estridulación (Cantos: Pstrid4.mp3).

La duración media de los esquemas es de $0,152 \pm 0,011$ s (tabla 1, apéndice XVII.II), (figura 4.1.17.13).

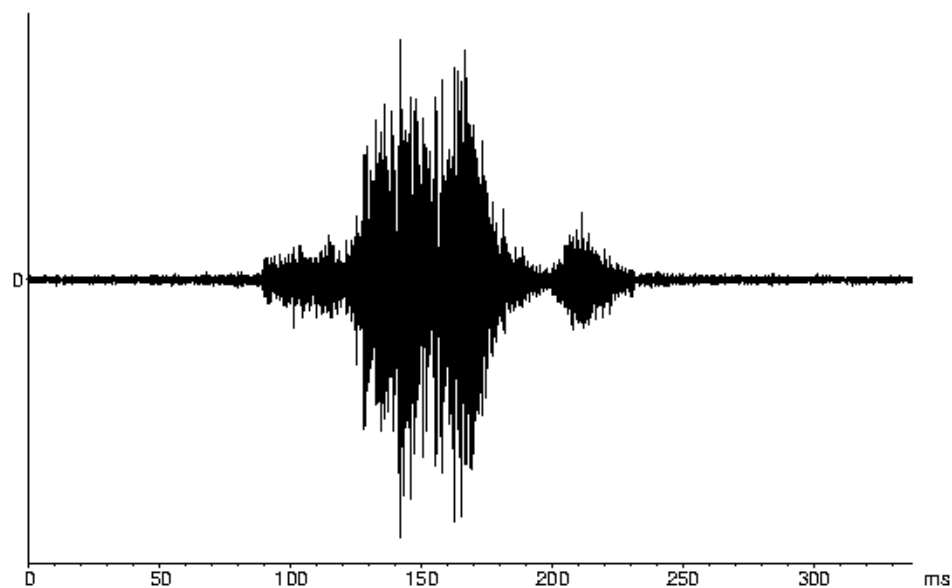


Figura 4.1.17.13. Esquema producido por estridulación (Cantos: Pstrid5.mp3).

La frecuencia principal del canto no varía con el tiempo, no existe modulación de la frecuencia (figura 4.1.17.14)

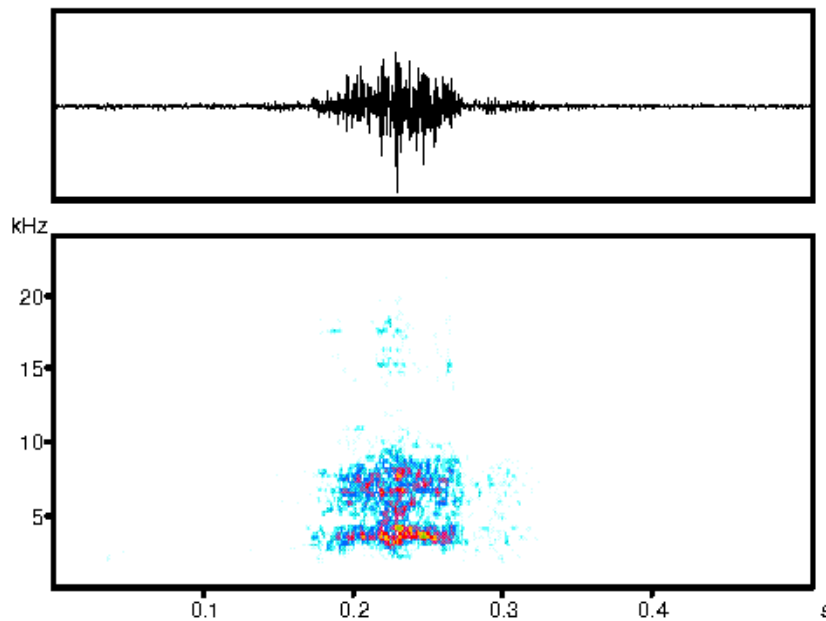


Figura 4.1.17.14. Sonograma de un esquema del canto.

La frecuencia inferior media del canto es de 2990 ± 208 Hz (tabla 2, apéndice XVII.II); la frecuencia superior es de 7780 ± 487 Hz (tabla 3, apéndice XVII.II), siendo la amplitud media de banda de la señal es 4801 ± 630 Hz (tabla 4, apéndice XVII.II).

En esta banda aparece un pico de frecuencia con un valor medio de 3643 ± 193 Hz (tabla 5, apéndice XVII.II) y, en un 68,4 % de los esquemas analizados, aparece un segundo pico de frecuencia, de menor intensidad, con un valor medio de 6264 ± 413 Hz (tabla 6, apéndice XVII.II), (figura 4.1.17.15).

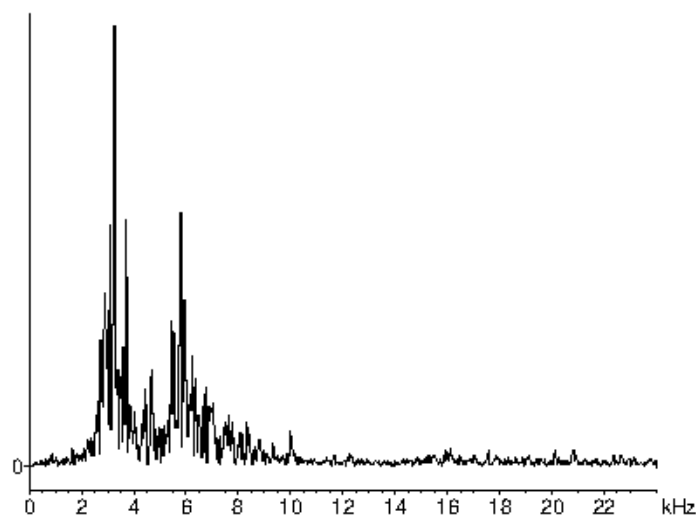


Figura 4.1.17.15. Espectrograma de frecuencia con dos picos de frecuencia.

La distribución de la energía de la señal es: cuartil inferior medio 3766 ± 151 Hz, cuartil medio: 5459 ± 317 Hz, cuartil superior 7964 ± 279 Hz (tablas 7,8 y 9, apéndice XVII.II).

Comportamiento

Los machos de esta especie realizan durante sus vuelos un intenso sonido de crepitación; esto, unido al color rojo intenso y negro de sus alas, hace que los individuos sean muy llamativos durante sus vuelos y sea fácil, una vez encontrada la población, su localización.

En las hembras ocurre al contrario, todas las capturadas presentaban las alas vestigiales, por lo que sólo podían dar pequeños saltos poniéndose muy poco en evidencia; para encontrarlas fue necesario otear minuciosamente el suelo y la captura se realizó con la mano. Sin embargo, esto no ocurre siempre; según Ragge y Reynolds (1998) las hembras que no presentan las alas vestigiales pueden crepitarse en el suelo.

Esta crepitación en suelo sí fue observada en los machos y el sonido producido es intensificado al golpear el suelo con el ala (figura 4.1.17.16, vídeos: Pstridulus1.mpg)

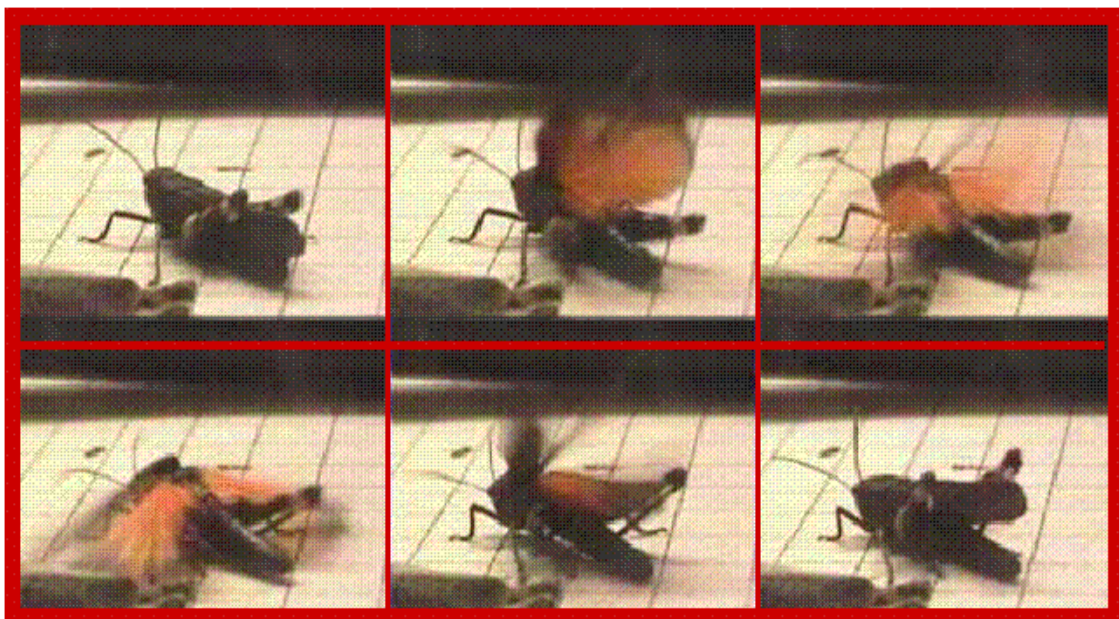


Figura 4.1.17.16. Un macho crepita en el suelo.

El canto de interacción es muy frecuente, los machos golpean el sustrato con los tarsos cuando se encuentran próximos a otro individuo y siempre que tratan de montar a otro macho, o cuando otro trata de montarlos a ellos (vídeos: Pstridulus2.mpg).

Para realizar el sonido de interacción los machos golpean el sustrato con los tarsos de las patas posteriores (figura 4.1.17.17)

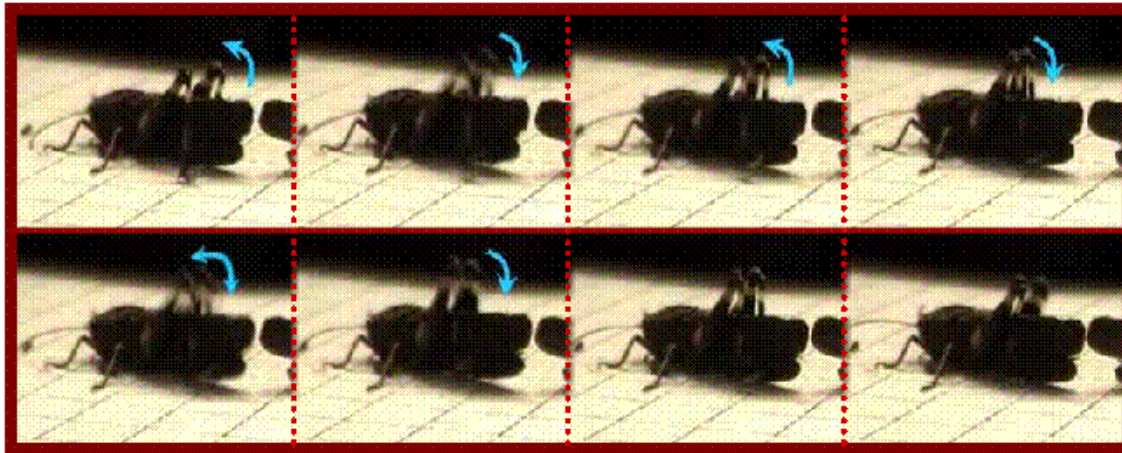


Figura 4.1.17.17. Macho emite el canto de interacción.

Cada vez que el individuo sube y baja las patas posteriores emite una de las sílabas que forman el esquema (figura 4.1.17.18)

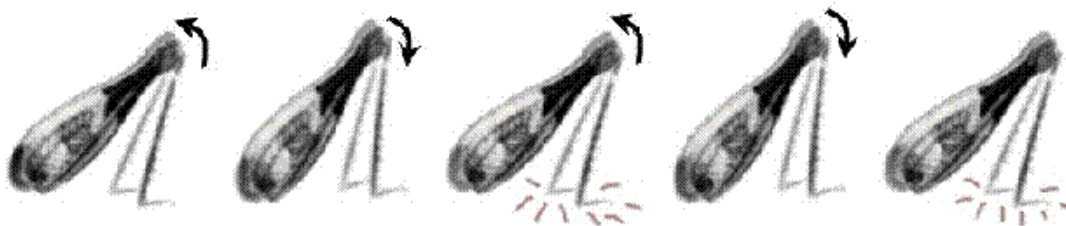


Figura 4.1.17.18. Movimiento realizado con las patas posteriores para emitir el canto de interacción.

Cuando un macho trata de copular con una hembra se acerca a ella realizando el sonido de interacción, pero una vez situado a menos de 1 cm comienza también a realizar el canto de cortejo (vídeos: Pstridulus3.mpg).

Para emitir el canto de cortejo el macho eleva ambos fémures posteriores coordinadamente y los baja sin coordinar, primero uno y luego el otro (figura 4.1.17.19).

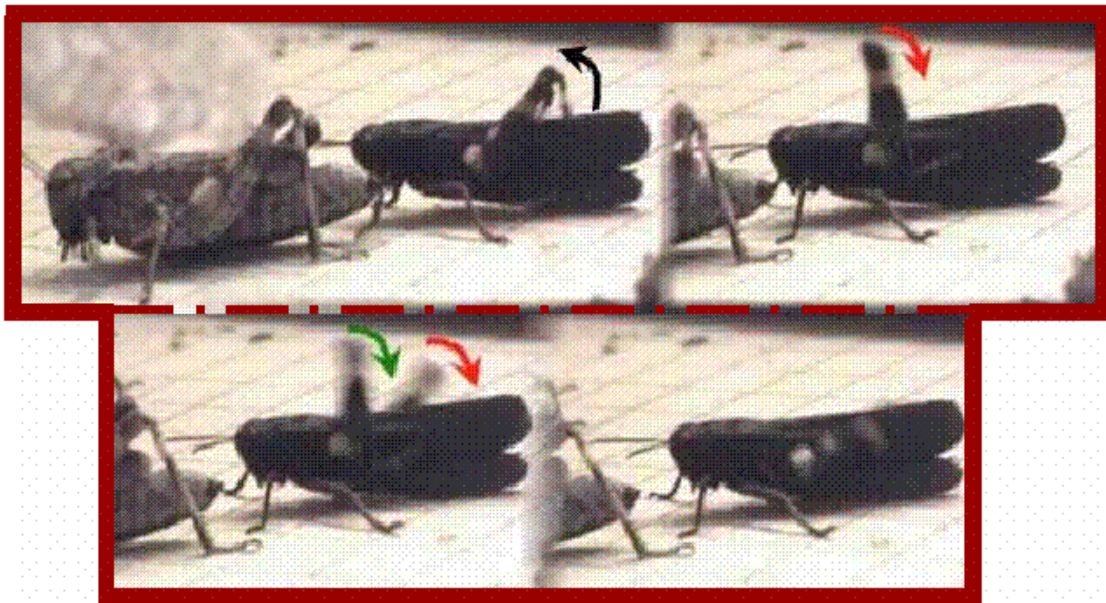


Figura 4.1.17.19. Macho corteja a una hembra.

En esta especie, durante los experimentos en cautividad, se observó en numerosas ocasiones el intento de cópula de un macho con otro, a pesar de que las diferencias en cuanto a tamaño y comportamiento de ambos sexos son muy evidentes (vídeos: Pstridulus4.mpg).

Las hembras de esta especie están muy camufladas con el medio que las rodea y no realizan ningún comportamiento que pueda llamar la atención de los machos. Sus características físicas (figura 4.1.17.20) no les permiten realizar vuelos o grandes saltos para acercarse a los machos; por ello debe ser muy importante que los machos sean conspicuos y llamativos para que las hembras puedan localizarlos, mediante el sonido de crepitación que emiten durante los vuelos y, dirigirse hacia ellos.



Figura 4.1.17.20. Hembra de *P.stridulus*.

El hecho de que fueran observados numerosos intentos de cópula entre los machos de la especie puede ser debido a que en cautividad no podían desplazarse emitiendo el sonido de crepitación y por tanto la identificación del sexo de los individuos no puede ser realizada por esta característica.

4.1.18. *Sphingonotus arenarius* (Lucas, 1849)

Biología

Esta especie ha sido citada en el Sur y en el Este de la Península Ibérica.



Figura 4.1.18.1. Macho (derecha) y Hembra de *S.arenarius*

Prefiere las zonas secas y de mayor insolación. Se puede encontrar en gran variedad de medios ecológicos y tipos de vegetación: medios esteparios, biotopos pedregosos, prados agostantes altos, campos baldíos, cultivos de olivos y almendros, espartales y tomillares, sistemas dunares....Muchas veces comparte hábitat con *S. rubescens*.

Se puede encontrar en estado adulto desde el mes de julio al mes de octubre, aunque en algunas zonas (Sierra Espuña, Murcia, Y Sierra del Taibilla, Albacete) su fenología se ve ampliada hasta noviembre.

Producción de sonido

Se ha registrado producción de sonido por estridulación tanto en los machos como en las hembras de esta especie.

García *et al.* (1997) describen producción de sonido por parte de los machos como canto de coro, indicando que este canto lo produce cuando varios machos se encuentran cerca o en situaciones de interacción entre individuos.

Durante las observaciones, además de en las situaciones citadas por García *et al.* (1997) se ha observado estridulación como canto de rivalidad, considerando por ello este canto como canto mixto, con la particularidad que es el mismo canto que emiten cuando tratan de copular con una hembra, es decir, es canto mixto y de cortejo.

En las hembras la estridulación aparece como canto de rivalidad y canto de interacción por lo que se ha denominado también canto mixto, aunque entre los individuos de este sexo no se forman coros.

Referencias: García *et al.* (1997)

Material utilizado:

Los individuos grabados han sido capturados y grabados en las siguientes localidades:

1. **Macho 1 y 2: Capturados:** Sierra de Baza. Hoya de Salazar. (Granada) 25/06/2001. **Grabados:** Facultad de Biología. Murcia. 26, 27, 28/06/2001 y 3/07/2001.
2. **Macho 3 y 4: Capturados:** Velillas (Huesca) 21/08/2003. **Grabados:** Facultad de Biología. Murcia. 2 y 3/09/2003.
3. **Hembra 1: Capturada:** Bardenas Reales (Navarra) 17/07/2001. **Grabada:** Facultad de Biología. Murcia. 1/08/2001.
4. **Hembra 2:** Embalse de Mequinenza (Zaragoza) 17/07/2001. **Grabada:** Facultad de Biología. Murcia. 14/08/2001.
5. **Hembra 3:** Ruidera. (Ciudad Real). 26 /09/2001. **Grabada:** Facultad de Biología. Murcia. 8/10/2001.

Los registros analizados han sido:

6. Cinta 3/2001: ID 4, 6, 7, 9.
7. Cinta 5/2001 ID 2.
8. Cinta 6/2001 ID 1, 3, 4.
9. Cinta 8/2001 ID 10, 11.
10. Cinta 13/2001 ID 9.

La temperatura de grabación osciló entre los 35° - 39 ° C.

Los filtros de frecuencias utilizados y las medidas de frecuencia tomadas han sido:

11. **Sonido producido por estridulación** Se han analizado 16 esquemas pertenecientes a los machos 1, 2, 3 y 4 y 12 esquemas pertenecientes a las hembras 1, 2 y 3. En todos los casos se ha utilizado un filtro de paso de altas frecuencias a 3000 Hz y se ha tomado una medida de frecuencia por esquema.

Sonido producido por estridulación: canto mixto y canto de cortejo. Machos.

Cada canto producido por estridulación está formado por un esquema con un número variable de sílabas de distinta intensidad (figura 4.1.18.2).

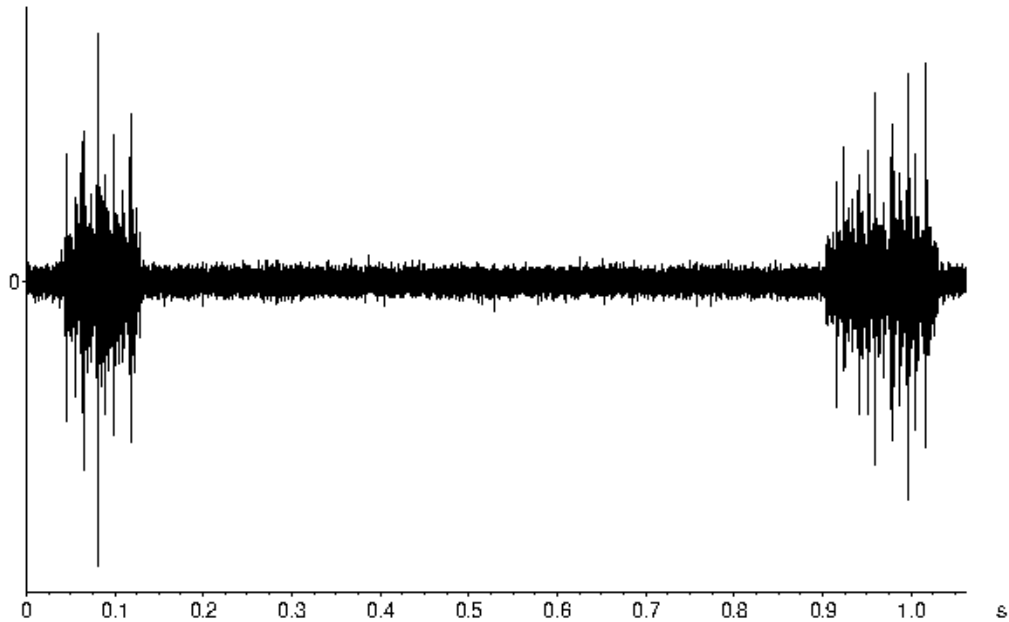


Figura 4.1.18.2. Esquemas del canto producido por estridulación (Cantos: Sare2.mp3).

La duración media de los esquemas estudiados es de $0,12 \pm 0,032$ s (tabla 1; apéndice XVIII.I), y el número de sílabas que lo forman varía entre 5 y 19 (figura 2; tabla 2; apéndice XVIII.I).

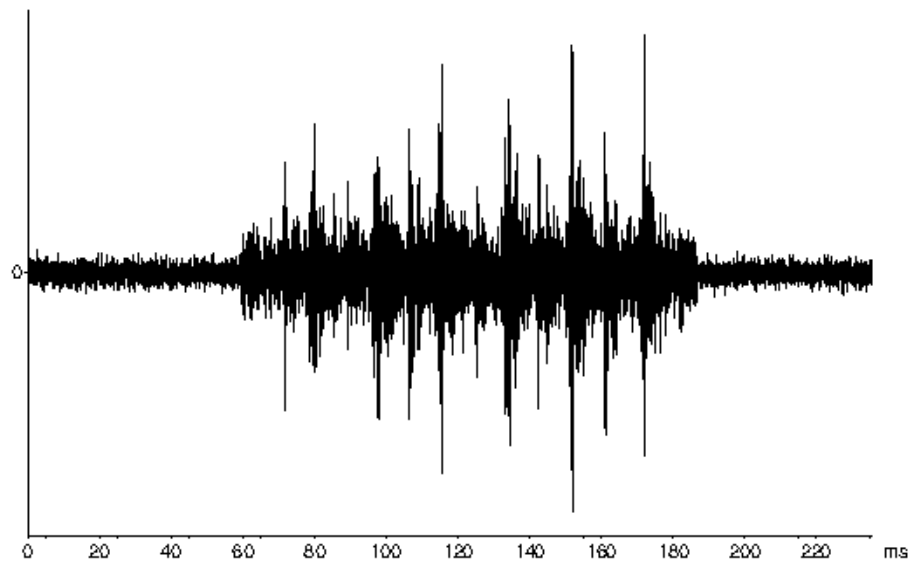


Figura 4.1.18.3. Esquema del canto de estridulación (Cantos: Sare2.mp3).

Estos dos parámetros se encuentran relacionados (figura 4.1.18.4) y el coeficiente de correlación de Pearson entre ambos es de 0,817.

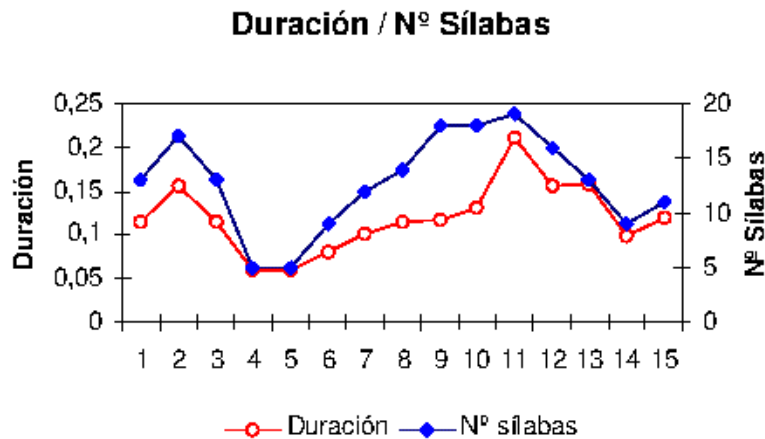


Figura 4.1.18.4. Relación entre la duración de los esquemas y el número de sílabas que lo forman.

La tasa media de producción de sílabas es de $115,114 \pm 22,415$ sílabas/ s (tabla 3; apéndice XVIII.I).

El intervalo entre sílabas presenta una duración media de $0,010 \pm 0,002$ s (figura 4.1.18.5), (tabla 4; apéndice XVIII.I).

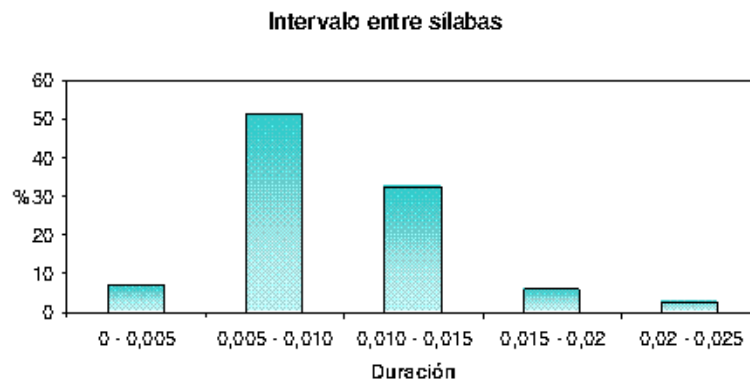


Figura 4.1.18.5. Duración del intervalo entre sílabas.

Todas las sílabas que forman el esquema presentan similar banda de frecuencia (figura 4.1.18.6)

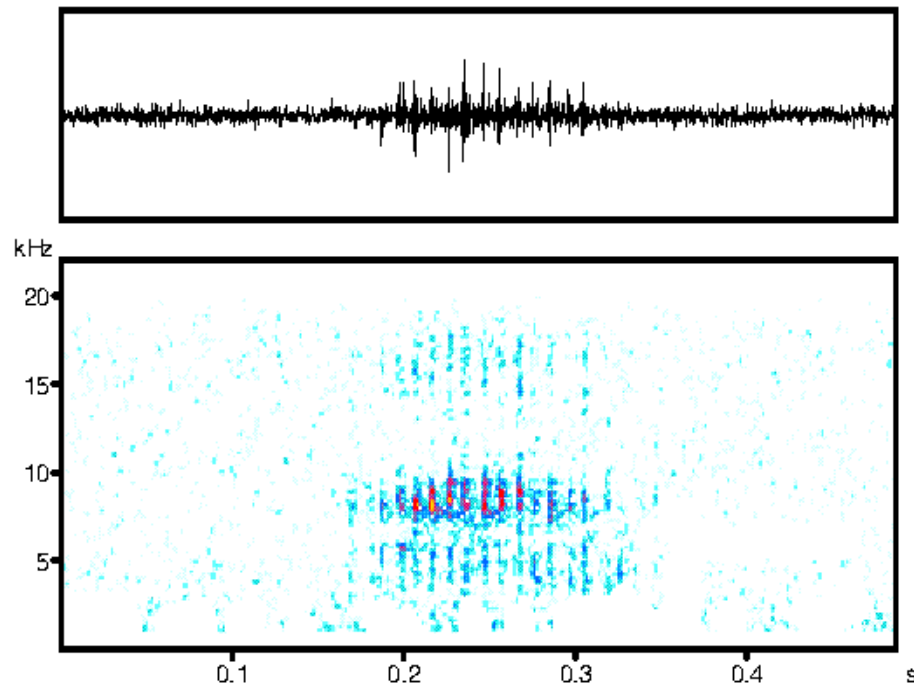


Figura 4.1.18.6. Sonograma de frecuencia de un equema.

La frecuencia media inferior del canto es de 4948 ± 205 Hz (tabla 5; apéndice XVIII.I), la superior es de 13739 ± 3277 Hz (tabla 6; apéndice XVIII.I), siendo la amplitud de banda media de 8971 ± 3240 Hz (tabla 7; apéndice XVIII.I).

En esta banda de frecuencia aparece un pico de frecuencia con un valor medio de 7551 ± 513 Hz (figura 6), (tabla 8; apéndice XVIII.I).

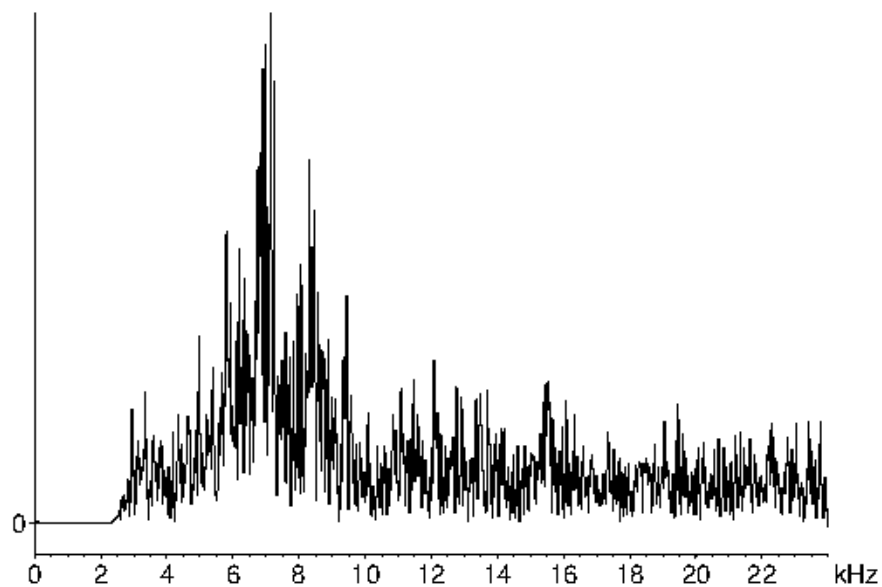


Figura 4.1.18.7. Espectrograma del canto producido por estridulación.

La distribución de la energía dada por los cuartiles es: cuartil inferior medio 6945 ± 167 Hz, cuartil medio 8748 ± 386 Hz y cuartil superior medio 13838 ± 1609 Hz (tabla 9, 10, 11; apéndice XVIII.I).

García *et al.* (1997) describen el canto de coro de esta especie; la duración de los esquemas y la banda de frecuencia de este canto se ajustan a los descritos en este estudio.

Hembras: canto de mixto.

Las hembras de esta especie también realizan estridulación como canto de interacción, produciendo esquemas formados por un número variable de sílabas (figuras 4.1.18.7 y 4.1.18.8).

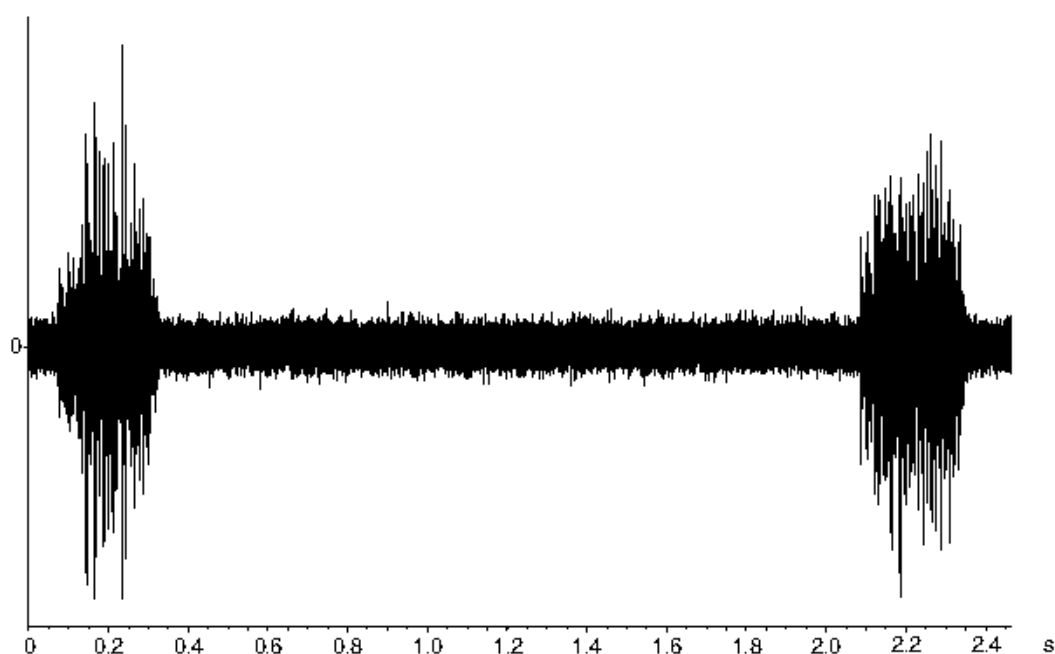


Figura 4.1.18.7. Oscilograma de un canto producido por una hembra de *S. arenarius* (Cantos: Sare3.mp3).

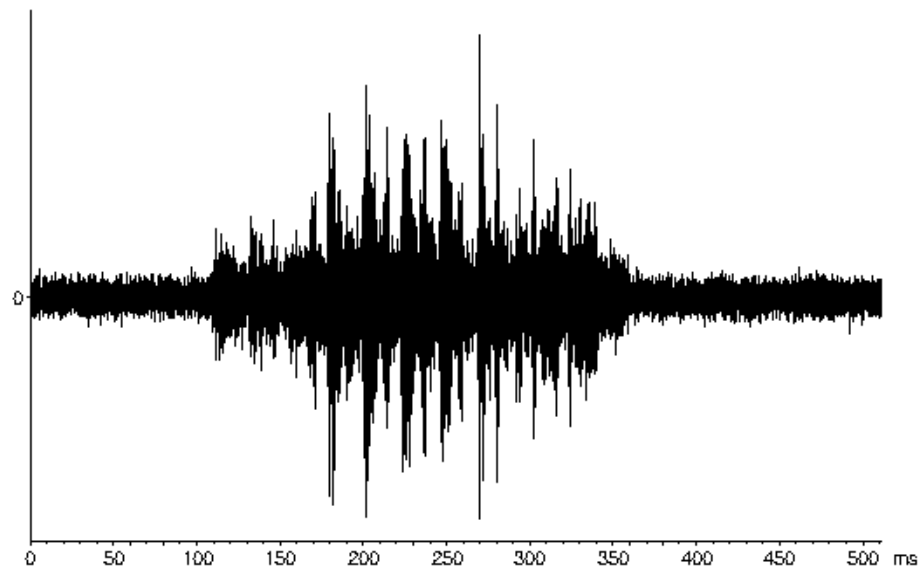


Figura 4.1.18.8. Equema de canto de una hembra de *S. arenarius* (Cantos: Sare4.mp3).

La duración de los esquemas estudiados es muy variable, entre 0,095 y 0,267 s, siendo el valor medio de $0,193 \pm 0,044$ s, al igual que el número de sílabas que lo forman, que oscila entre 10 y 31 (tablas 1 y 2, apéndice XVIII.II). Estos dos parámetros se encuentran muy relacionados (figura 4.1.18.9); el coeficiente de correlación de Pearson entre los dos parámetros es de 0,949.

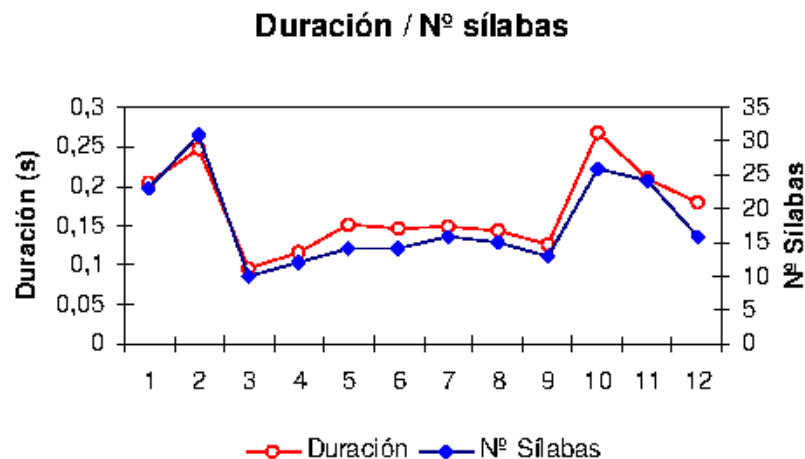


Figura 4.1.18.9. Relación entre la duración de los esquemas y el número de sílabas.

La tasa de producción de sílabas es $106,569 \pm 11,284$ sílabas por segundo (tabla 3, apéndice XVIII.II).

El intervalo entre las sílabas presenta una duración media de $0,010 \pm 0,001$ s (figura 4.1.18.10), (tabla 4, apéndice XVIII.II).

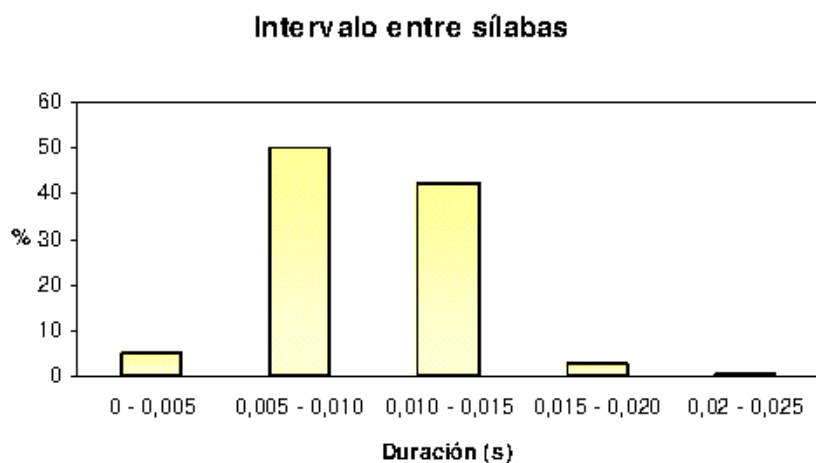


Figura 4.1.18.10. Duración del intervalo entre sílabas.

Las sílabas que forman los esquemas presentan unas características similares en cuanto a su espectro de frecuencia (figura 4.1.18.11).

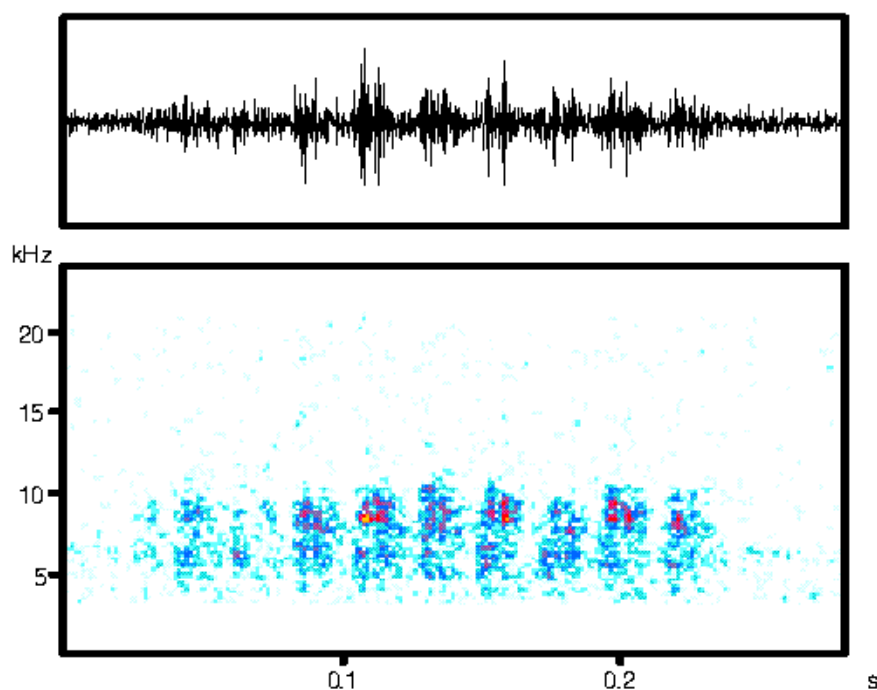


Figura 4.1.18.11. Sonograma de frecuencia de un esquema.

La frecuencia inferior media del canto es de 4780 ± 511 Hz (tabla 5, apéndice XVIII.II) y la superior es de 11235 ± 2819 Hz, siendo la amplitud de banda media de 6377 ± 3378 Hz (tabla 6, apéndice XVIII.II).

Aparece un pico de frecuencia con un valor medio de 7102 ± 181 Hz (figura 4.1.18.12), (tabla 7, apéndice XVIII.II).

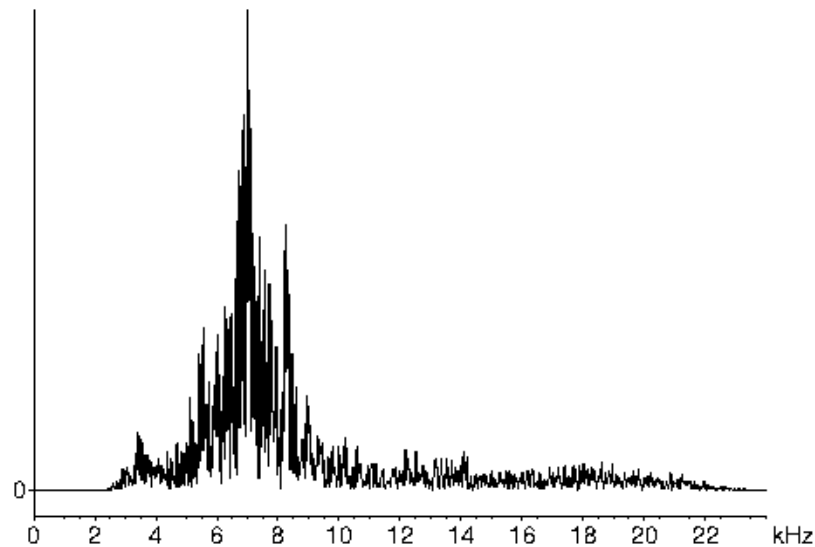


Figura 4.1.18.12. Espectrograma de frecuencias del canto producido por una hembra.

La distribución de la energía dada por los cuartiles es: cuartil inferior medio 6382 ± 165 Hz, cuartil medio 7987 ± 715 Hz y cuartil superior 12613 ± 1991 Hz (tablas 8,9 y 10 apéndice XVIII.II).

Los cantos producidos por los machos y las hembras de esta especie son similares. Los esquemas de los cantos producidos por las hembras son ligeramente más largos en el tiempo y, por tanto, en general, están formados por un mayor número de sílabas, pero el resto de parámetros temporales, (tasa de producción de sílabas, intervalo entre sílabas), y espectrales son muy parecidos.

Comportamiento

Los machos y las hembras de esta especie realizan movimientos de subir y bajar uno o ambos fémures posteriores, cuando interaccionan entre sí (figura 4.1.18.13), e intercalan estos movimientos con cantos de interacción (Vídeos: Sarenarius1.mpg).

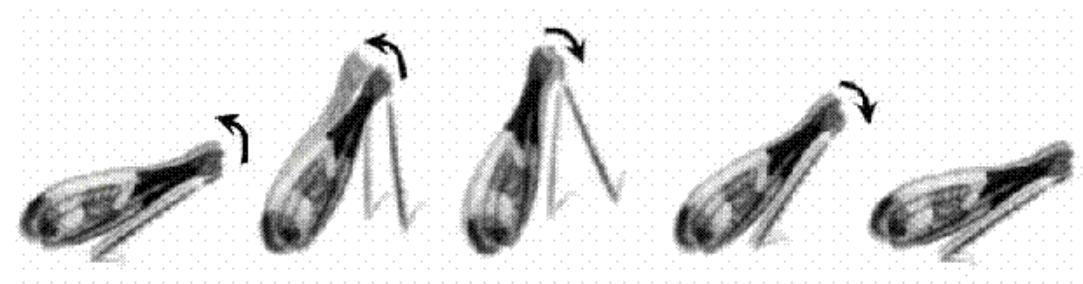


Figura 4.1.18.13. Movimiento realizado con las patas posteriores durante la interacción.

Si durante una interacción entre dos machos hay otros machos cerca, se unen al canto de los primeros formando un coro. Esto nunca ocurre en las hembras, aunque dos interaccionen las que se encuentran próximas no se unen.

Cuando un macho trata de copular con una hembra, se sitúa perpendicular a ella y comienza a realizar movimientos de interacción con las patas posteriores, los cuales intercala con sonidos producidos por estridulación (Vídeos: Sarenarius2.mpg), durante el transcurso del cortejo puede elevarse sobre las patas posteriores y curvar el abdomen y en esta posición realizar los cantos (figura 4.1.18.14).

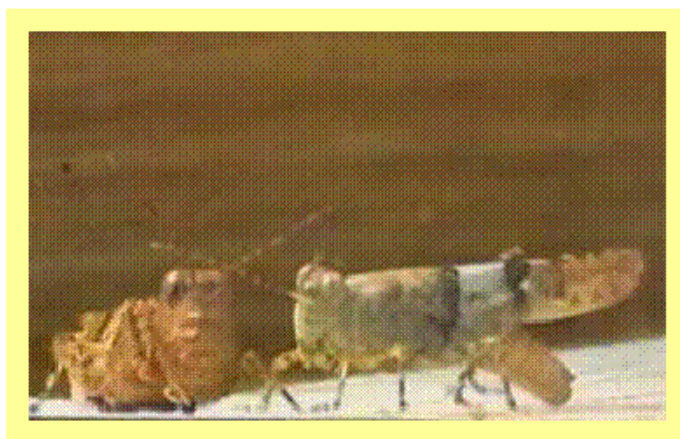


Figura 4.1.18.14. Posición adoptada por el macho cuando corteja a una hembra

Si cuando un macho trata de copular con una hembra hay otro macho en las proximidades, comenzará a realizar el canto mixto, como canto de rivalidad, introduciendo “ruido” durante el transcurso del cortejo (Vídeos: Sarenarius3.mpeg).

Este comportamiento también lo pueden realizar las hembras: mientras un macho corteja a una hembra, otra puede acercarse a la pareja y comenzar a realizar sonido mediante estridulación.

Para realizar el canto por estridulación los machos realizan movimientos muy rápidos de subir y bajar uno de los dos fémures posteriores (figura 4.1.18.15) y pueden intercalar el movimiento de una pata con el movimiento de la otra, emitiendo de esta forma dos cantos muy juntos en el tiempo.

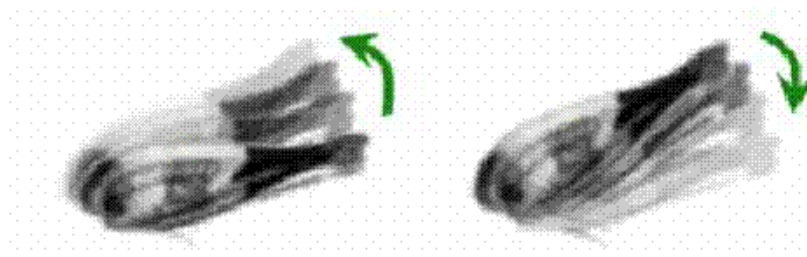


Figura 4.1.18.15. Movimiento realizado con las patas posteriores durante la estridulación.

Las hembras realizan el mismo movimiento, pero pueden hacerlo con ambos fémures posteriores o sólo con uno de ellos.

4.1.19. *Sphingonotus azurescens* (Rambur, 1838)

Biología:

Esta especie aparece citada por toda la Península Ibérica, sobre todo en el tercio meridional; las referencias son más escasas en el tercio septentrional.

Se encuentra desde el nivel del mar hasta los 1700 m.

Habita los lugares áridos con fuerte insolación y escasa cobertura vegetal

Se puede encontrar en estado adulto de julio a octubre.

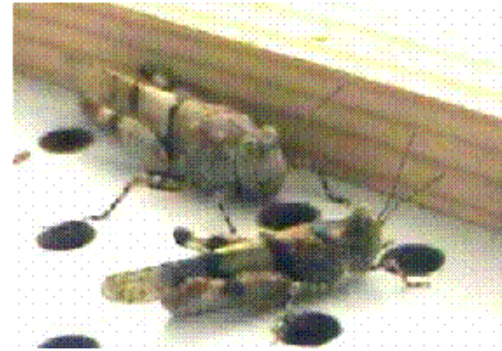


Figura 4.1.19.1. Macho y Hembra de *S.azurescens*.

Producción de sonido

Se ha registrado producción de sonido mediante estridulación por parte de los machos como canto de cortejo.

Sólo dos machos fueron grabados cortejando a una hembra; los demás, cuando se experimentó con ellos permanecían quietos y murieron antes de realizar algún canto o comportamiento. Por lo tanto no se puede afirmar que no exista canto ni comportamiento de interacción.

Referencias:

Material utilizado

Se ha estudiado la producción de sonido de 2 machos recolectados y grabados en las siguientes fechas y localidades:

- **Machos 1 y 2. Capturados:** Valsaín, Segovia. 19/09/2003. 1182 m. **Grabado:** Murcia 20, 26 y 29/09/2003.

Los registros analizados han sido:

Cinta 16/2003: ID 1, ID 6 e ID 7.

Cinta 17/2003 ID 1, ID 2.

La temperatura de grabación osciló entre los 30 - 35 °C.

Los filtros de frecuencias utilizados y las medidas de frecuencia tomadas han sido:

- **Sonido producido por estridulación:** Se ha analizado un total de 22 esquemas, utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 3000 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada esquema, excepto de uno de ellos, donde la relación señal/ruido hizo que fuera imposible.

Sonido producido por estridulación: Canto de cortejo.

El sonido producido por estridulación durante el cortejo consiste en esquemas formados por sílabas de intensidad variable (figura 4.1.19.2):

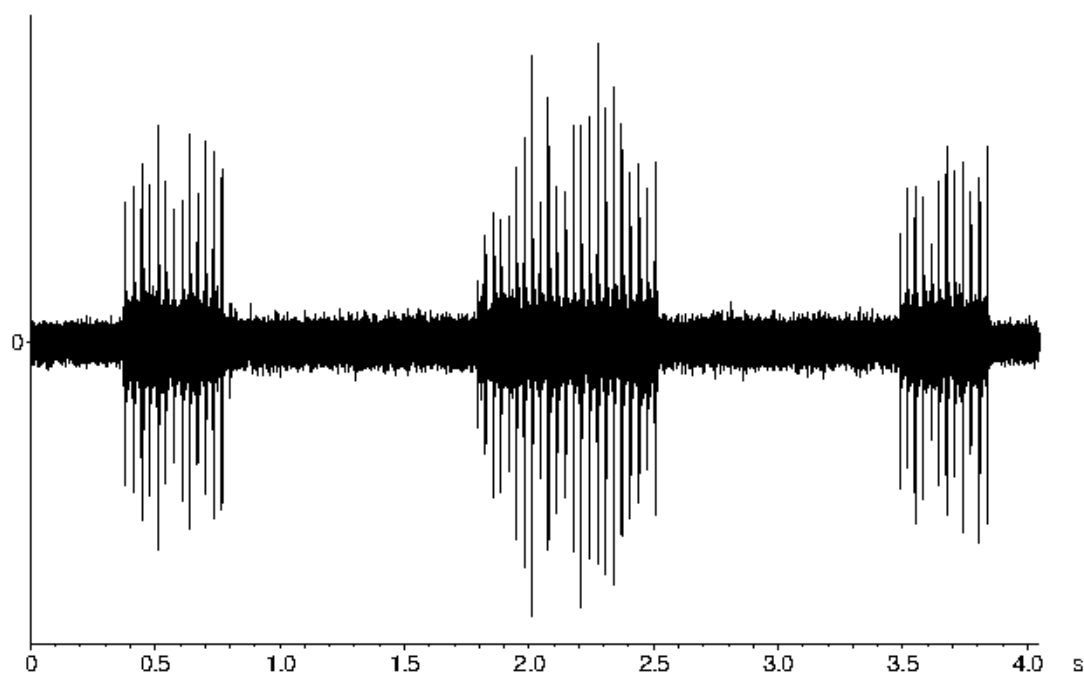


Figura 4.1.19.2. Canto de cortejo (Cantos: Sazu1.mp3).

La duración de los esquemas varía entre 0,149 y 0,939 (tabla 1, apéndice XIX.I), siendo el valor medio encontrado de $0,471 \pm 0,062$ s. El número de sílabas que lo forman también es muy variable entre 5 y 30 (tabla 2, apéndice XIX.I). Ambos parámetros se encuentran muy relacionados, siendo el coeficiente de correlación de Pearson entre ellos de 0,988 (figura 4.1.19.3)

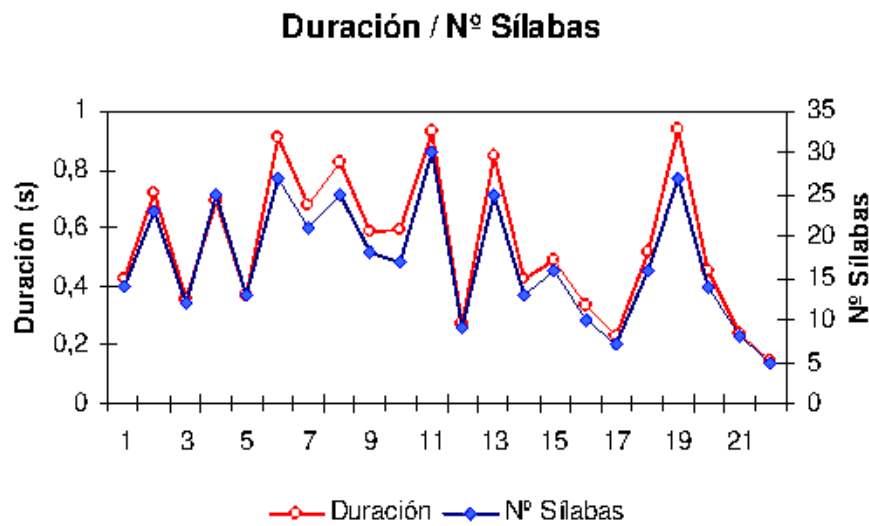


Figura 4.1.19.3. Relación entre la duración y el número de sílabas del esquema.

La duración de las sílabas que forman el esquema se encuentra entre 0,003 y 0,013 s (tabla 3, apéndice XIX.I), siendo el valor medio de 0,007 s; c y el silencio entre ellas presenta una duración media de $0,027 \pm 0,001$ s (figura 4.1.19.4 y 4.1.19.5; tabla 5, apéndice XIX.I)

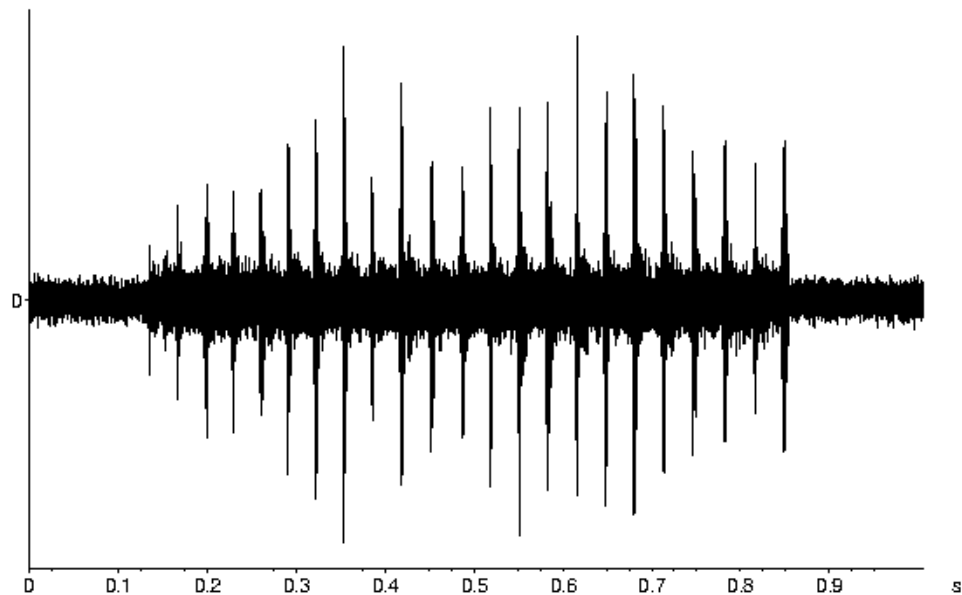


Figura 4.1.19.4. Esquema del canto de cortejo (Cantos: Sazu2.mp3).

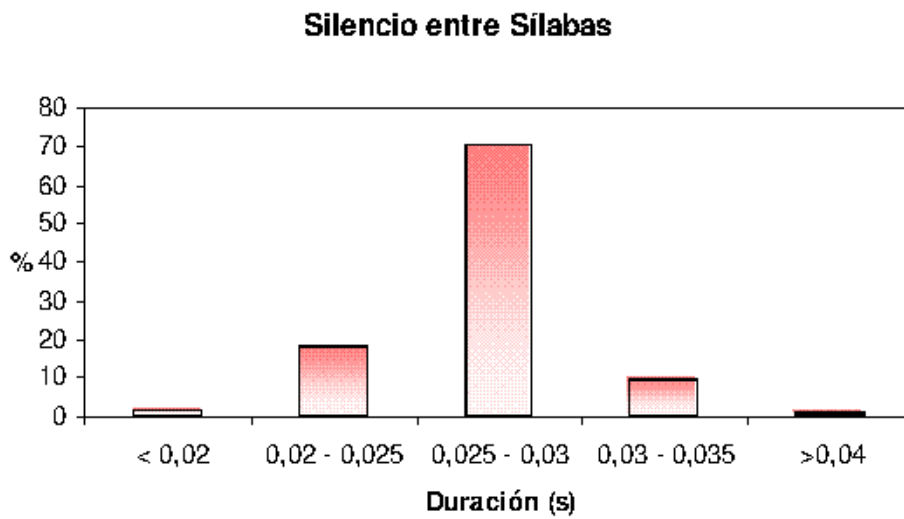


Figura 4.1.19.5. Duración del silencio entre sílabas.

La tasa de producción de sílabas es de 32 ± 2 sílabas por segundo (tabla 4, apéndice XIX.I).

La banda de frecuencia que presentan las sílabas del canto es similar (figura 4.1.19.6):

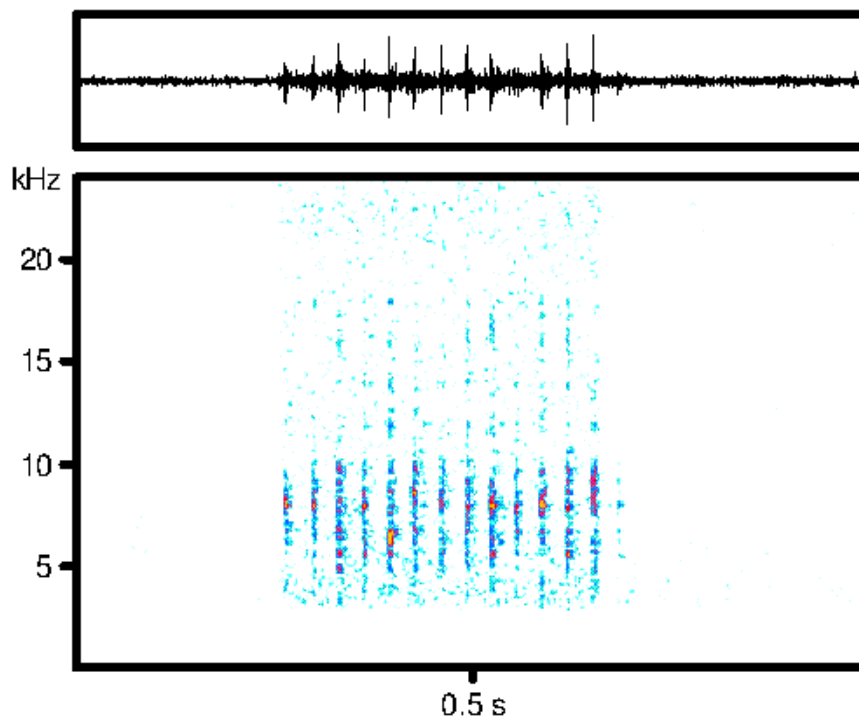


Figura 4.1.19.6. Sonograma de frecuencia del canto de cortejo.

La frecuencia inferior media es 4803 ± 697 Hz, la superior es 16303 ± 407 Hz, siendo la amplitud de banda de 11588 ± 979 Hz (tablas 6, 7 y 8; apéndice XIX.I).

En esta banda aparece un pico de frecuencia muy variable, entre 6560 y 9090 Hz; incluso, puede aparecer dos picos entre estos valores (figuras 4.1.19.7 y 4.1.19.8) .El valor medio encontrado de 7775 ± 134 Hz (tabla 9, apéndice XIX.I)

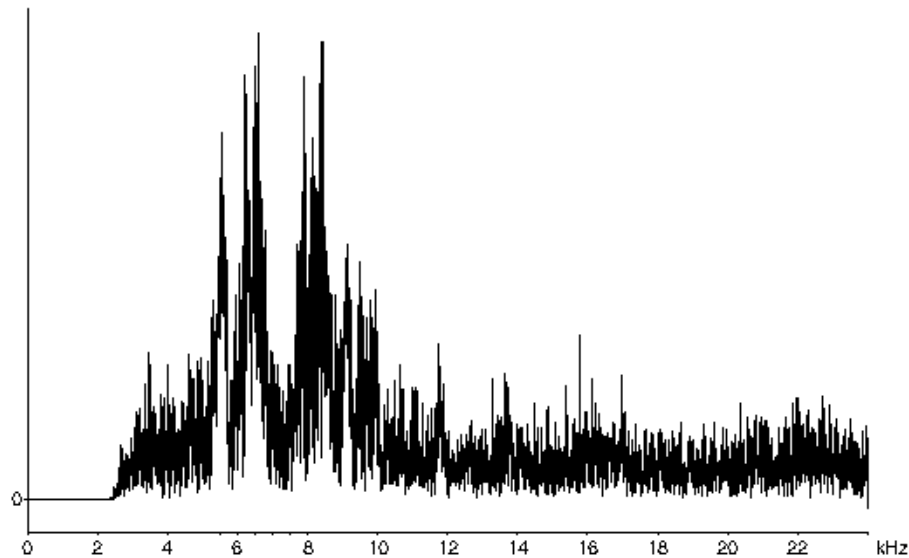


Figura 4.1.19.7. Espectrograma de frecuencias con 2 picos.

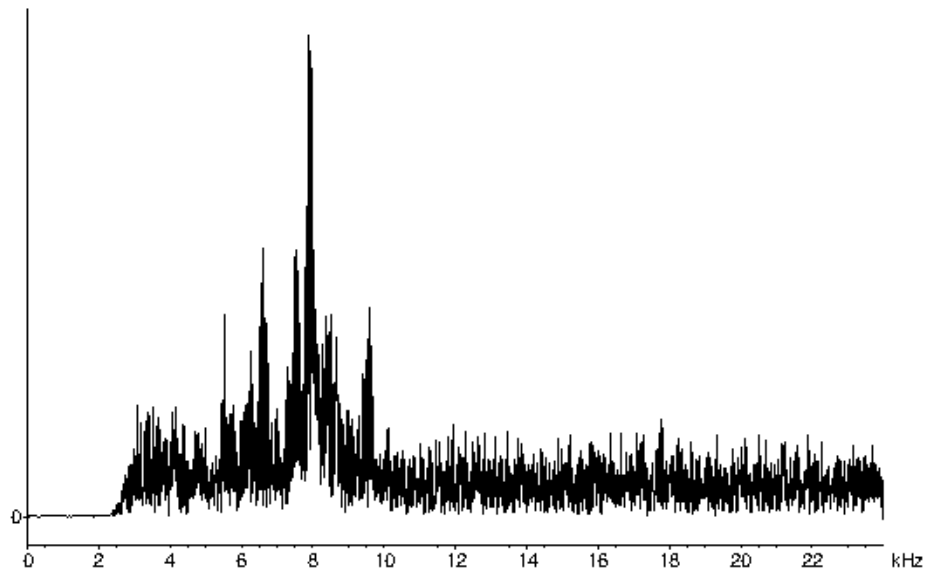


Figura 4.1.19.8. Espectrograma de frecuencia con un solo pico.

La distribución de la energía dada por los cuartiles es la siguiente: cuartil inferior 6958 ± 562 Hz, cuartil medio 8733 ± 470 Hz y el cuartil superior es 13803 ± 2153 Hz (tablas 10, 11 y 12; apéndice XIX.I).

Comportamiento

En la población muestreada no había un gran número de individuos y resultaron ser muy sensibles al transporte y a la cautividad, sobre todo los machos.

Debido a que los individuos con los que se experimentó permanecían quietos la mayoría del tiempo, sólo se va a describir el comportamiento que desarrollaron al tratar de copular con una hembra.

En estas ocasiones, los machos se acercan a la hembra y se sitúan perpendicular o detrás de ella. En esta posición realizan movimientos de subir y bajar ambos fémures posteriores (figura 4.1.19.9) que intercalan con movimientos de estridulación.

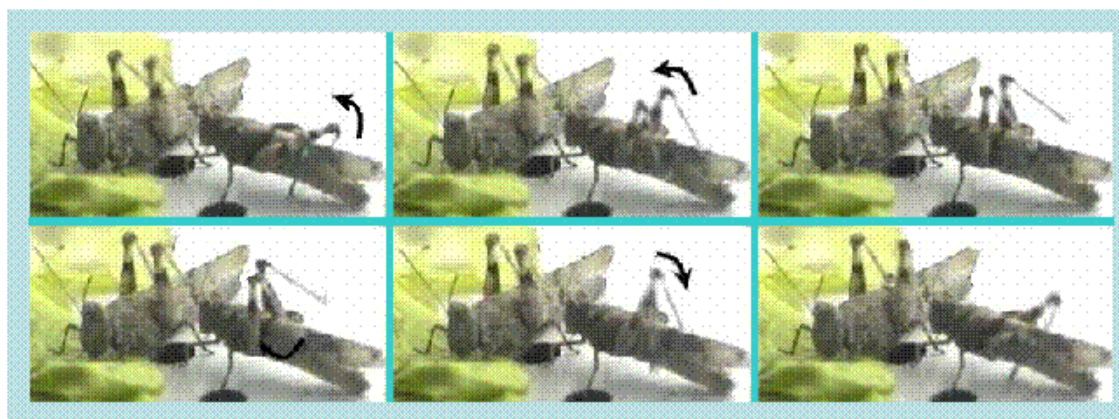


Figura 4.1.19.9. Movimientos de interacción realizados por el macho.

Durante el cortejo el macho puede elevarse sobre las patas anteriores y curvar el abdomen (figura 4.1.19.10), y en esta posición emitir cantos.



Figura 4.1.19.10. Macho elevado sobre sus patas delanteras.

Además de realizar movimientos de subir y bajar ambos fémures y de estridulación, el macho puede intercalar otros movimientos, como la elevación de uno de los fémures posteriores y extensión de la tibia; este movimiento resulta conspicuo por el color negro de la cara interna de los fémures posteriores y azul claro de las tibias (figura 4.1.19.11; Vídeos: Sazurescens1.mpeg).

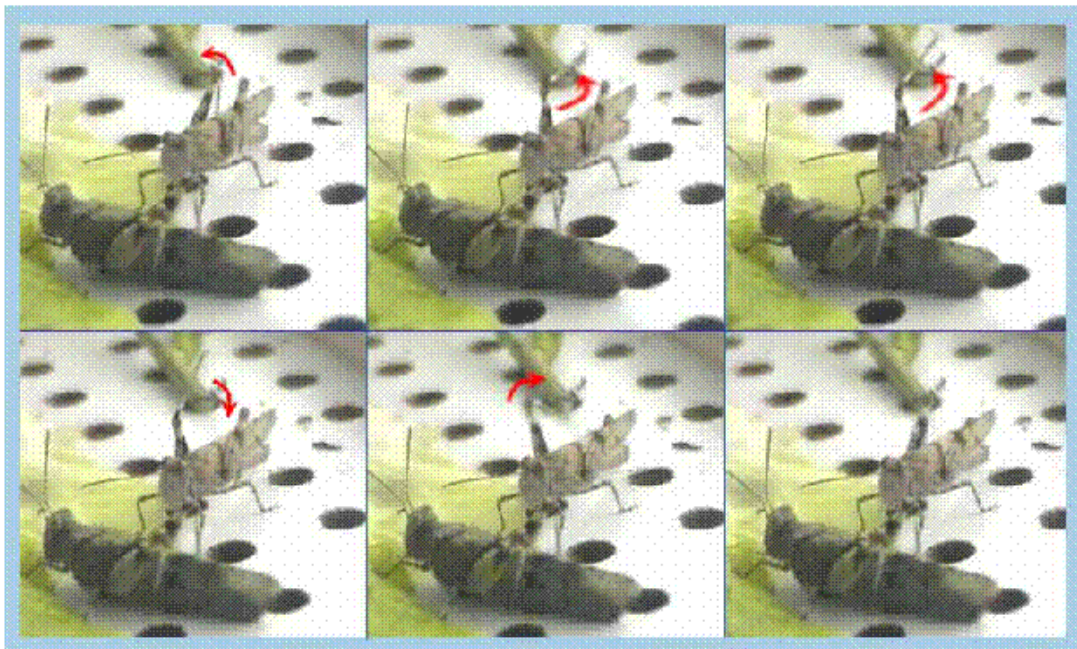


Figura 4.1.19.11. Macho realiza una extensión de la tibia posterior derecha.

Cuando una hembra no está interesada en copular con un macho, eleva las patas posteriores y puede extender bruscamente una de las tibias (S.azurescens1.mpg).

Para realizar el canto de estridulación, los machos elevan y bajan sincrónicamente ambos fémures posteriores (figura 4.1.19.12)

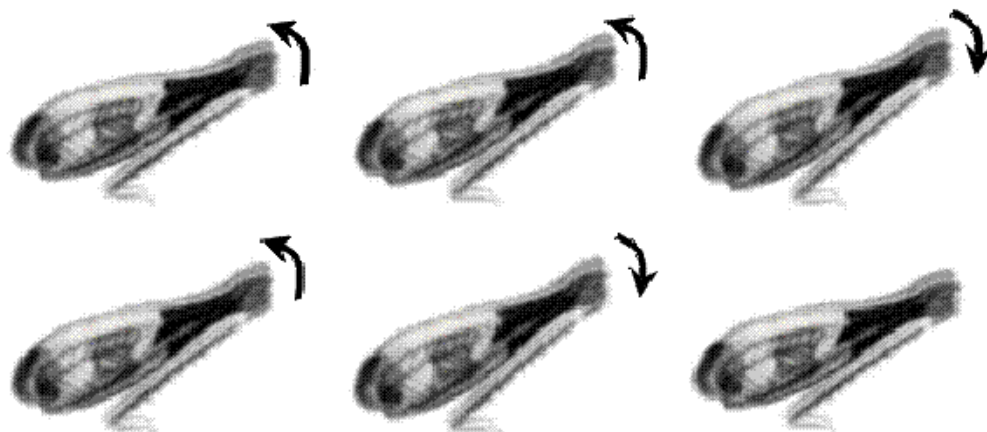


Figura 4.1.19.12. Movimiento realizado con las patas posteriores para emitir el canto de estridulación.

El movimiento que produce una sílaba es de muy baja amplitud, apenas perceptible, y lo repiten de forma continuada para emitir los esquemas (vídeos: *Sazurescens2.mpeg*).

4.1.20. *Sphingonotus caerulans caerulans* (Linneo, 1758)

Biología

En la revisión realizada por Défaut (2003) sitúa en el tercio septentrional de la Península Ibérica.

Esta especie es un geófilo estricto. Vive en zonas muy insoladas con matorral bajo.



Figura 4.1.20.1. Macho (izquierda) de y hembra de *S. caerulans*

Ha sido capturado en estado adulto desde junio a septiembre.

Producción de sonido:

Se ha registrado producción de sonido mediante estridulación por parte de un macho y una hembra de esta especie.

El macho realiza dos tipos de sonido: como canto de interacción y como canto de cortejo; las hembras realizan canto de interacción.

Referencias: Pantel (1896), Faber (1928, 1936, 1953), Jacobs (1950), Weber (1984), Bellman (1985), Bellman & Luquet(1995).

Material utilizado

Se ha estudiado la producción de sonido de un macho recolectado y grabado en la siguiente fecha y localidad:

- **Macho 1. Capturado:** Sipán Huesca. 7/08/2002. **Grabado:** Zaragoza. 7/08/2002.

Los registros analizados han sido:

Cinta 10/2002: ID 2.

La temperatura de grabación fue de 34 ° C.

Los filtros de frecuencias utilizados y las medidas de frecuencia tomadas han sido:

- **Sonido producido por estridulación: canto de interacción:** Se ha analizado un total de 8 esquemas utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 1500 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada esquema.
- **Sonido producido por estridulación: canto de cortejo:** Se ha analizado un total de 5 esquemas utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 1500 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada esquema.

Sonido producido por estridulación: canto de interacción.

Pantel (1896) y posteriormente Bellman (1988) y Bellman & Luquet (1995) indican la producción de cortos cantos mediante estridulación del fémur contra la tegmina cuando varios machos se encuentran cerca. Este canto al que se refieren, pero que no describen, es el que hemos denominado canto de interacción y que posiblemente sea un canto mixto, y, por tanto, realice también la función de canto de coro.

Este canto de interacción consiste en una sucesión de esquemas (figura 4.1.20.2):

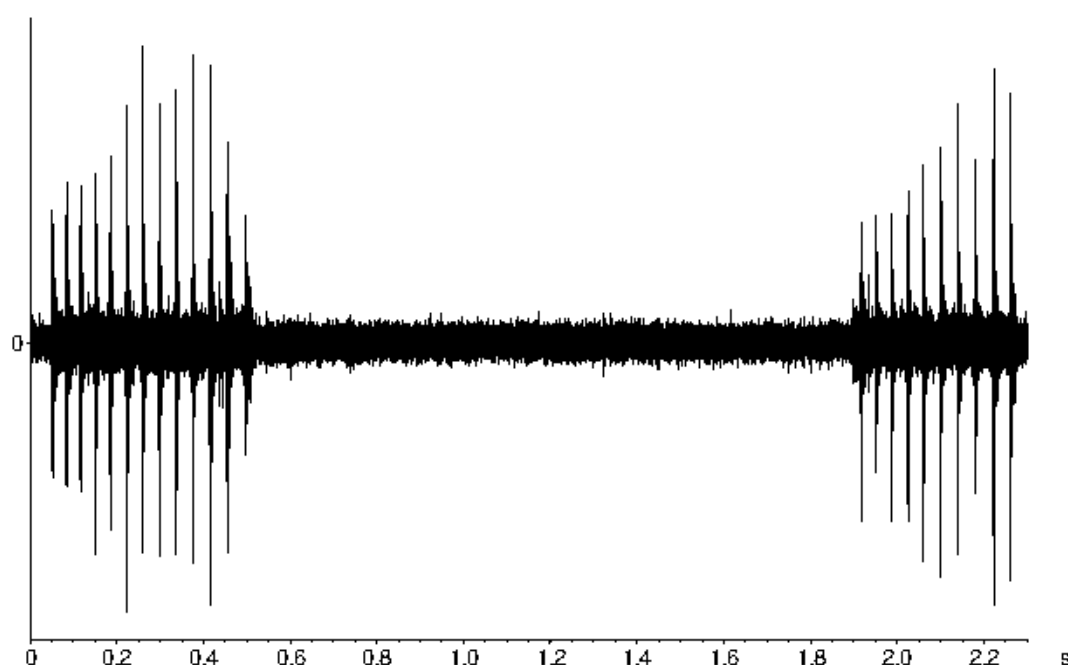


Figura 4.1.20.2. Canto de interacción formado por 2 esquemas (Cantos: S.caer1.mp3)

Los esquemas presentan una duración media de $0,353 \pm 0,084$ s (tabla 1, apéndice XX.I), y se encuentran formados por un número variable de sílabas que oscila entre 8 y 14 (figura 4.1.20.3; tabla 2, apéndice XX.I).

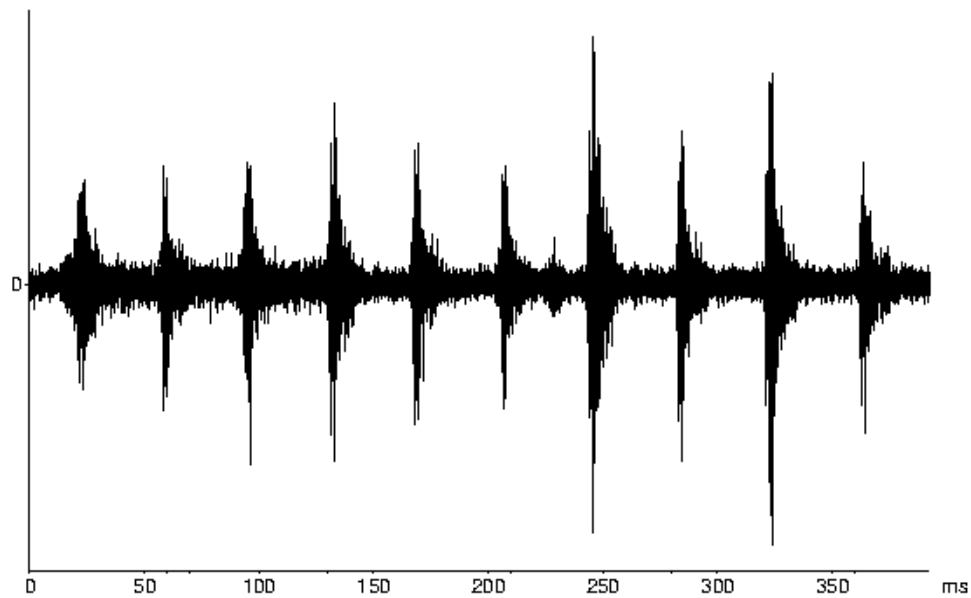


Figura 4.1.20.3. Equema formado por 10 sílabas (Cantos S.caer2.mp3)

La tasa de producción de sílabas es de $29,5 \pm 1,6$ sílabas por segundo (tabla 3, apéndice XX.I).

La duración y el número de sílabas que forman el equema son dos parámetros muy relacionados siendo el coeficiente de correlación de Pearson entre ellos de 0,99 (figura 4.1.20.4).

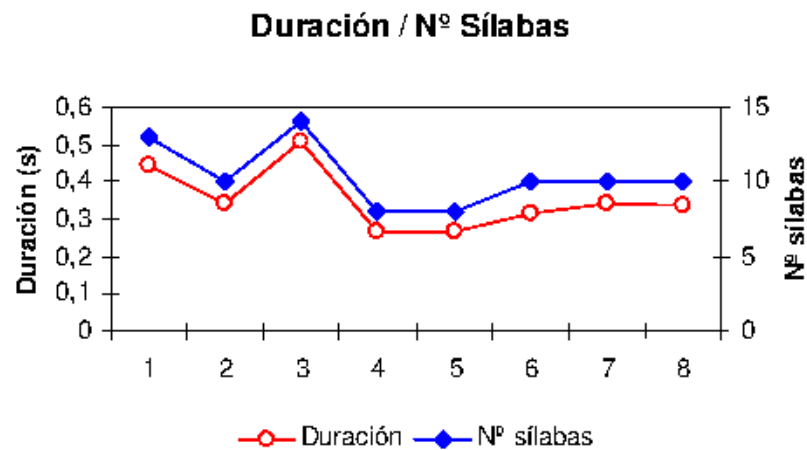


Figura 4.1.20.4. Relación entre la duración del equema y el número de sílabas que lo forman.

El intervalo entre sílabas presenta una duración media de $0,038 \pm 0,003$ s (figura 4.1.20.5; tabla 4, apéndice XX.I):

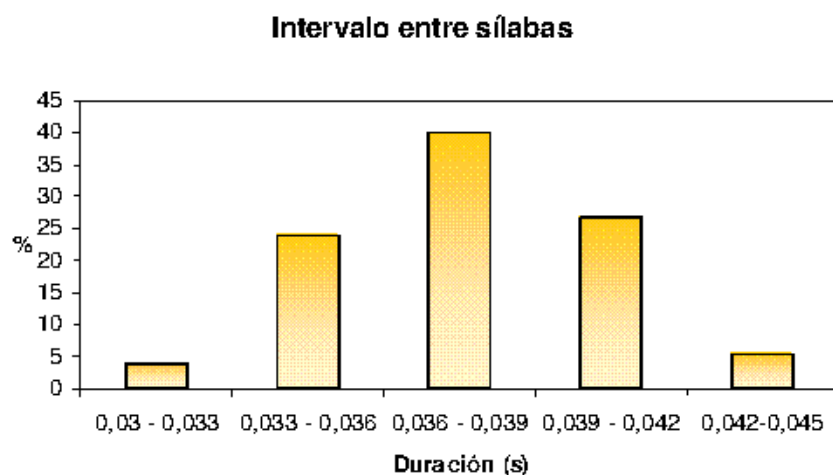


Figura 4.1.20.5. Duración del intervalo entre sílabas.

En raras ocasiones podemos encontrar entre las sílabas de alta intensidad sílabas de muy baja intensidad; cuando esto ocurre el intervalo presenta una duración inferior (figura 4.1.20.6).

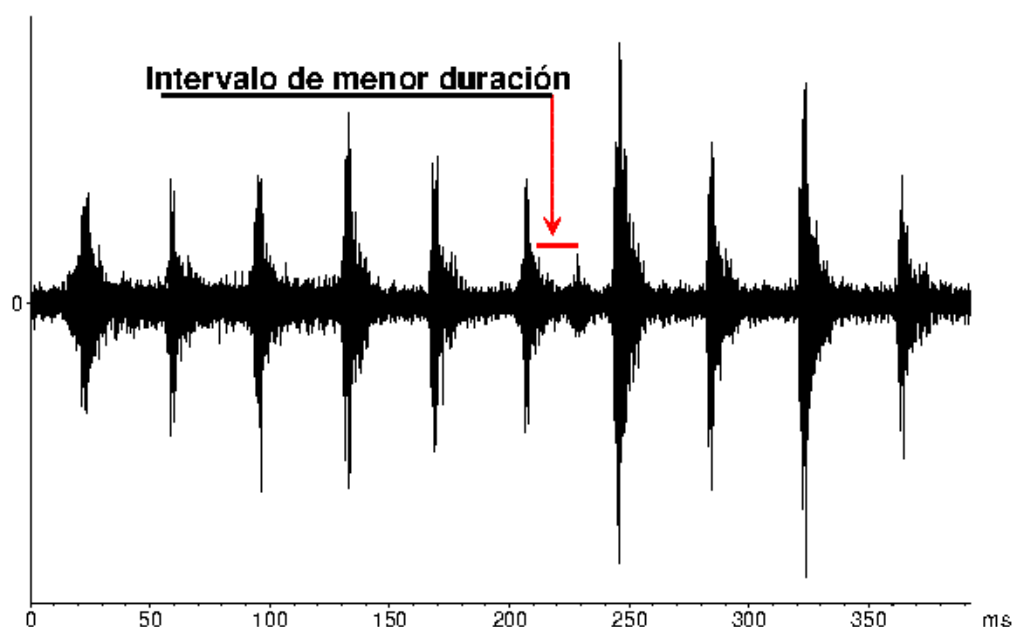


Figura 4.1.20.6. Intervalo entre sílabas.

Las sílabas de los esquemas presentan similar banda de frecuencia (figura 4.1.20.7)

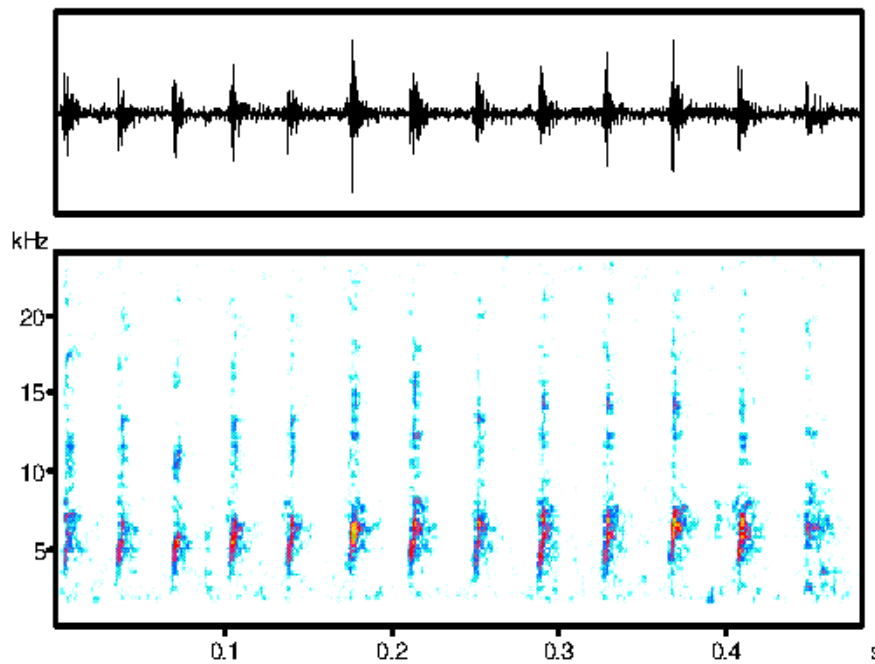


Figura 4.1.20.7. Sonograma de frecuencias de un esquema del canto de interacción.

La banda de frecuencia se encuentra entre los 3112 ± 791 Hz, frecuencia inferior, y los 14204 ± 889 Hz, frecuencia superior; la amplitud de banda es de 11089 ± 1237 Hz (tablas 5, 6 y 7, apéndice XX.I)

Aparece un pico de frecuencia con un valor medio de 5626 ± 652 Hz (figura 4.1.20.8, tabla 8; apéndice XX.I)

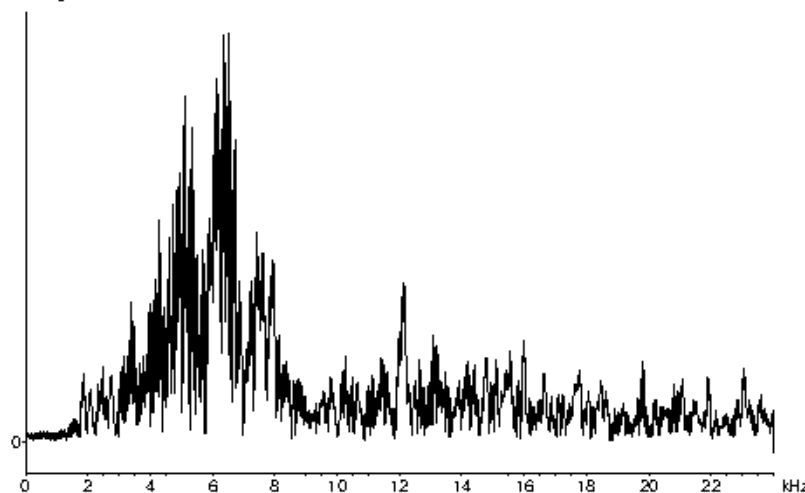


Figura 4.1.20.8. Espectrograma de frecuencias del canto de interacción.

La distribución de la energía dada por los cuartiles es: cuartil inferior 5438 ± 449 Hz, cuartil medio 7698 ± 954 Hz, y cuartil superior 14311 ± 1059 Hz (tablas 11, 12, 13, apéndice XX.I).

Sonido producido por estridulación: canto de cortejo.

Cuando un macho corteja a una hembra emite uno o varios esquemas (figura 4.1.20.8) antes de saltar o subirse encima de ella.

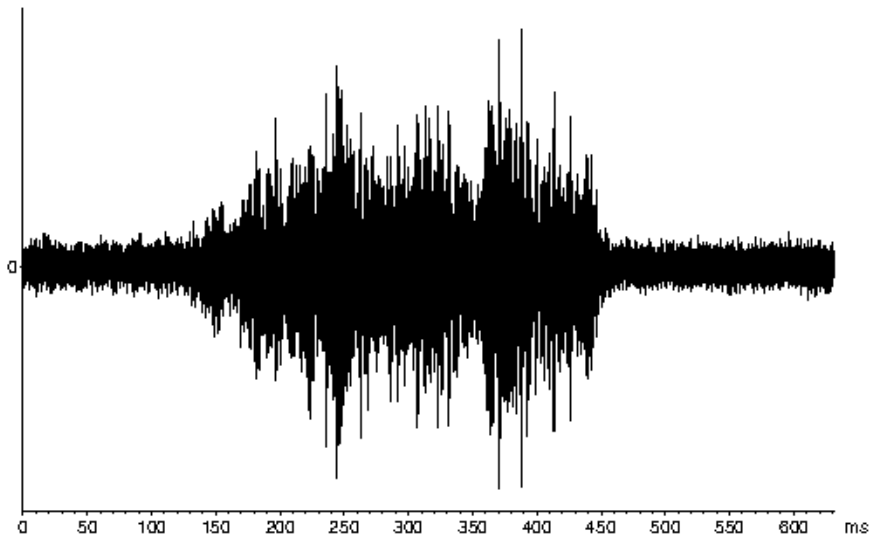


Figura 4.1.20.8. Esquema del canto de cortejo (cantos: Scaer3.mp3).

Estos esquemas presentan una duración media de $0,258 \pm 0,064$ s (tabla 1, apéndice XX.III) y su frecuencia principal se mantiene estable en todo el esquema, no hay modulación de la frecuencia (figura 4.1.20.9).

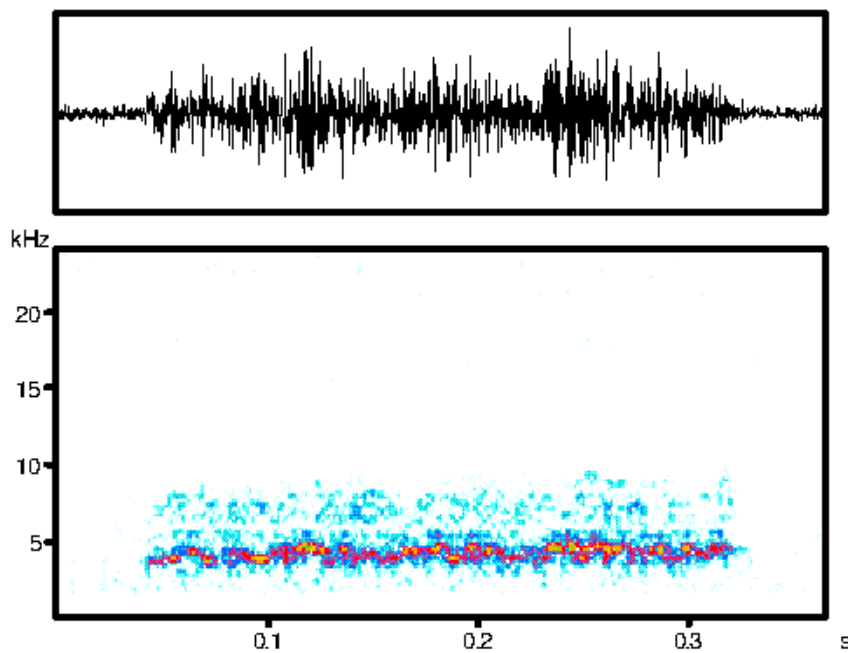


Figura 4.1.20.9. Sonograma del canto de cortejo.

La frecuencia inferior media del canto es 2312 ± 339 Hz., la superior es 7294 ± 320 Hz., siendo la amplitud de banda de 4982 ± 310 Hz (tablas 2,3 y 4; apéndice XX.III).

Aparece un pico principal de frecuencia con un valor medio de 3990 ± 125 Hz (tabla 5, apéndice XX.III; figura 4.1.20.10)

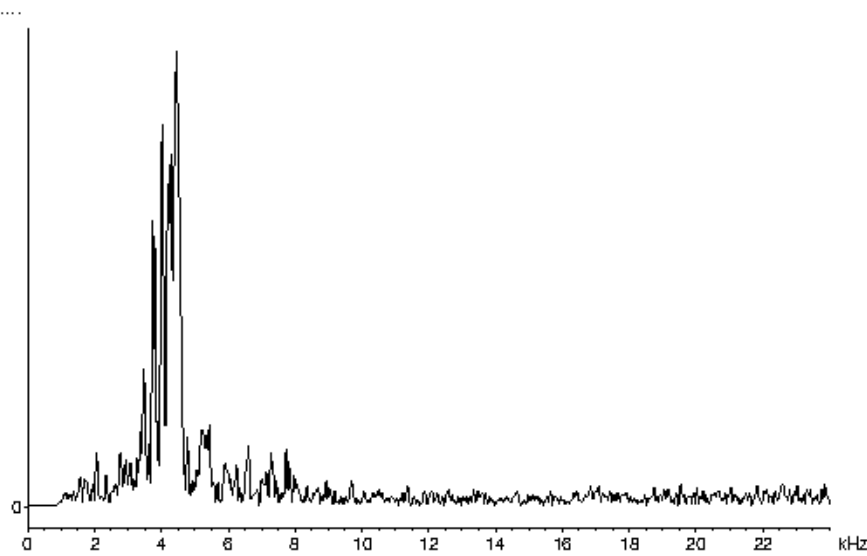


Figura 4.1.20.10. Espectrograma del canto de cortejo.

En un 40% de los cantos aparece un segundo pico de frecuencia con mucha menor intensidad relativa que presenta un valor medio de 6353 ± 244 Hz (tabla 6, apéndice XX.III; figura 4.1.20.11):

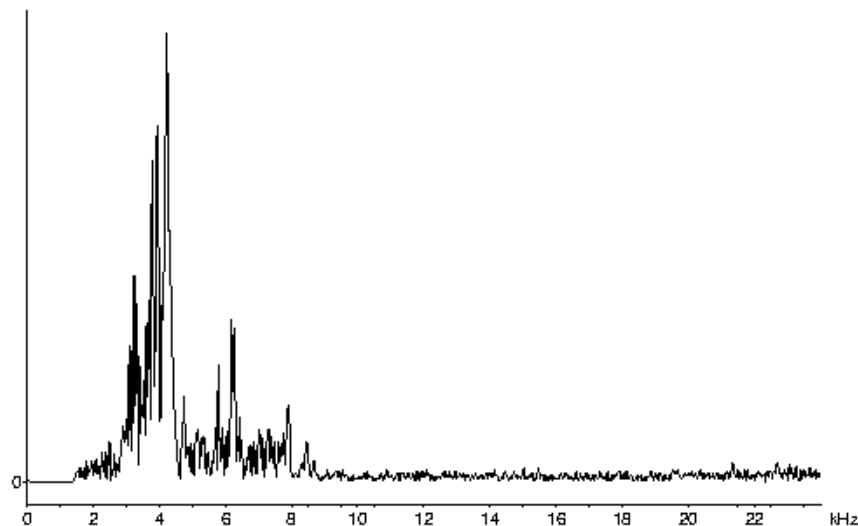


Figura 4.1.20.11. Espectrograma de frecuencia del canto de cortejo.

La distribución de la energía de la señal dada por los cuartiles medios es: cuartil inferior 3500 ± 159 Hz, cuartil medio 5016 ± 298 Hz y cuartil superior 11700 ± 11520 Hz (tablas 7,8 y 9, apéndice XX.III).

Comportamiento

El macho de esta especie cuando interactúa con otro individuo realiza movimientos de subir y bajar ambos fémures posteriores (figura 4.1.20.12).



Figura 4.1.20.12. Movimiento realizado durante la interacción entre dos individuos.

Se ha registrado el canto de interacción del macho cuando interactuaba con una hembra, pero no se puede afirmar que este canto no aparezca como canto mixto, en situaciones de rivalidad y para formar coros, puesto que estas situaciones no fueron observadas.

Para emitir este canto (Vídeos: Scaeruleus1.mpg) eleva y baja los fémures posteriores, al mismo tiempo que los acercan entre sí, rozándolos con las tegminas (figura 4.1.20.13):

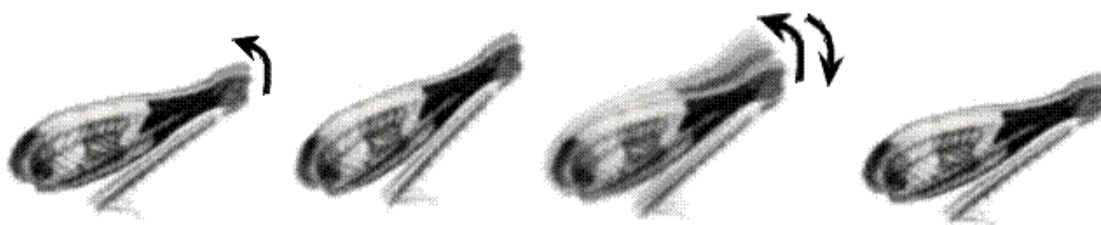


Figura 4.1.20.13. Movimiento realizado con los fémures posteriores para emitir el canto de interacción.

Cuando un macho trata de copular con una hembra realiza uno o varios cantos de cortejo antes de subirse o saltar encima de ella (Vídeos: Scaeruleus2.mpg).

Para realizar el canto de cortejo los machos de esta especie elevan ambos fémures posteriores y realizan varios movimientos en tijera, de forma que cuando un fémur sube el otro baja (figura 4.1.20.14).

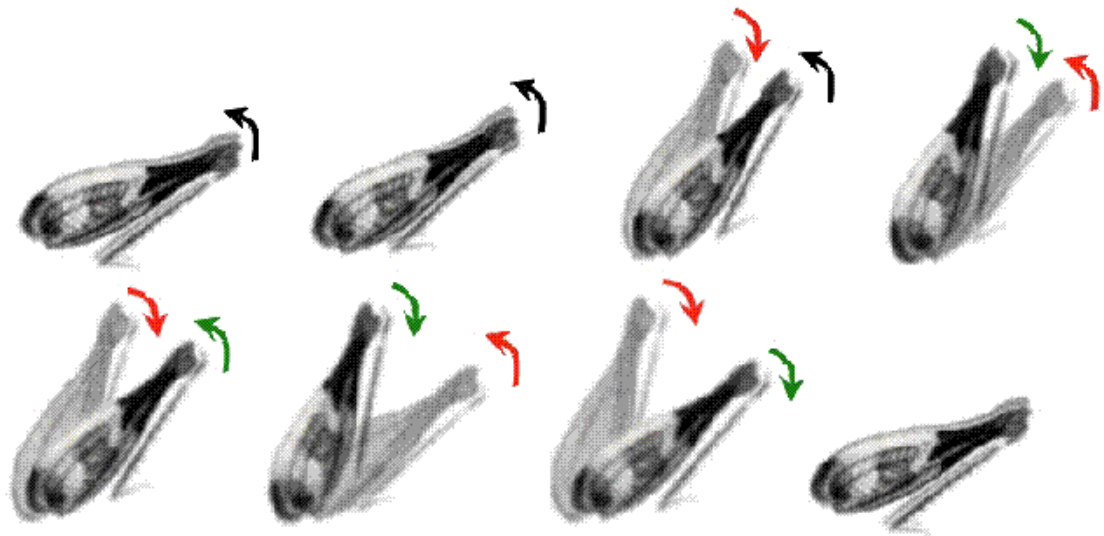


Figura 4.1.20.20. Movimiento realizado con los fémures posteriores para emitir el canto de cortejo.

4.1.21. *Sphingonotus octofasciatus* (Serville, 1989)

Biología

Esta especie en la Península Ibérica se encuentra en la depresión de la Sierra de Guadix-Baza.

Vive en las estepas áridas, en zonas muy insoladas, con poca vegetación. Es una especie geófila.

Ha sido capturado en estado adulto desde la primera quincena de mayo hasta finales de julio.

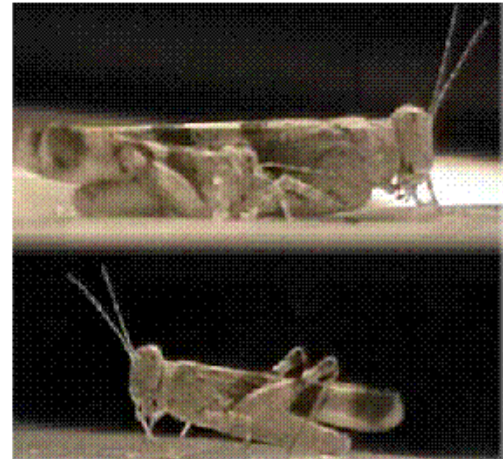


Figura 4.1.21.1. Hembra y macho (arriba) y macho (abajo) de *S. octofasciatus*

Producción de sonido

García *et al.* (2001) indican la presencia de dos tipos de canto producido por los machos de esta especie: canto de cortejo y canto de interacción.

En los individuos estudiados se han registrado estos dos tipos de canto, aunque el que es denominado canto de interacción por García *et al.* (2001) se ha denominado canto mixto puesto que se ha observado que, además de producirlo “en situaciones de aparente perturbación, debida, en general, al deambular de otros individuos...” lo producen como canto de coro y canto de rivalidad. Tanto el canto mixto como el canto de cortejo son producidos mediante estridulación.

Referencias: García *et al.* (2001)

Material utilizado

Se ha estudiado la producción de sonido de 4 machos recolectados y grabados en las siguientes fechas y localidades:

- **Machos 1, 2, 3, 4. Capturados:** Sierra de Baza. Hoya de Salazar. Granada. 18/06/2002. **Grabados:** Facultad de Biología, Campus de Espinardo. 18/06/2002; 19/06/2002; 20/06/2002, 25/06/2002 y 26/06/2002.

Los registros analizados han sido:

Cinta 1/2002: ID 0, ID 1, ID 3, ID 7, ID 9..

Cinta 14/2001 ID 0, ID 2, ID 3.

Cinta 15/2001 ID2, ID3.

La temperatura de grabación osciló entre los 34- 38 °C.

Los filtros de frecuencias utilizados y las medidas de frecuencia tomadas han sido:

- **Sonido producido por estridulación. Canto mixto:** Se ha analizado un total de 53 esquemas pertenecientes a los cuatro machos utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 1500 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada esquema.

- **Sonido producido por estridulación. Canto de cortejo:** Se ha analizado un total de 27 esquemas pertenecientes a los cuatro machos utilizando un filtro de paso de banda entre 1000 y 15000 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada elemento del canto.

Sonido producido por estridulación: canto mixto

El canto mixto consiste en series de esquemas formados por sílabas de intensidad variable (figura 4.1.21.2). El número de esquemas que emite el macho depende de la duración de la interacción entre los individuos.

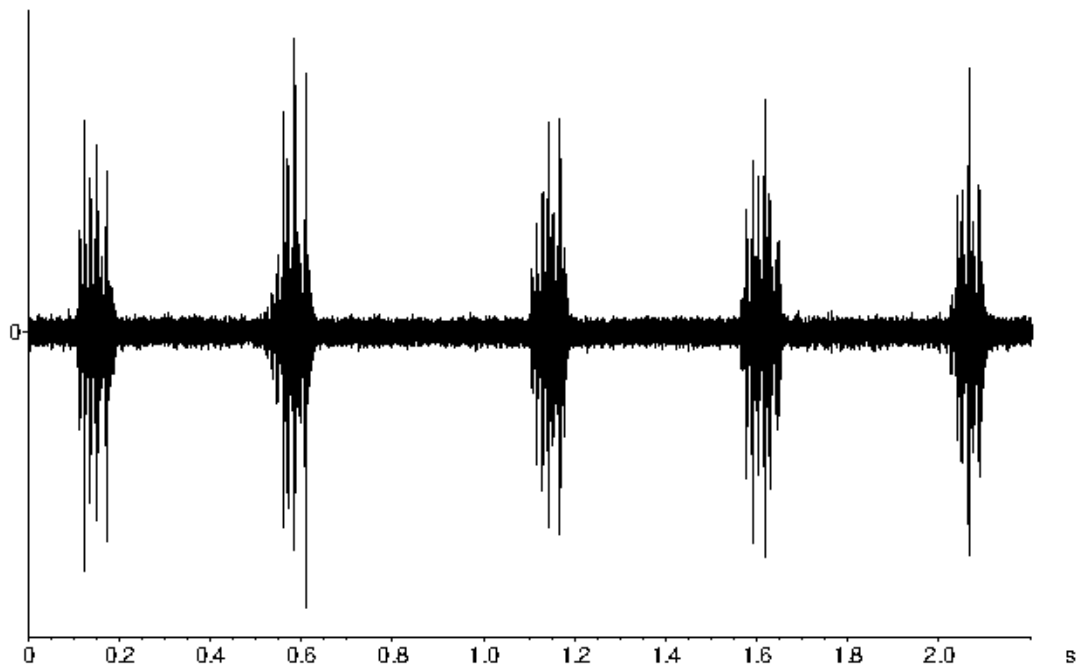


Figura 4.1.21.2. Canto mixto de *S. octofasciatus*. (Cantos: Soct1.mp3)

La duración de los esquemas oscila entre 0,045 y 0,114 s, siendo el valor medio de $0,074 \pm 0,012$ s (tabla 1, apéndice XXI.I), y el número de sílabas que lo forman entre 4 y 9 (tabla 2, apéndice XXI.I), aunque los más frecuentes son 5 (32,1%) y 6 (35,87%), (figura 4.1.21.3).

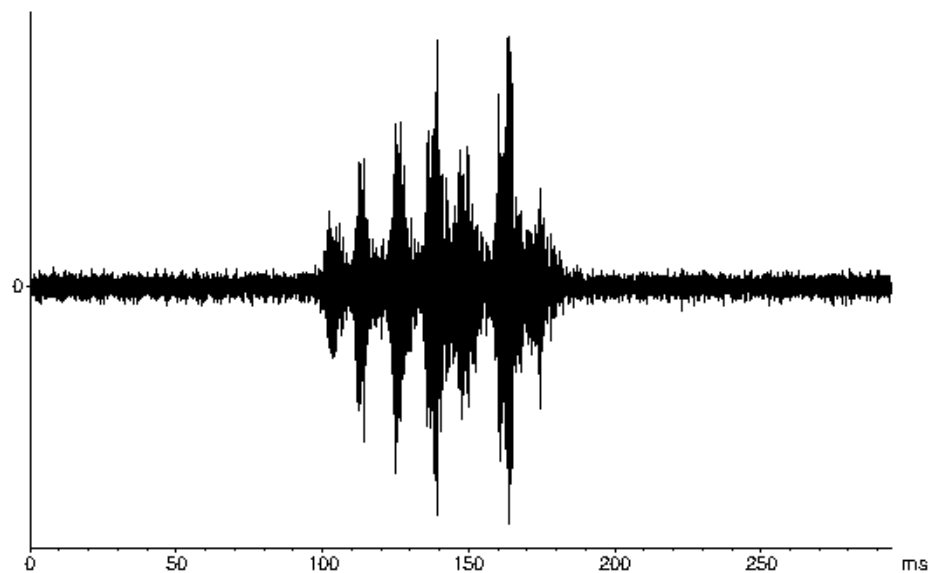


Figura 4.1.21.3. Esquema del canto mixto (Cantos:Soct2.mp3)

Estos dos parámetros, duración y número de sílabas se encuentran relacionados significativamente (figura 4.1.21.4), siendo el coeficiente de correlación de Pearson entre ellos de 0,771.

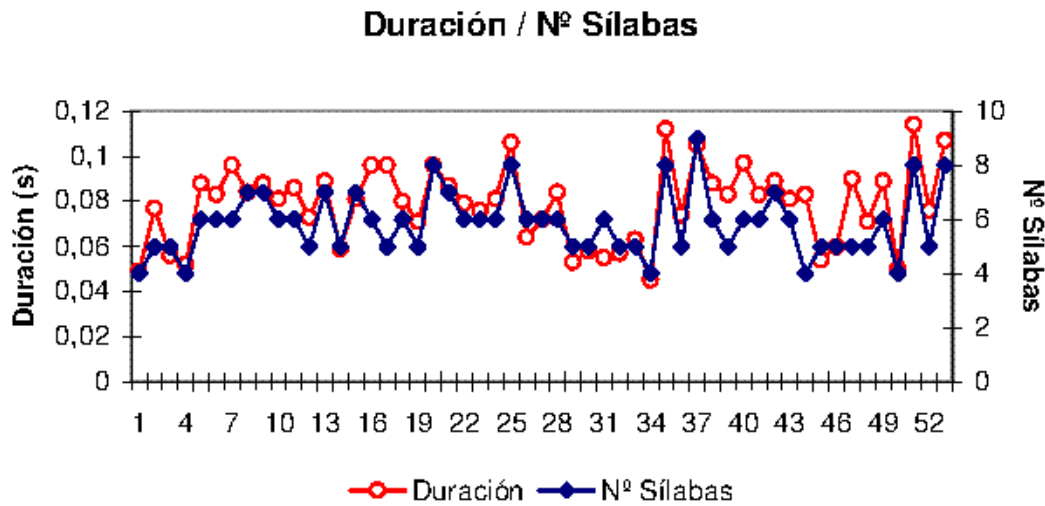


Figura 4.1.21.4. Relación entre la duración y el número de sílabas del equema.

La tasa media de producción de sílabas es de 76,7 (5,7 sílabas por segundo (tabla 3, apéndice XXI.I). La duración media del intervalo entre sílabas es 0,013 (0,001 (tabla 4, apéndice XXI.I; figura 4.1.21.5).

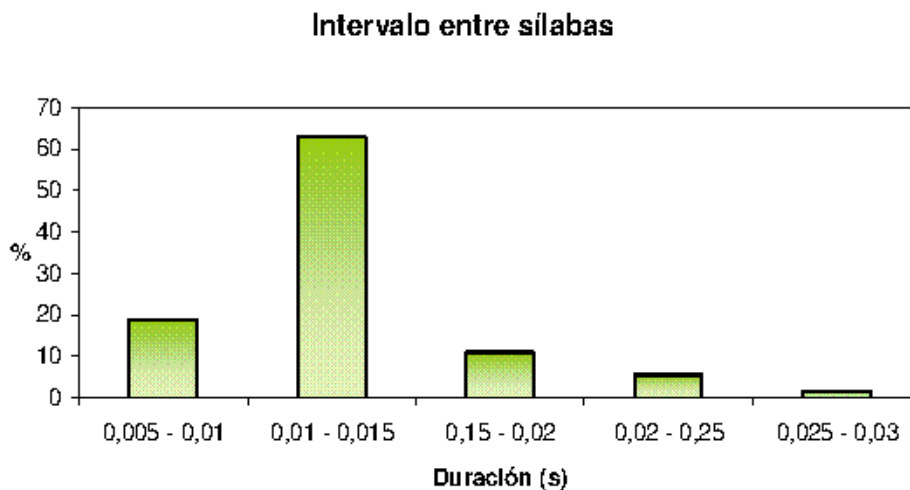


Figura 4.1.21.5. Duración del intervalo entre sílabas.

Las características espectrales de este canto son muy variables, tanto en la amplitud de banda como en el pico principal de frecuencia (figura 4.1.21.6).

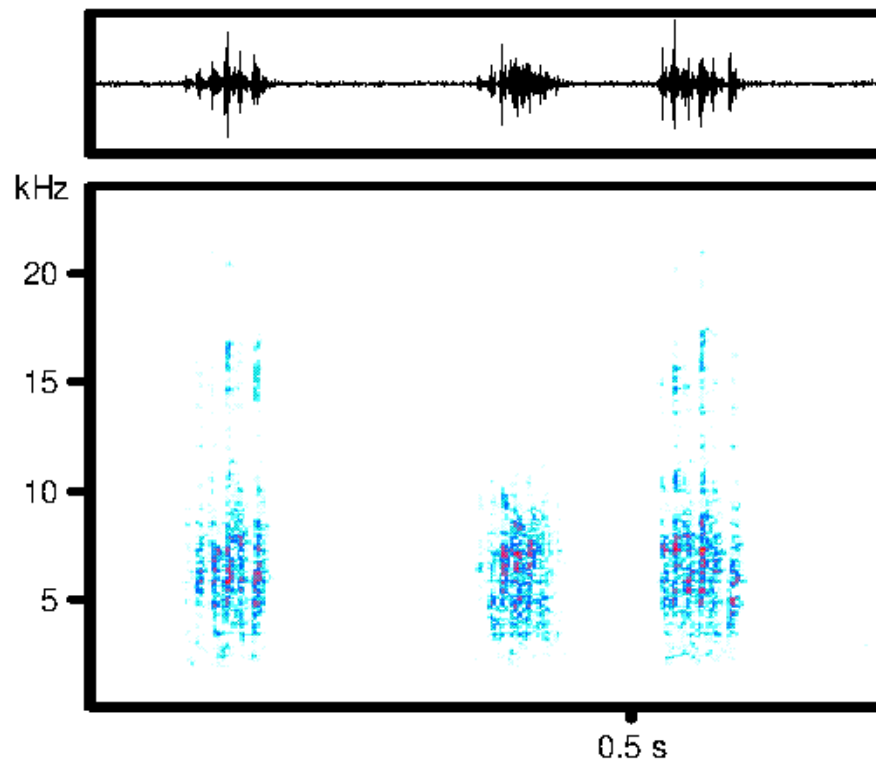


Figura 4.1.21.6. Sonograma de 3 esquemas del canto mixto.

La frecuencia inferior del canto presenta un valor medio de 3093 ± 542 (tabla 5, apéndice XXI.I), la frecuencia superior es variable puesto que en muchos cantos alcanza y supera los 16000 Hz, y en otros no supera los 8000 Hz. El valor medio encontrado es de 10855 ± 3449 Hz (tabla 6, apéndice I. XXI.). Por ello, la amplitud de banda también varía (tabla 7, apéndice XXI.I), siendo el valor medio 7345 ± 2737 Hz.

Aparecen varios picos de frecuencia, desde 1 a 3 picos (tablas 8, 9 y 10; apéndice 1):

- Pico 1: valor medio 3507 ± 50 Hz. Aparece en el 20,76 % de los esquemas.
- Pico 2: valor medio 6738 ± 290 Hz. Aparece en el 98,11 % de los esquemas.
- Pico 3: valor medio 15397 ± 598 Hz. Aparece en el 22,64 % de los esquemas.

En un 96,22 % de los casos es el pico 2 el que aparece como pico de máxima intensidad, (figura 4.1.21.7), y en 3,78% aparece el pico 1, siempre acompañado del pico 3.

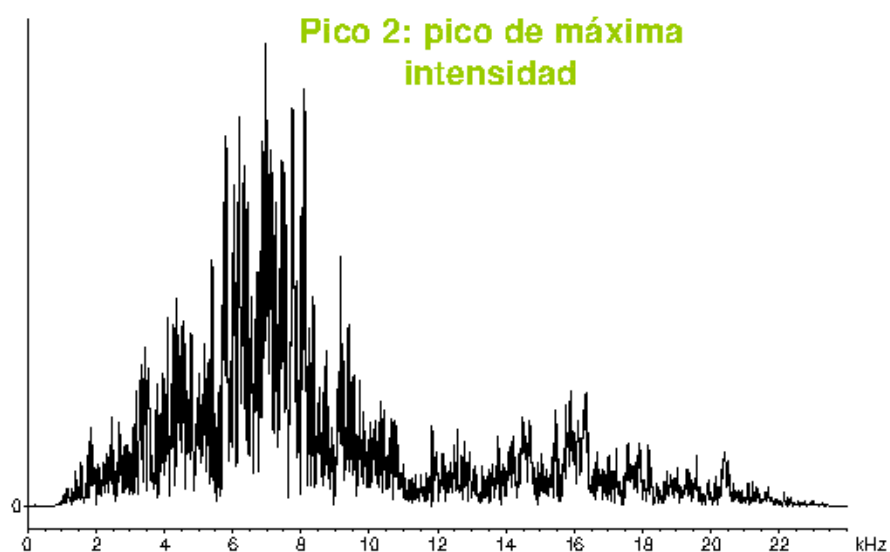


Figura 4.1.21.7. Espectrograma de frecuencia. Pico de frecuencia 2.

La distribución de la energía dada por los cuartiles es: cuartil inferior medio 5305 ± 177 Hz, cuartil medio 7214 ± 246 Hz y cuartil superior 11526 ± 2145 Hz. (tablas 11, 12 y 13, apéndice XXI.I)

Las características aquí descritas del canto mixto se ajustan a las descritas por García *et al.* (2001).

Sonido producido por estridulación: canto de cortejo.

El canto de cortejo se encuentra formado por sílabas simples y/o sílabas dobles y/o equemas, (figura 4.1.21.8).

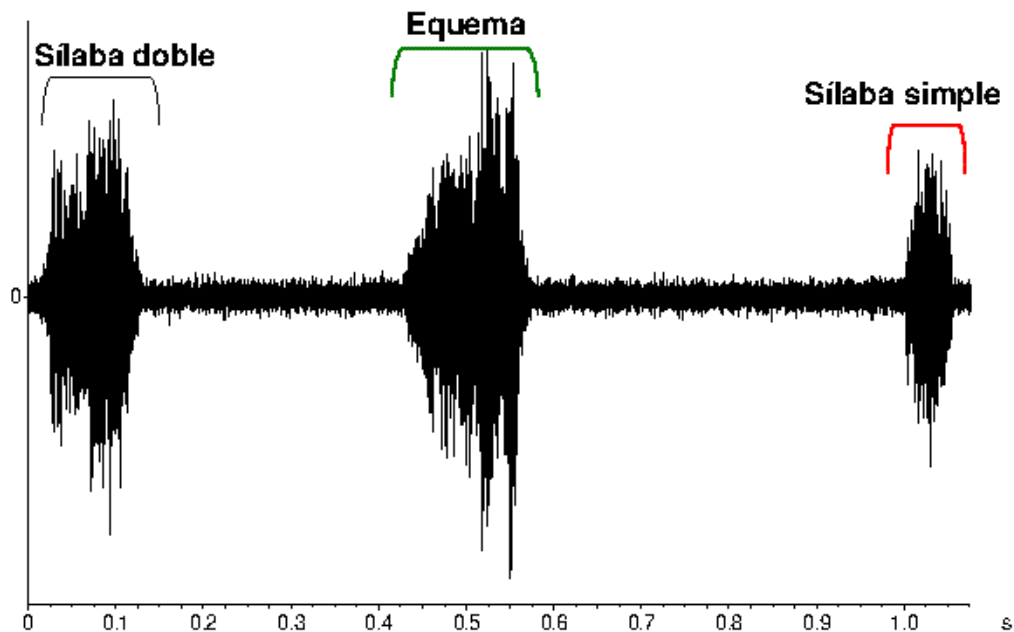


Figura 4.1.21.8. Canto de cortejo (Cantos: Soct3.mp3).

La duración del canto es muy variable, desde 0,031 s, en un canto formado por una sílabla simple, hasta 2,35 s, en un canto formado por 3 sílabas simples y 2 dobles; el número de elementos que lo forman oscila entre 1 y 5 (tablas 1 y 2, apéndice XXI.II). Esta duración del canto y el número de cantos que un macho emite durante el cortejo está en función de la respuesta de la hembra al acercamiento del macho.

El 43,71% de los elementos del canto son equemas, los cuales presentan una duración media de $0,14 \pm 0,012$ s (tabla 3, apéndice XXI.II).

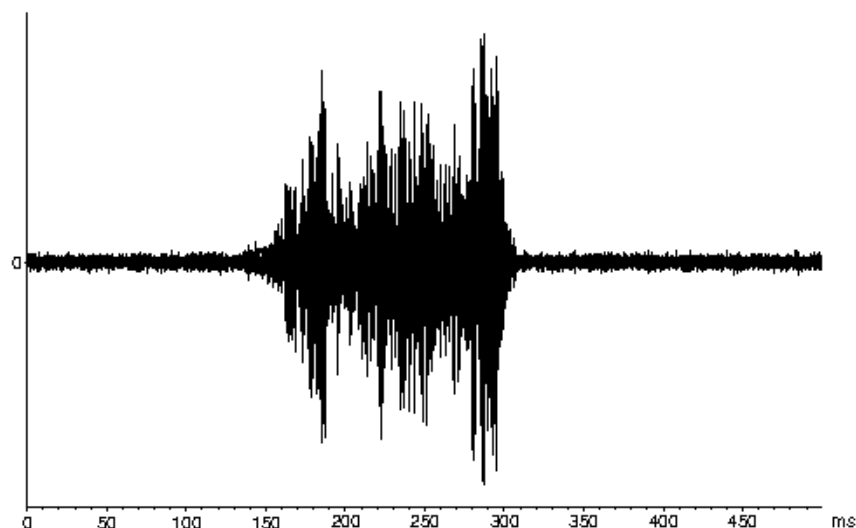


Figura 4.1.21.9. Equema de un canto de cortejo (Cantos: Soct4.mp3).

El 38,41% son sílabas dobles, que presentan una duración media de $0,083 \pm 0,018$ s y el 17,88 % son sílabas simples, que presentan una duración media de $0,051 \pm 0,012$ s (figura 4.1.21.10; tablas 4 y 5, apéndice XXI.II)

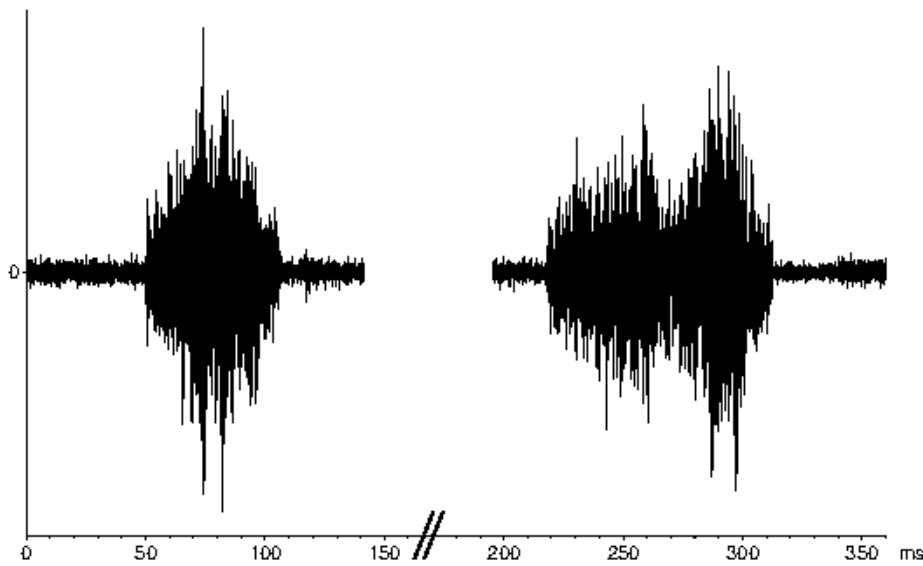


Figura 4.1.21.10. Sílabas simple y doble de un canto de cortejo (Cantos: Socc5.mp3).

La duración del canto se encuentra estrechamente relacionada con el número de elementos que lo forman (figura 4.1.21.11), siendo el coeficiente de correlación de Pearson entre estos parámetros es de 0,971.

Duración / N° Elementos

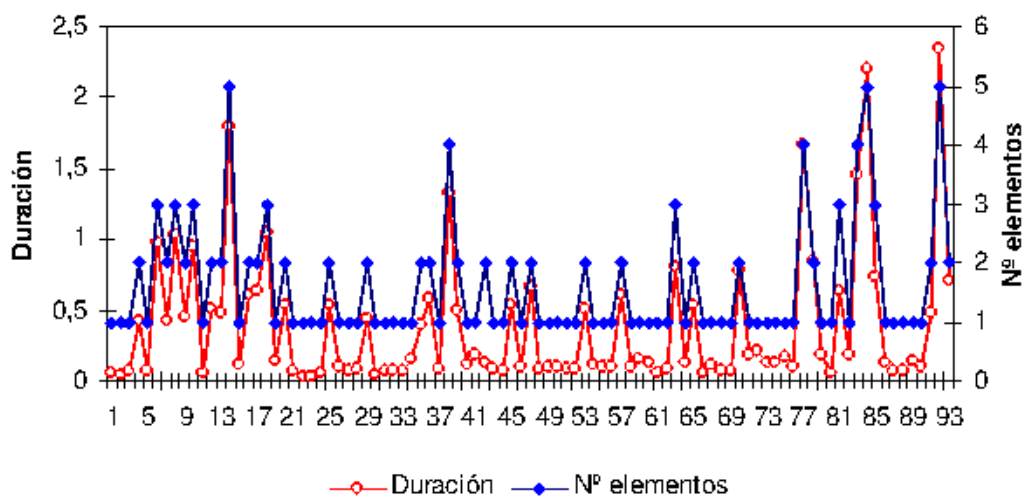


Figura 4.1.21.11. Relación entre la duración y el número de elementos del canto.

Cuando un canto se encuentra formado por varios elementos, la duración media del silencio entre ellos es $0,3 \pm 0,065$ s, (tabla 6, apéndice XXI.II).

La frecuencia de emisión de los elementos del canto es similar (figura 4.1.21.12).

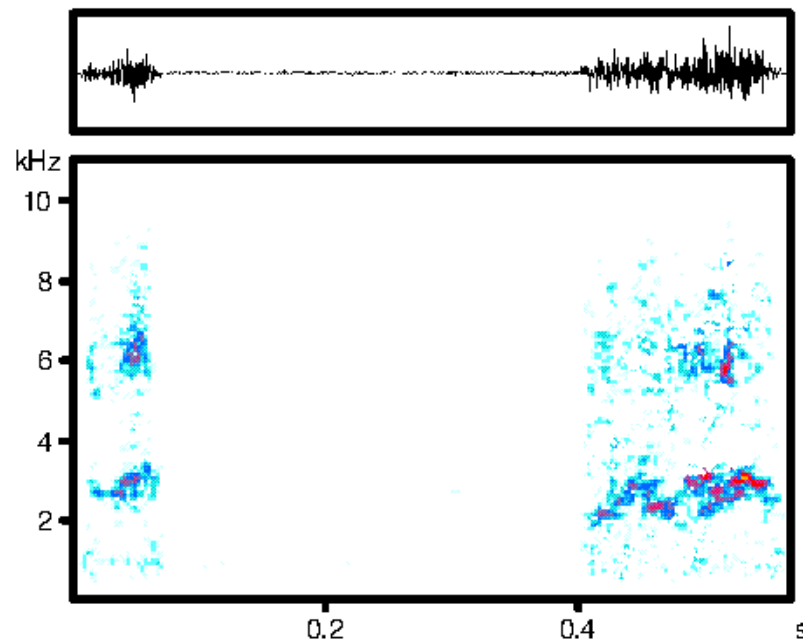


Figura 4.1.21.12. Monograma del canto de cortejo.

La frecuencia inferior media del canto es 2018 ± 158 Hz, la frecuencia superior media es 7539 ± 925 Hz, siendo la amplitud de banda media de 5589 ± 958 Hz. (tablas 7,8 y 9, apéndice XXI.II)

En esta banda pueden aparecer hasta dos picos de frecuencia: el pico 1, con un valor medio de 2870 Hz, aparece en todos los cantos, y en el 94% de ellos como pico de máxima intensidad (figura 4.1.21.13); y el pico 2, con un valor medio de 6076 ± 346 Hz, aparece en el 56,58 % de los cantos y sólo como pico de máxima intensidad en un 6% de ellos, (figura 4.1.21.14), (tablas 10 y 11, apéndice XXI.II).

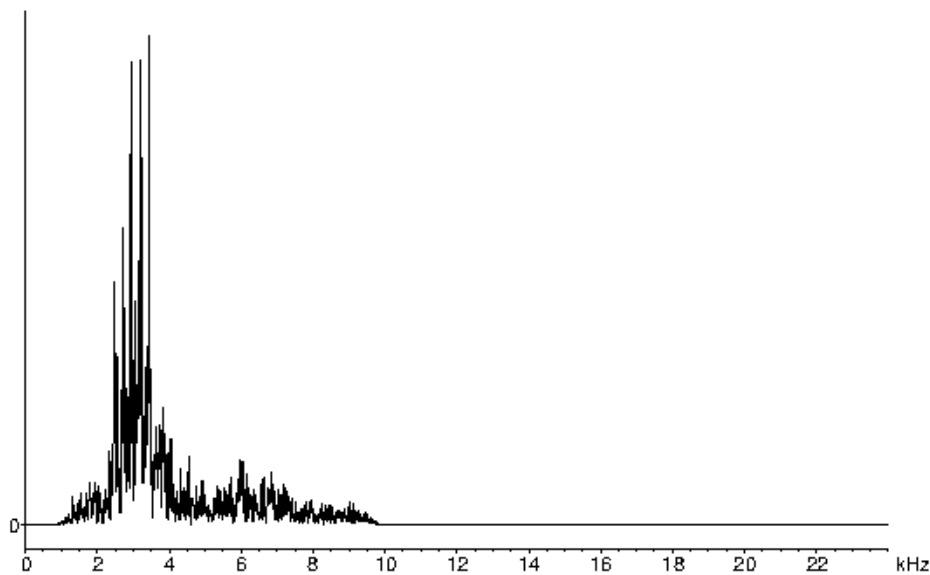


Figura 4.1.21.13. Espectrograma del canto de cortejo. Pico de frecuencia 1.

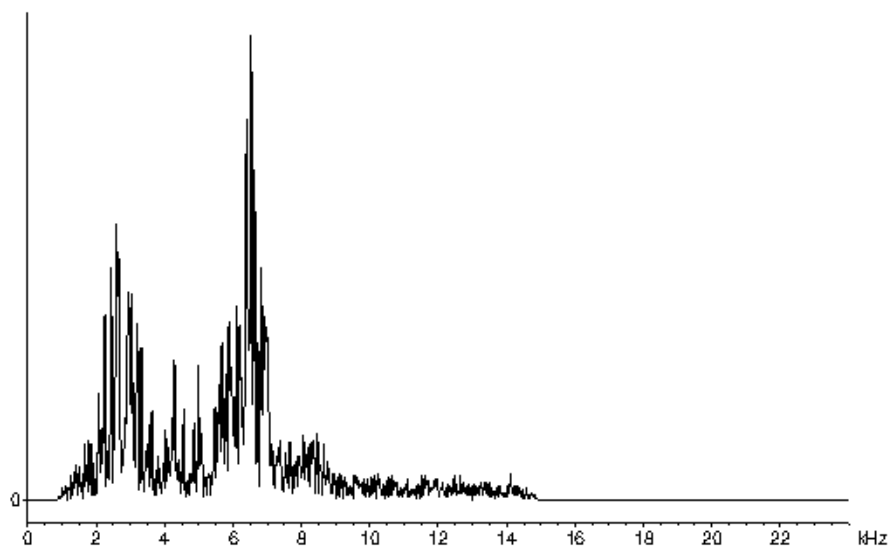


Figura 4.1.21.14. Espectrograma del canto de cortejo. Pico de frecuencia 2.

La distribución de la energía de la señal es la siguiente: cuartil inferior medio 2960 ± 255 Hz, cuartil medio 4609 ± 815 Hz y cuartil superior 6049 ± 361 Hz, (tablas 12, 13 y 14; apéndice XXI.II).

Las características temporales y de frecuencia son similares a las descritas por García *et al.* (2001), excepto en la descripción del segundo pico de frecuencia, esto es debido a que, como no aparece en todos los cantos, no debió aparecer en los registrados para la realización de este trabajo.

El canto de cortejo y el mixto se pueden mezclar en dos ocasiones: cuando un macho realiza el canto de cortejo y otro macho comienza a realizar el canto mixto como canto de rivalidad, y cuando un macho corteja a otro que realiza el canto mixto. En estas ocasiones es muy fácil distinguir estos cantos debido a que las características temporales y de frecuencia que presentan son muy distintas; además suelen aparecer bien separados en el tiempo (figura 4.1.21.15).

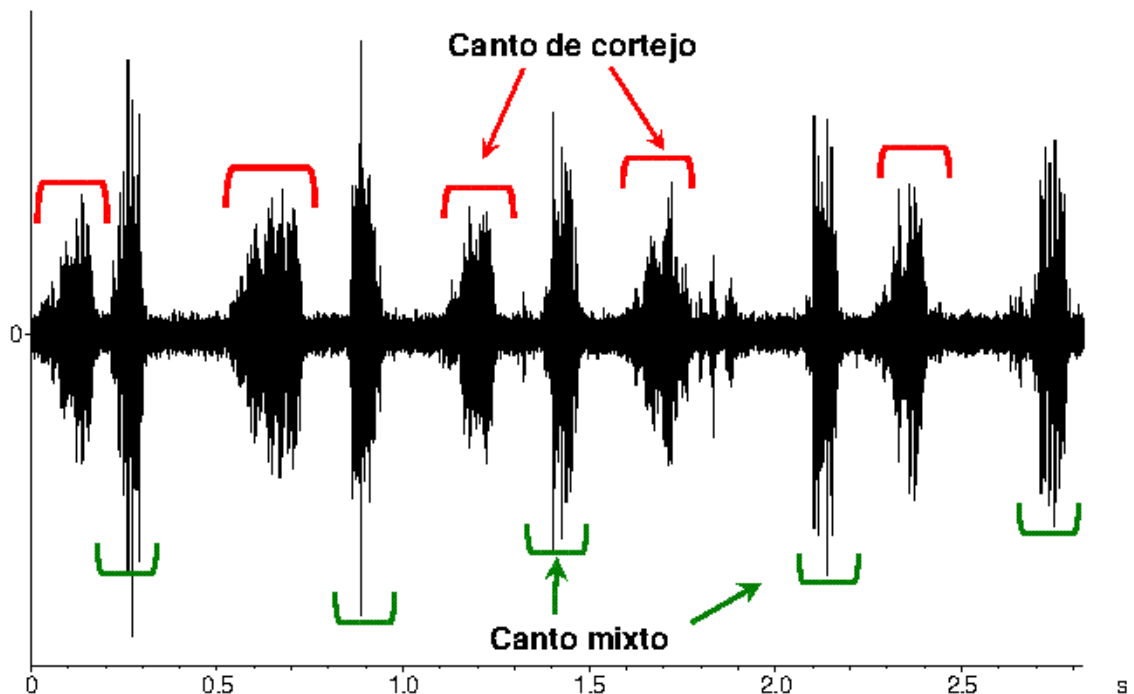


Figura 4.1.21.15. Canto de cortejo y canto mixto (Cantos: Soct6.mp3).

Comportamiento

Los individuos de esta especie suben y bajan las patas posteriores cuando interaccionan entre sí (figura 4.1.21.16). Los machos intercalan este movimiento con cantos de interacción (vídeos: Soctofasciatus1.mpg).



Figura 4.1.21.16. Movimiento realizado cuando interaccionan dos individuos.

Cuando dos individuos interactúan entre sí y cantan, si hay otros próximos se unen formando coros (vídeos: Soctofasciatus2.mpg).

Para realizar el canto mixto los machos acercan los fémures posteriores a las tegminas y mueven las patas posteriores de forma rápida hacia arriba y abajo, con un movimiento de poca amplitud (figura 4.21.17).

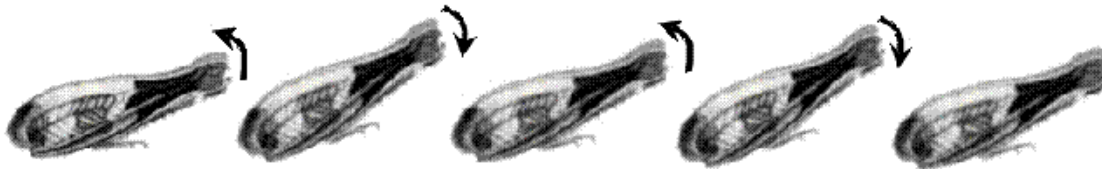


Figura 4.1.21.17. Movimiento realizado con las patas posteriores para emitir el canto mixto.

Cuando un macho trata de copular con una hembra se aproxima a ella, en silencio o emitiendo cantos de cortejo; una vez que se encuentra a menos de 1 cm de la hembra se sitúa detrás o perpendicular a ella y tras cantar salta o se sube encima para comenzar la cópula. Durante el acercamiento el macho puede realizar otros movimientos con las patas posteriores como extensión de la tibia posterior, emitiendo de esta forma clics, y subir y bajar las patas posteriores (Vídeos: Soctofacitus3mpg y Soctofasciatus4.mpg).

El macho se puede acercar a la hembra bien elevado sobre las patas delanteras con el abdomen ligeramente curvado hacia el suelo o, al contrario, agachado, con el cuerpo muy cerca del suelo, (figura 4.1.21.1.). La postura más habitual es la primera, aunque el grado de elevación sobre las patas es variable (figura 4.1.21.18).



Figura 4.1.21.18. Un macho se acerca a una hembra elevándose sobre las patas delanteras.

Durante un cortejo, si hay otros machos cerca realizan canto mixto como canto de rivalidad, añadiendo ruido al cortejo (Vídeos: Soctofasciatus5.mpg).

En estos experimentos se ha observado de forma frecuente que un macho tratara de copular con otro (VÍdeos: Soctofasciatus6.mpg).

Para realizar el canto de cortejo los machos de esta especie o bien suben ambas patas posteriores y las mueven en tijera (figuras 4.1.21.19 y 4.1.21.20) o bien suben y bajan ambas patas al mismo tiempo una o varias veces (figura 4.1.21.21)

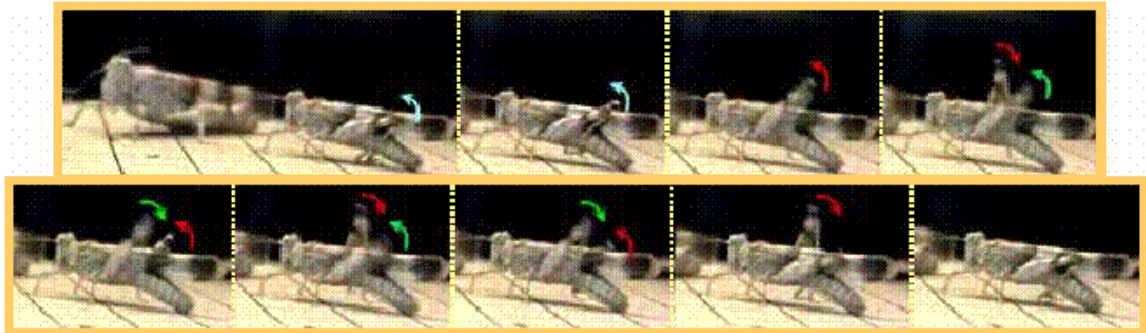


Figura 4.1.21.19. Macho canta movimiento las patas posteriores en tijera.

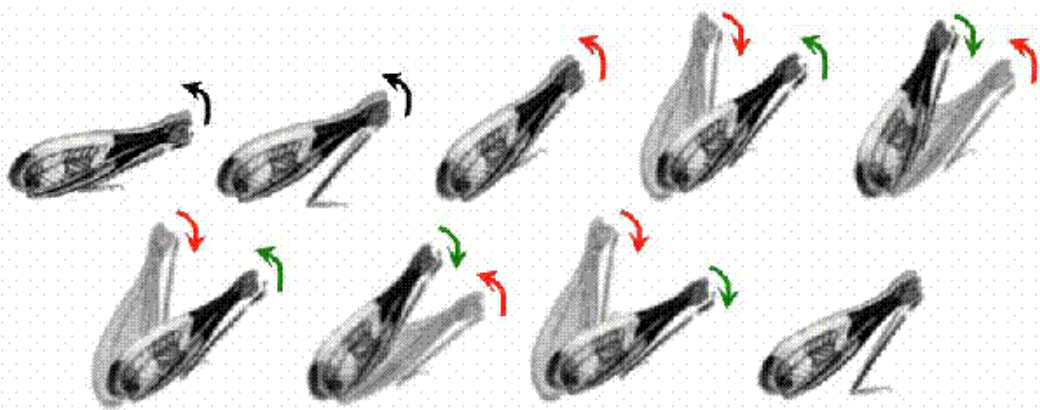


Figura 4.1.21.20. Movimiento realizado con las patas posteriores para emitir el canto de cortejo.

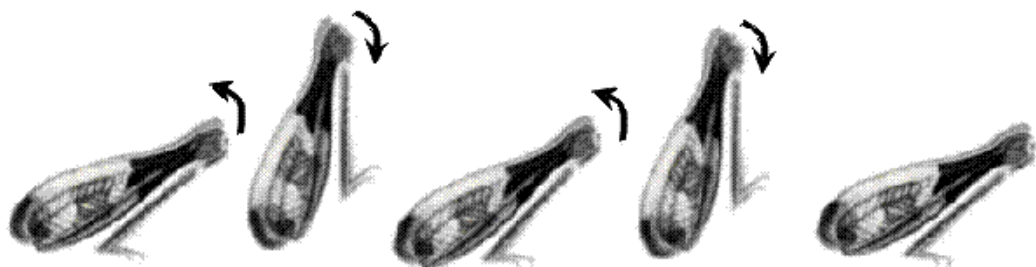


Figura 4.1.21.21. Movimiento realizado con las patas posteriores para emitir el canto de cortejo.

Esta variabilidad de movimiento explica la variabilidad de los elementos que forman el canto de cortejo.

4.1.22. *Sphingonotus rubescens* (Walker, 1870)

Biología

En la Península Ibérica ha sido citada en Navarra, Madrid, Almería, Murcia, Albacete y Cataluña. Pero su distribución puede ser más amplia y abarcar toda la Península Ibérica puesto que, en muchas ocasiones, ha sido confundida con *S.coerulans corsicus* (Defaut, 2003)

Es frecuente en lugares insolados, con matorral bajo.

Es una especie geófila, vive directamente sobre el sustrato.

Se puede encontrar en estado adulto de mayo a noviembre.

Producción de sonido

Se ha registrado producción de sonido por parte de los machos mediante crepitación y mediante estridulación como canto mixto y como canto de cortejo; y por parte de las hembras como canto de interacción, también realizado mediante estridulación.

Referencias: Bland (1985), García *et al.* (1997) (como *Sphingonotus coerulans corsicus*).



Figura 4.1.22.1. Hembra (arriba) y macho (abajo) de *S.rubescens*.

Material utilizado

Se ha estudiado la producción de sonido de 6 machos y 2 hembras recolectados y grabados en las siguientes fechas y localidades:

- **Macho 1. Capturado:** Sierra de Alcubierre 15/07/2001. **Grabado:** Murcia. Campus de Espinardo. 1/08/2001.
- **Macho 2. Capturado:** Rambla. Campus de Espinardo 9/05/2003. **Grabado:** Murcia. Campus de Espinardo. 4/06/2003.
- **Macho 3. Capturado:** Velillas. Huesca. 21/08/2003. **Grabado:** Zaragoza. 9/09/2003.
- **Macho 4. Capturado:** La Puebla de Alfindén. Zaragoza. 28/08/2003. **Grabado:** Zaragoza. 9/09/2003.
- **Macho 5. Capturado:** La Puebla de Alfindén. Zaragoza. 28/08/2003. **Grabado:** Zaragoza. 9/09/2003.
- **Hembra 1. Capturada:** Rambla. Campus de Espinardo 9/05/2003. **Grabada:** Murcia. Campus de Espinardo. 4/06/2003.
- **Hembra 2. Capturada:** Velillas. Huesca. 21/08/2003. **Grabada:** Zaragoza. 9/09/2003.

Los registros analizados han sido:

Cinta 6/2001: ID 5; ID 6.

Cinta 1/2003 ID 5, ID 7

Cinta 14/2003: ID5, ID6

Cinta 15/2003: ID1.

La temperatura de grabación fue de 33^o-38^o C.

Los filtros de frecuencias utilizados y las medidas de frecuencia tomadas han sido:

- **Sonido producido por estridulación: canto mixto:** Se ha analizado un total de 29 esquemas pertenecientes a los machos 1, 2, 4 y 6. Se ha utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 1500 Hz, tomándose una medida de frecuencia por cada esquema.
- **Sonido producido por estridulación: canto de cortejo:** Se ha analizado un total de 30 cantos pertenecientes a los machos 1, 2, 3, 5 y 6; en ellos se han estudiado:

- 30 esquemas utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 1500 Hz. Se han tomado dos medidas de frecuencia por cada esquema al inicio y antes de finalizar el canto. Para el análisis de los parámetros: frecuencia inicial, final, amplitud de banda, y cuartiles se han utilizado las dos medidas.
- 166 clics utilizando un filtro de altas frecuencias a 1500 Hz. Se ha tomado una medida de frecuencia por cada esquema.
- **Sonido producido por estridulación: canto mixto. Hembra:** Se han analizado 20 esquemas pertenecientes a las hembras 1 y 2. Se ha utilizado un filtro de paso de altas frecuencias a 1500 Hz, tomándose una medida de frecuencia por cada esquema.

Sonido producido por crepitación:

Este sonido no ha sido analizado puesto que, aunque se escuchó cuando se capturaban los ejemplares, no se pudo realizar una grabación donde la relación señal/ruido fuera suficientemente alta para el análisis.

Bland (1985) indica que este sonido lo emiten cuando vuelan 1 segundo antes de aterrizar en el suelo, y que consiste en un clic seguido de un "buzz"; cada una de estas partes presenta una duración de 1/3 a 1/2 de segundo.

Sonido producido por estridulación: canto mixto. Machos

El canto mixto producido por los machos de esta especie consiste en series de esquemas con un número variable de sílabas (figura 4.1.22.2, Cantos: Srubes1.mp3).

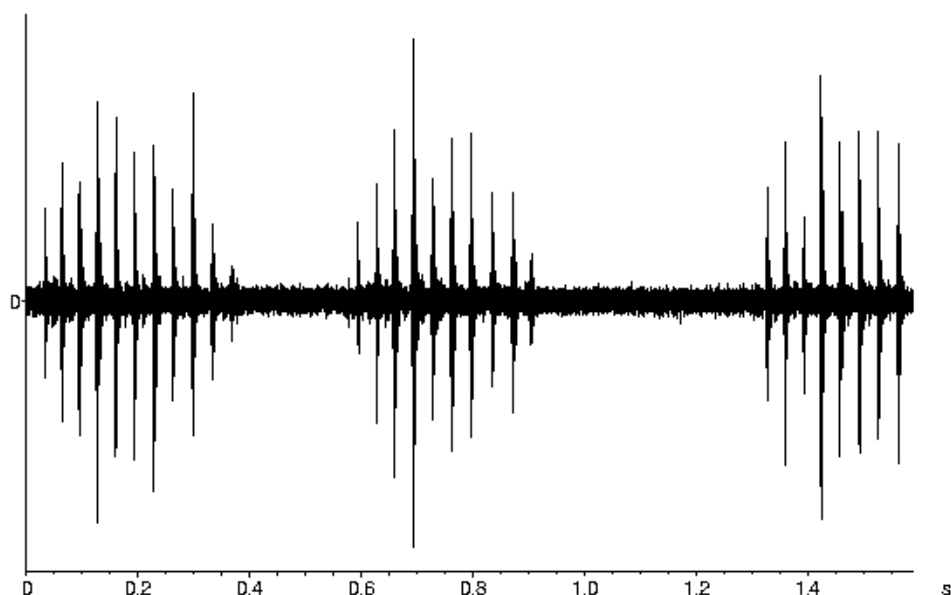


Figura 4.1.22.2. Canto mixto producido por un macho de *S.rubescens* (Cantos: Srubes1.mp3).

Cuando el canto lo emiten formando un coro, unos cantos se superponen con otros y es difícil identificar a qué macho pertenece cada canto (figura 4.1.22.3).

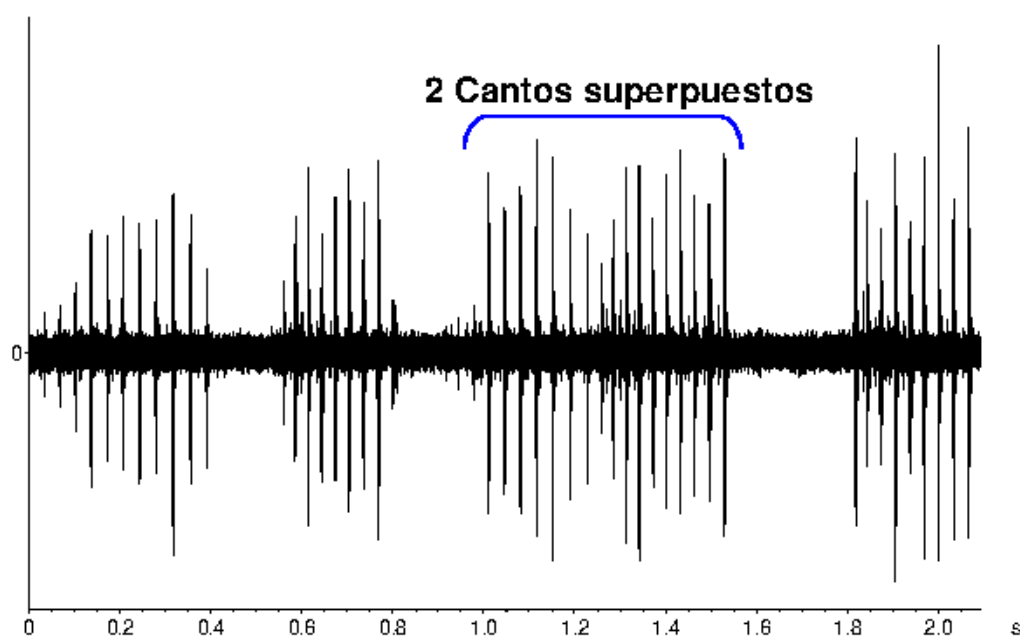


Figura 4.1.22.3. Canto de coro formado por dos machos de *S.rubescens* (Cantos: Srubes2.mp3).

La duración media de los esquemas es de $0,253 \pm 0,064$ s y el número de sílabas por esquema oscila entre 7 y 22, siendo el valor medio de $11,9 \pm 2,7$ sílabas por esquema (tablas 1 y 2, apéndice XXII.I).

Estos dos parámetros se encuentran relacionados, siendo el coeficiente de correlación de Pearson entre ellos de 0,825 (figura 4.1.22.4).

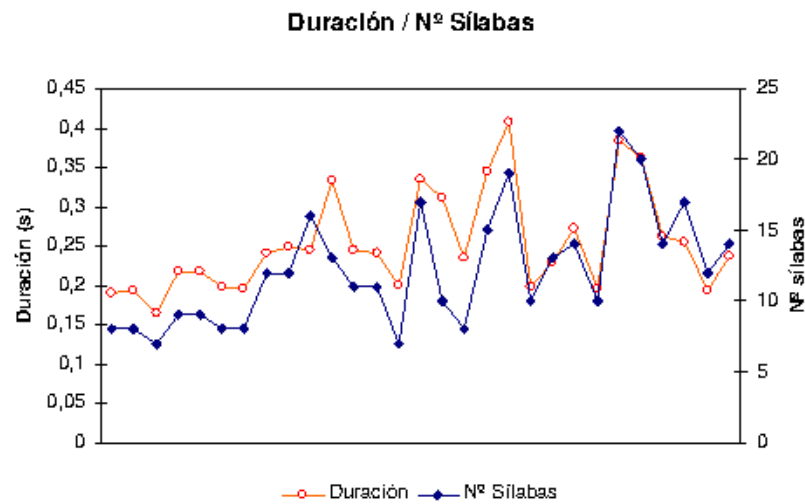


Figura 4.1.22.4. Relación entre la duración del esquema y el número de sílabas que lo forman.

La tasa de producción de sílabas media es de $49,9 \pm 8,1$ sílabas por segundo (tabla 3, apéndice XXII.I).

El intervalo entre sílabas medio es de $0,021 \pm 0,04$ s (tabla 4, apéndice XXII.I; figura 4.1.22.5).

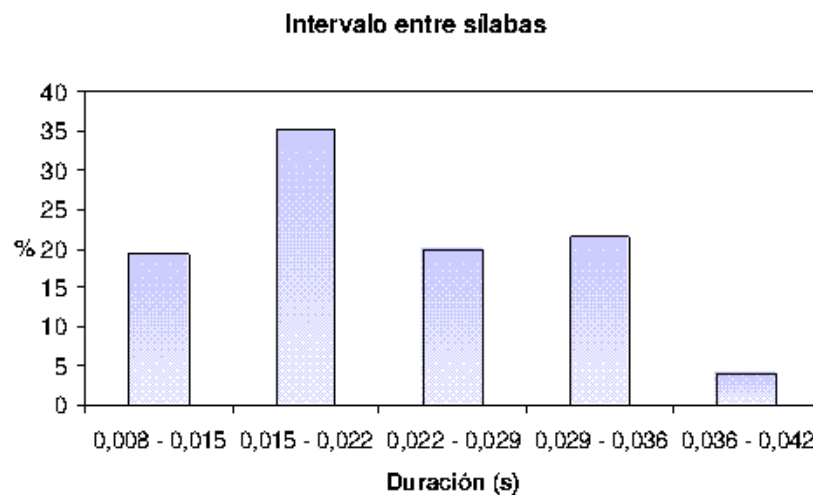


Figura 4.1.22.5. Duración del intervalo entre sílabas.

Las sílabas que forman un esquema presentan características similares en cuanto a la frecuencia (figura 4.1.22.6).

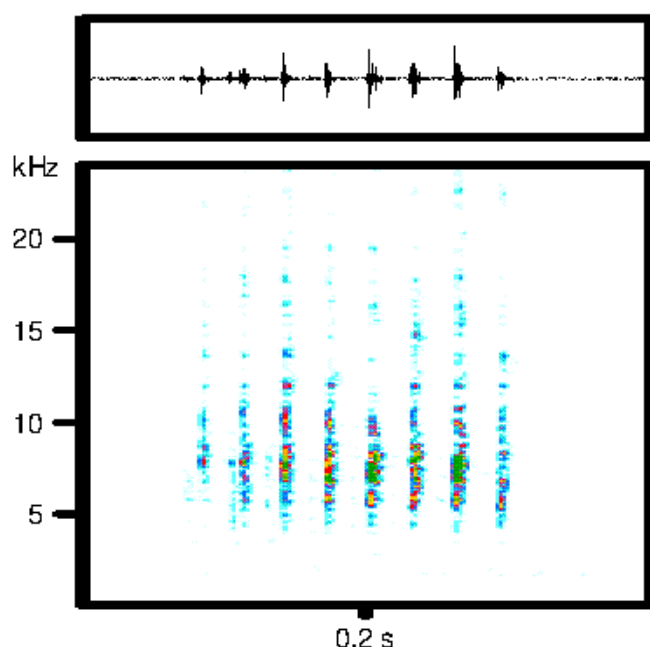


Figura 4.1.22.6. Sonograma de un esquema del canto de interacción.

La frecuencia inferior del canto presenta un valor medio de 4187 ± 795 Hz. La frecuencia superior es muy variable, su valor medio 13295 ± 2669 Hz, por tanto, siendo la amplitud de banda muy variable de 9203 ± 3052 Hz (tablas 5, 6 y 7; apéndice XXII.I).

En esta banda aparece siempre un pico de frecuencia principal con un valor medio de 6435 ± 352 Hz, (tabla 8, apéndice XXII.I; figura 4.1.22.7).

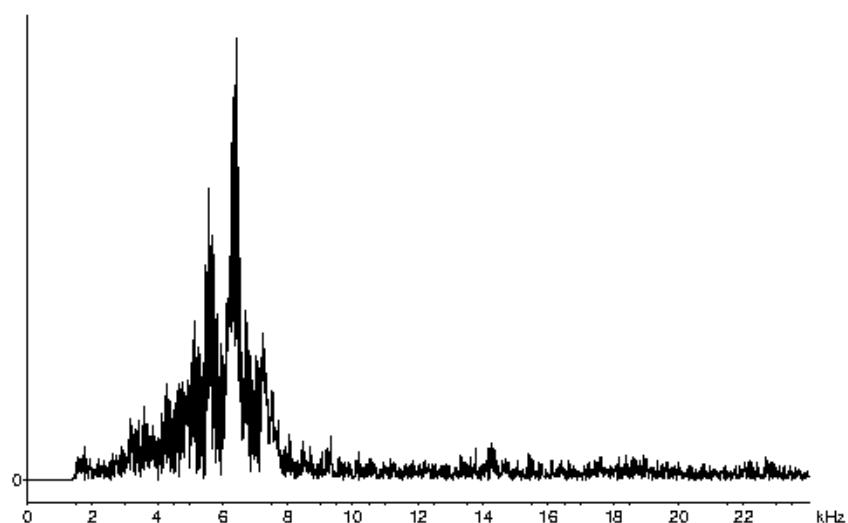


Figura 4.1.22.7. Espectrograma de un esquema del canto de interacción.

Este pico puede ir acompañado de hasta 3 picos de menor intensidad (figura 4.1.22.8). El pico 2 presenta un valor medio de 8080 ± 401 Hz y aparece en un 58,6 % de los cantos, el pico 3 presenta un valor medio de 9113 ± 236 Hz y aparece en un 34,5 % de los casos estudiados, y el pico 4 presenta un valor medio de 12037 ± 205 Hz y aparece en un 10,35 % de los casos (tablas 9, 10, 11, apéndice XXII.I).

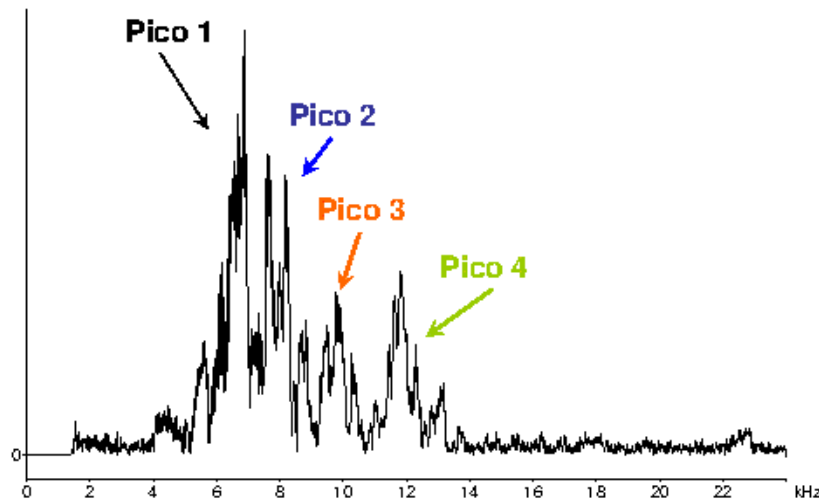


Figura 4.1.22.8. Espectrograma de un esquema del canto con 4 picos de frecuencia.

La energía dada por los cuartiles de la señal es: cuartil inferior 6005 ± 488 Hz, cuartil medio 7583 ± 657 Hz y cuartil superior 11321 ± 1943 Hz (tablas 12,13 y 14, apéndice XXII.I).

Sonido producido por estridulación: canto de cortejo. Machos

El canto de cortejo consiste en un esquema, seguido por un número variable de clics. Su duración total media es de $1,521 \pm 0,267$ s, (tabla 1, apéndice XXII.II).

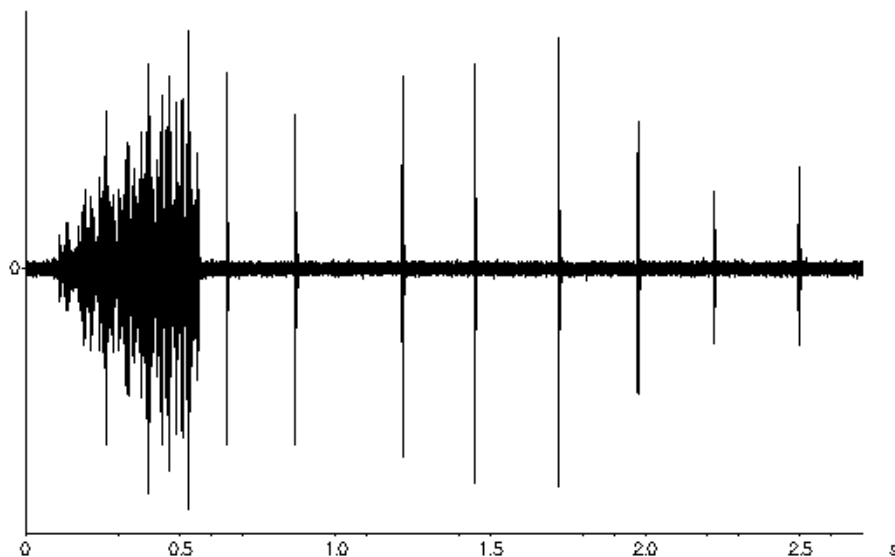


Figura 4.1.22.9. Canto de cortejo de *S. rubescens*. (Cantos: S.rubes3.mp3).

Cuando el canto de cortejo aparece con el canto mixto, que funciona como canto de rivalidad, como su estructura temporal y su espectro frecuencia es completamente distinta es fácil la identificarlo, aunque en muchas ocasiones no se puede analizar porque el canto mixto enmascara los clics del canto de cortejo (figura 4.1.22.10).

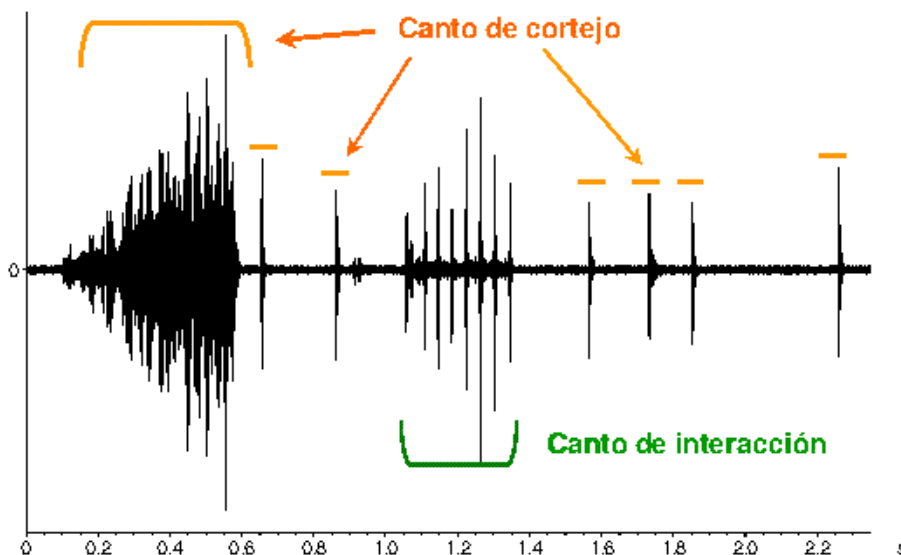


Figura 4.1.22.4. Cantos de cortejo y de rivalidad de dos machos (Cantos: Srubes4.mp3).

El esquema presenta la envolvente con un crecimiento lineal; su duración media es de $0,444 \pm 0,054$ s (tabla 2, apéndice XXII.II). Se encuentra acompañado de un número variable de clics, entre 3 y 10, con un valor medio de $5,5 \pm 1,2$ clics por canto.

La duración media del silencio entre el equema y el primer clic es de $0,081 \pm 0,025$ s. Y entre los clics la duración media del silencio es de $0,214 \pm 0,027$ s (tablas 3 y 4, apéndice XXII.II; figura 4.1.22.11).

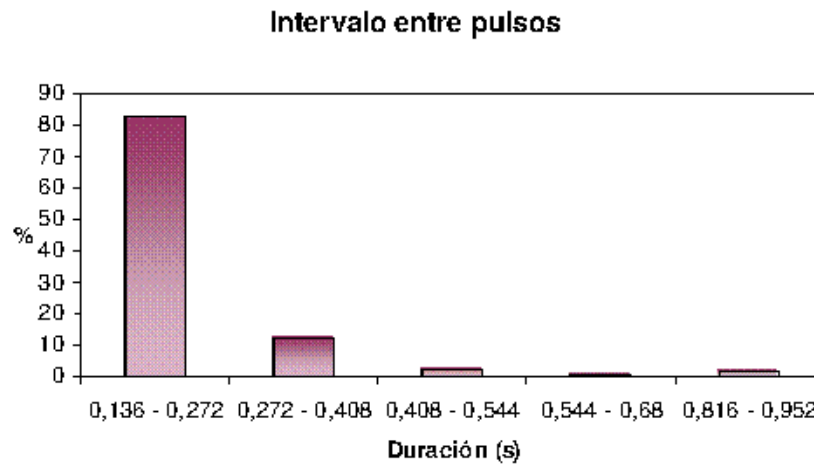


Figura 4.1.22.11. Duración del intervalo entre clics.

El equema presenta la frecuencia modulada: la frecuencia principal del equema en algunos cantos aumenta de forma evidente (figura 4.1.22.12) aunque en las últimas sílabas del equema puede volver a descender (figura 4.1.22.13).

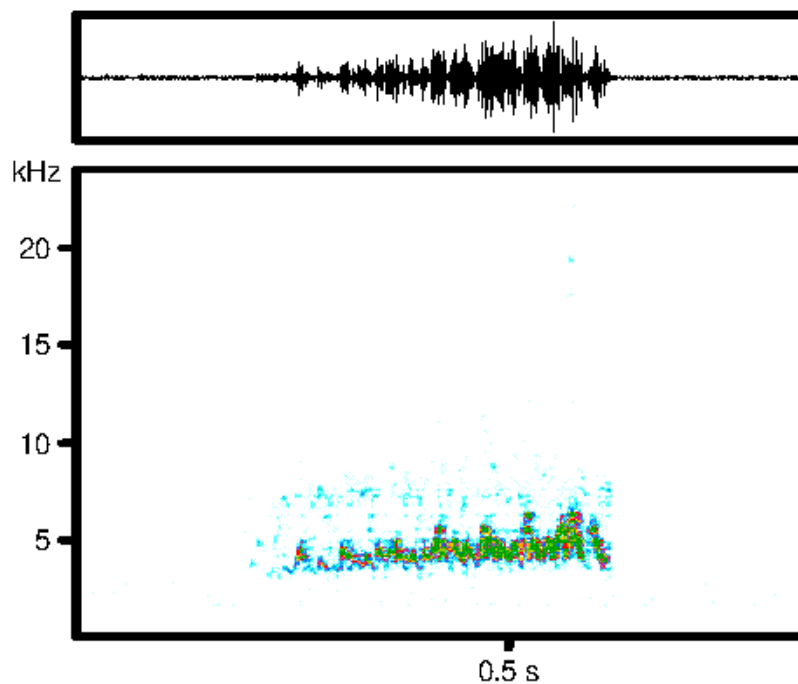


Figura 4.1.22.12. Sonograma del equema del canto de cortejo. La frecuencia principal aumenta.

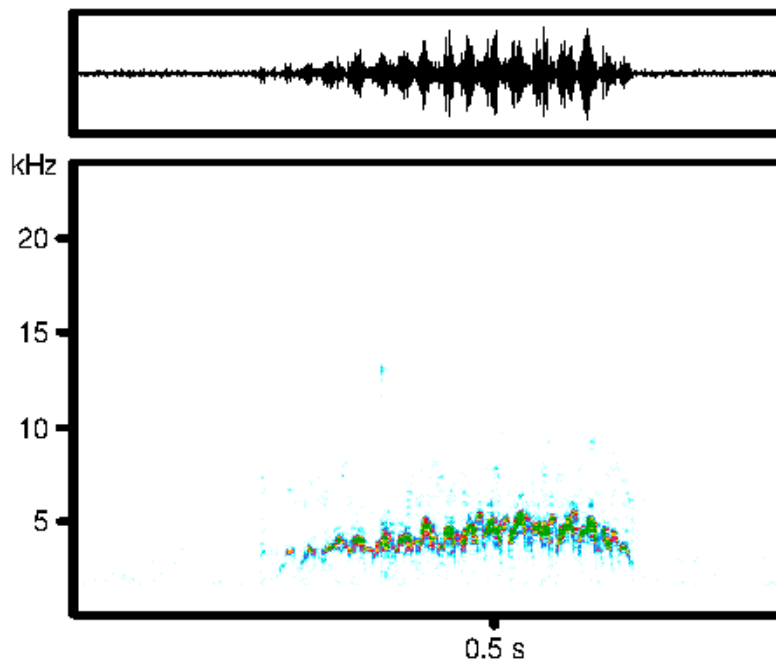


Figura 4.1.22.13. Sonograma del esquema del canto de cortejo. La frecuencia principal aumenta y disminuye al finalizar el esquema.

La frecuencia inferior media del canto es 3518 ± 517 Hz, y la superior es 6366 ± 405 Hz; siendo la amplitud de banda de la señal de 2583 ± 876 Hz (tablas 6, 7 y 8; apéndice XXII.II).

El pico de frecuencia de la medida tomada al inicio del esquema presenta un valor medio de 3681 ± 286 Hz, y a al final del esquema es de 5019 ± 442 Hz (tablas 9 y 10; apéndice XXII.II; figuras 4.1.22.14 y 4.1.22.15)

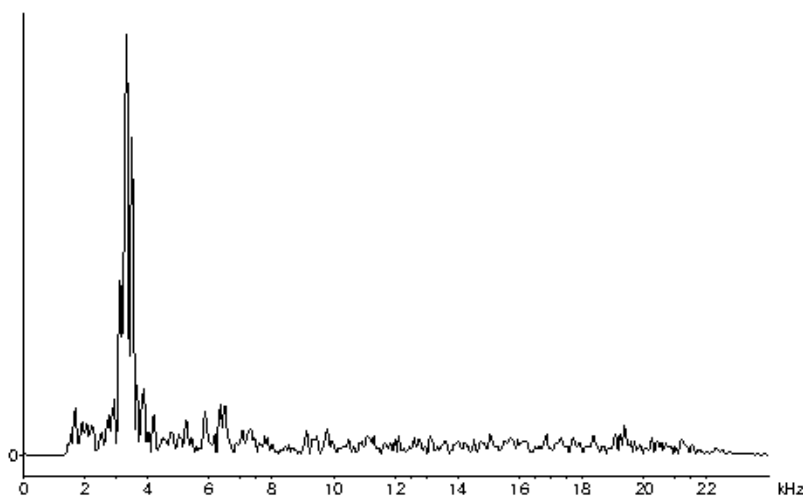


Figura 4.1.22.14. Pico de frecuencia al inicio del esquema del canto de cortejo.

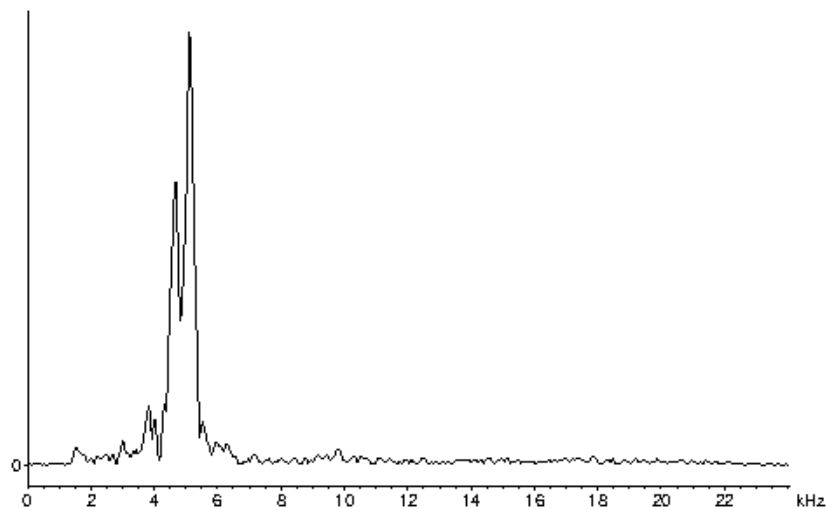


Figura 4.1.22.15. Pico de frecuencia al final del esquema del canto de cortejo.

Se ha encontrado una diferencia mínima entre los picos de frecuencia de 240 Hz, y una máxima de 2880 Hz; la diferencia media es de 1303 ± 496 Hz (tabla 11; apéndice XXII.II).

La distribución de la energía media de la señal, dada por los cuartiles es: cuartil inferior 4135 ± 222 Hz, cuartil medio 5090 ± 101 Hz y cuartil superior 7994 ± 805 Hz (tablas 12, 13 y 14; apéndice XXII.II).

Los clics que forman parte del cortejo presentan unas características variables en cuanto a la frecuencia de emisión (figura 4.1.22.16)

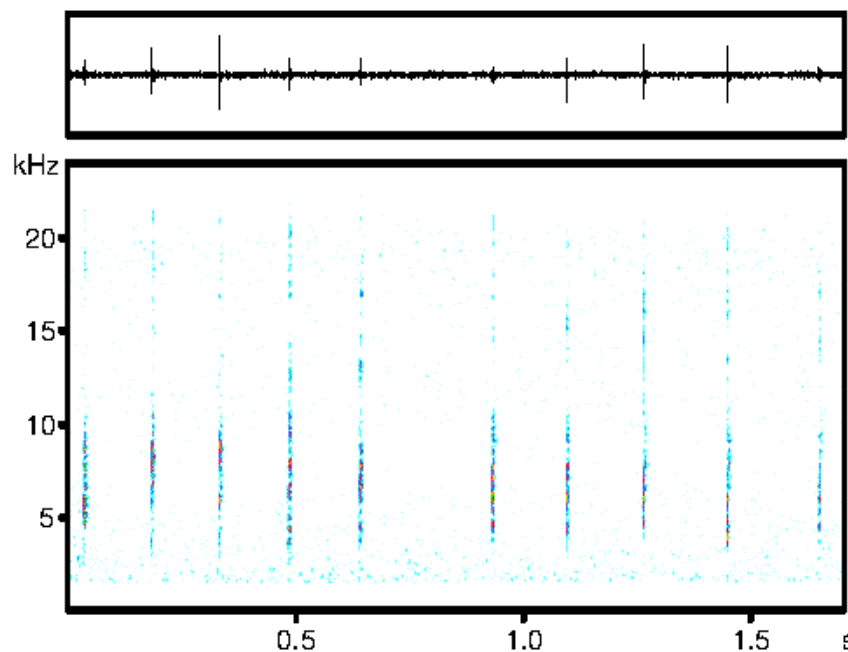


Figura 4.1.22.16. Sonograma de clic que forman parte del canto de cortejo.

La frecuencia inferior oscila entre 1500 Hz y 6400 Hz, la frecuencia superior entre 6560 Hz y 23430 Hz y la amplitud de banda entre 2430 Hz y 20900 Hz, siendo los valores medios encontrados de: frecuencia inferior 3726 ± 256 Hz, frecuencia superior 17011 ± 4557 Hz y amplitud de banda 13139 ± 4281 Hz (tablas 15, 16 y 17 apéndice XXII.II).

En esta banda la frecuencia que presenta la mayor intensidad puede presentar valores entre los 3700 Hz y los 11530 Hz, siendo el valor medio encontrado de 6978 ± 1150 Hz (tabla 18, apéndice XXII.II).

El cuartil inferior presenta un valor medio de 6223 ± 881 Hz, el medio de 8170 ± 1044 Hz y el superior de 12639 ± 1382 Hz (tablas 19, 20 y 21, XXII.II).

García *et al.*(1997) describen el canto de coro y canto de cortejo para la especie *Sphingonotus coeruleus corsicus* Chopard, 1923. Estas descripciones se ajustan a las hechas en este trabajo del canto mixto y de cortejo de la especie *S.rubescens*.

Por ello, y puesto que la presencia de *S.coeruleus corsicus* en la Península es muy dudosa (Défaut, 2003), y no se han encontrados ejemplares de esta especie en ninguno de los muestreos realizados para este trabajo, consideramos que los cantos descritos por García *et al.* (1997) corresponden a la especie *S.rubescens*.

Sonido producido por estridulación: canto mixto. Hembras.

Las hembras realizan canto mixto formado por un número variable de esquemas (figura 4.1.22.17)

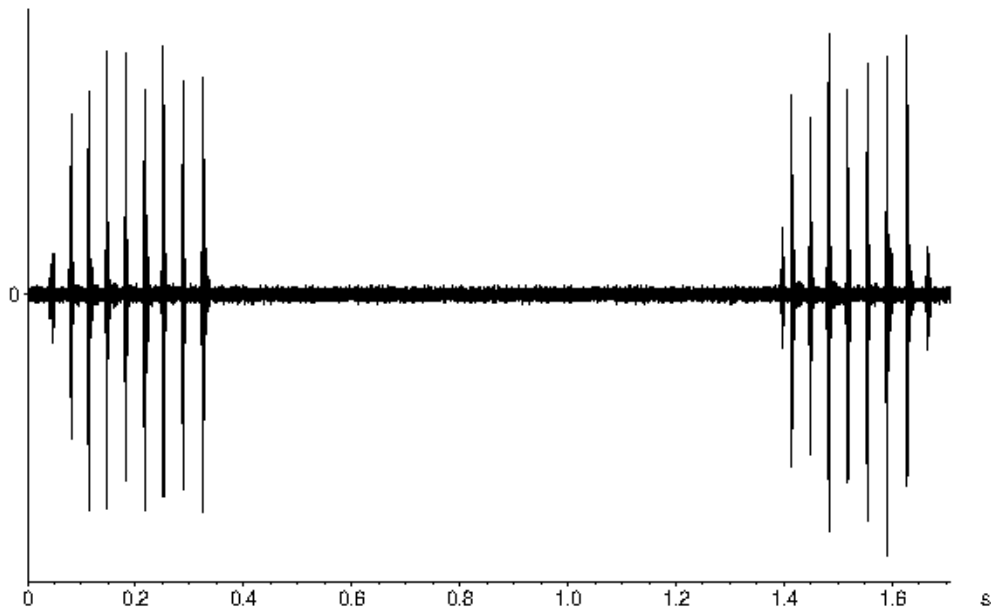


Figura 4.1.22.17. Canto mixto emitido por una hembra de *S. rubescens* (Canto S.rubes5.mp3)

La duración media de los esquemas es de $0,296 \pm 0,153$ s, y están formados por un número de sílabas que oscila entre 5 y 19, siendo el valor medio de $9,5 \pm 5$ sílabas (tablas 1 y 2, apéndice XXII.III).

Estos dos parámetros se encuentran estrechamente relacionados siendo el coeficiente de correlación de Pearson entre ellos de 0,988. (figura 4.1.22.18)

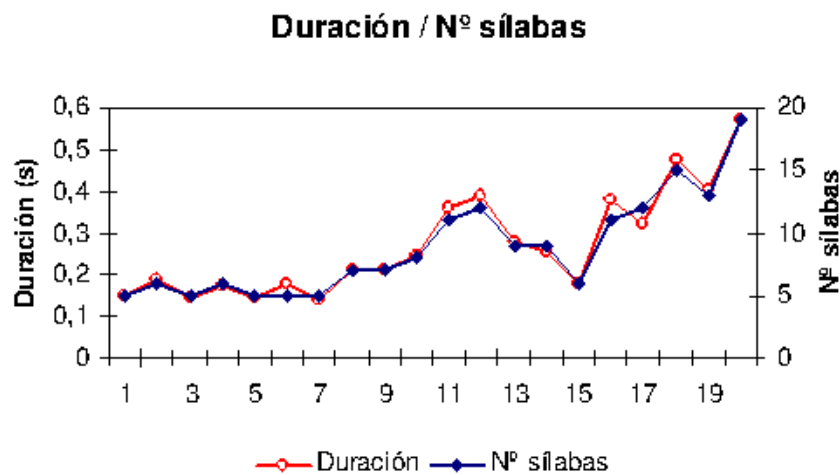


Figura 4.1.22.18. Relación entre la duración del esquema y el número de sílabas que lo forman.

La tasa media de producción de sílabas es de $32,8 \pm 0,8$ sílabas por esquema (tabla 3, apéndice XXII.III).

El intervalo entre sílabas presenta una duración media de $0,035 \pm 0,002$ s, y se mantiene estable entre casi todas las sílabas (figura 4.1.22.19).

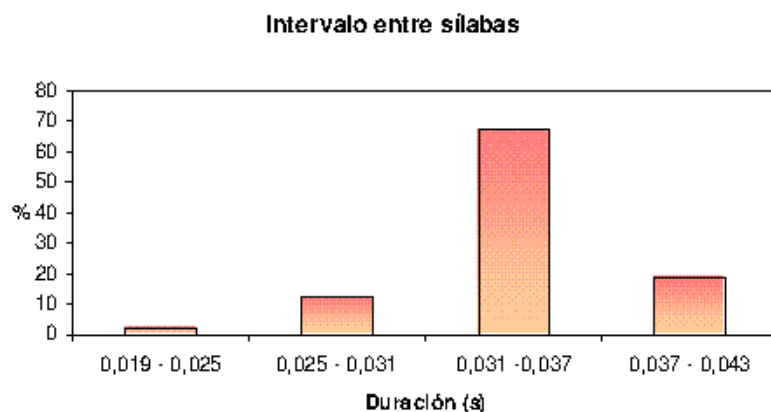


Figura 4.1.22.19. Duración del intervalo entre sílabas.

Todas las sílabas del esquema presentan unas características en cuanto a la banda de frecuencias similarer, (figura 4.1.22.20).

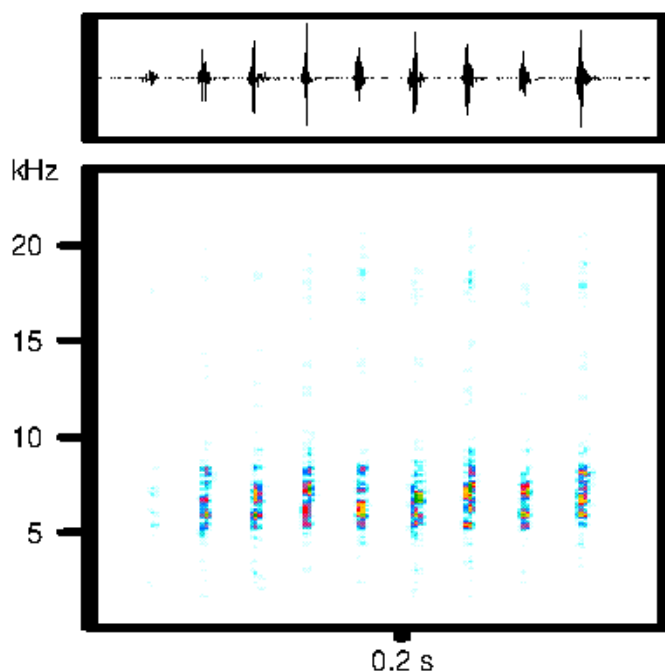


Figura 4.1.22.20. Sonograma de un esquema del canto mixto producido por una hembra.

La frecuencia media inferior del canto es de 4740 ± 83 Hz, la superior es de 8853 ± 258 Hz siendo la amplitud de banda de la señal de 4147 ± 132 Hz (tablas 5, 6 y 7; apéndice XXII.III).

En la banda aparece un pico de frecuencia con un valor que oscila entre 5120 Hz y 7646 Hz, con un valor medio de 6779 ± 705 Hz (tabla 8, apéndice XXII.III; figura 4.1.22.21).

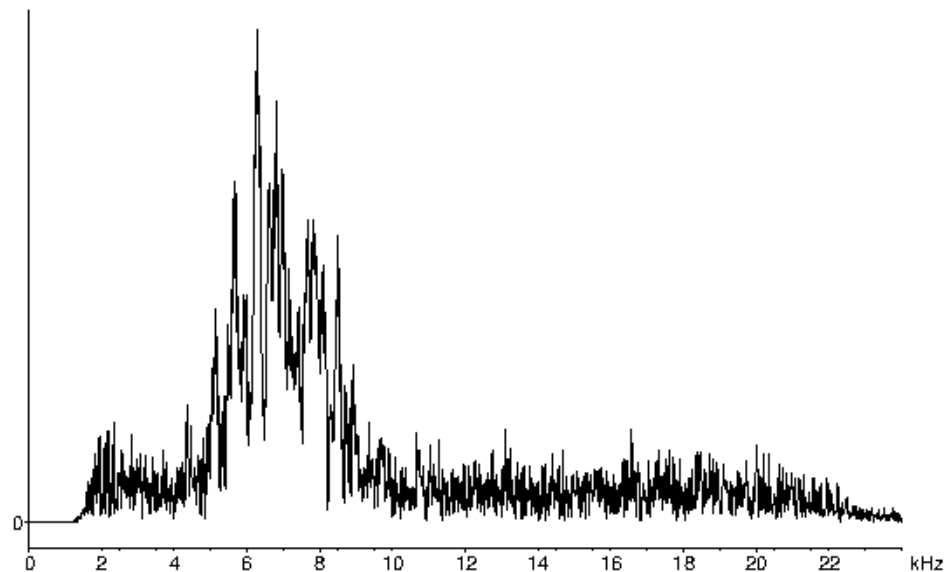


Figura 4.1.22.21. Espectrograma de frecuencias.

La energía de la señal dada por los cuartiles es: cuartil inferior 6126 ± 617 Hz; cuartil medio 7941 ± 72 Hz y cuartil superior 13640 ± 156 Hz (tablas 9,10 y 11, apéndice XXII.III).

Comportamiento

Los individuos de esta especie, tanto machos como hembras, cuando interaccionan entre sí realizan movimientos de subir y bajar los fémures posteriores (figura 4.1.22.22, vídeo Srubescens1.mpg), que pueden intercalar con canto mixto como canto de interacción (vídeos: Srubescens2.mpg).

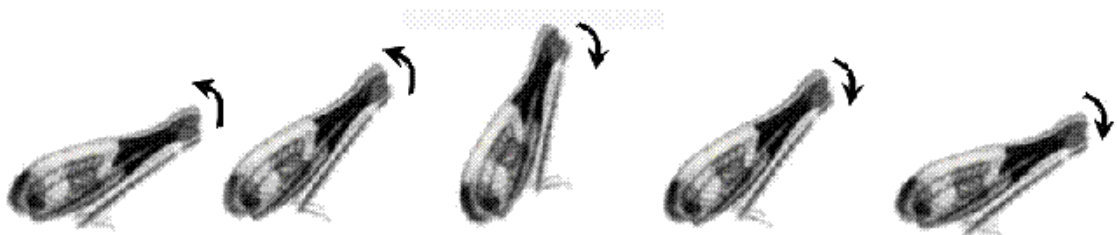
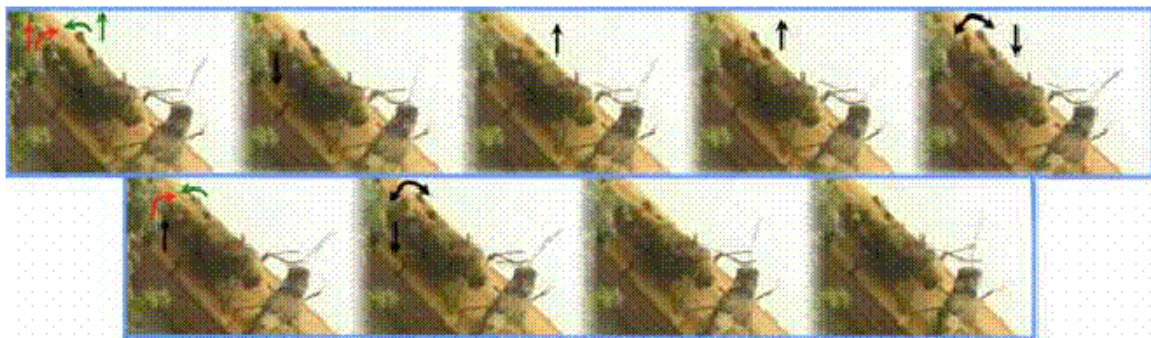


Figura 4.1.22.22. Movimiento realizado con las patas posteriores cuando interaccionan dos individuos.

Los machos, si detectan a otro macho realizando un cortejo, intervienen en él comenzando a emitir canto mixto como canto de rivalidad. Las hembras presentan un comportamiento similar; cuando una hembra detecta que un macho está cortejando a otra puede acercarse a ambos emitiendo canto mixto al que suele contestar el macho, también emitiendo canto mixto, si no cambia el cortejo hacia la nueva hembra (vídeo *Srubescens3.mpg*).

Tanto machos como hembras realizan el canto mixto mediante la estridulación de los fémures contra las terminas, para ello acercan los fémures entre sí y, por lo tanto, a las tegminas y los suben y bajan de forma rápida (figura 4.1.22.23, figura 4.1.22.24).



Figuras 4.1.22.23. Una hembra realiza el canto mixto al lado de un macho.

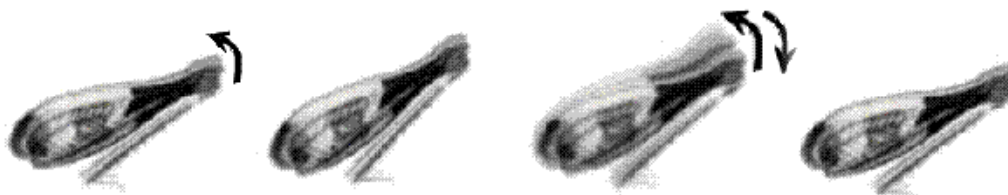


Figura 4.1.22.24. Movimiento realizado por las patas posteriores durante el canto mixto.

Los machos, cuando quieren copular con una hembra, se acercan a ella emitiendo el canto de cortejo hasta que, si la hembra no se aleja, saltan o se suben encima de ella para comenzar la cópula (vídeos: *Srubescens4.mpeg*).

Para emitir el canto de cortejo los machos realizan movimientos de subir y bajar los fémures posteriores de forma alternativa o sincrónica para emitir el esquema, (figura 4.1.22.25), y para producir los clic elevan ambos fémures posteriores hasta alrededor de 45° respecto a la horizontal y los bajan por debajo de la posición original (figura 4.1.22.26).

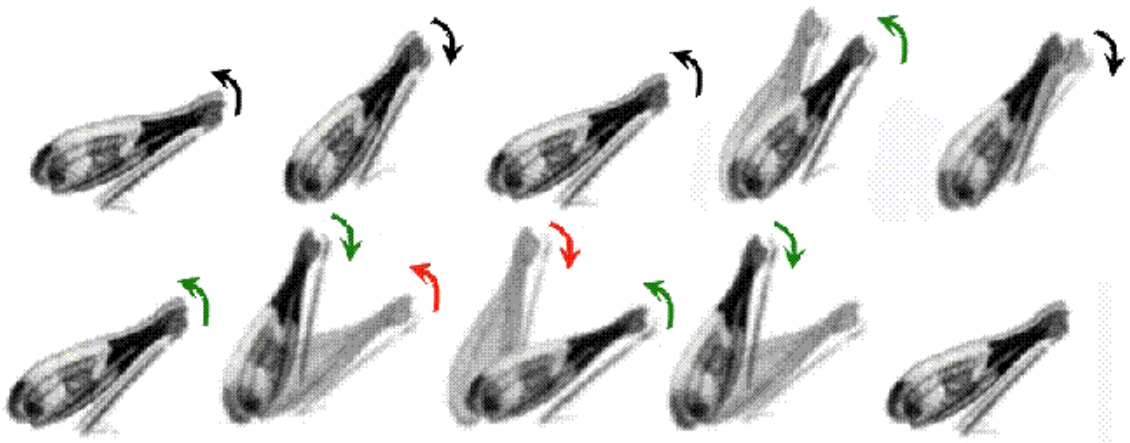


Figura 4.1.22.25. Movimiento realizado con las patas posteriores para emitir el esquema del canto de cortejo.

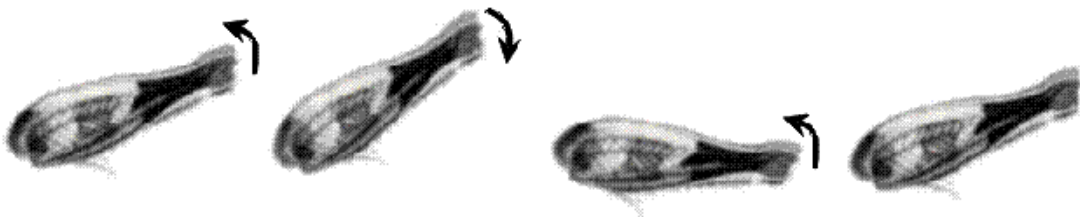


Figura 4.1.22.26. Movimiento realizado con las patas posteriores para emitir los clics.

4.1.23. *Sphingonotus uvarovi* Chopard (1923)

Biología

Esta especie ha sido citada en las islas Baleares, Mallorca, Menorca, Ibiza y Formentera.

Habita en lugares insolados con matorral disperso.

Ha sido capturada en estado adulto durante los meses de agosto y septiembre.

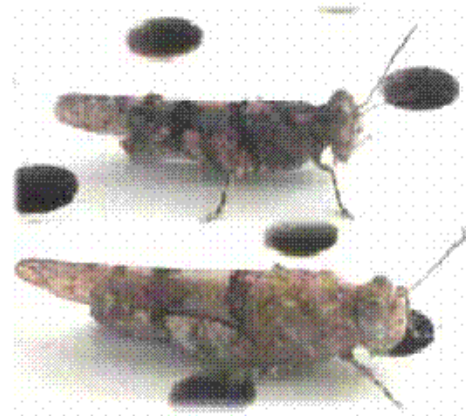


Figura 4.1.23.1. Macho (arriba) y hembra de *S.uvarovi*.

Producción de sonido

Se ha registrado producción de sonido mediante estridulación por parte de los machos como canto mixto y como canto de cortejo.

Referencias:

Material utilizado

Se ha estudiado la producción de sonido de 5 machos capturados y grabados en las siguientes fechas y localidades:

- **Machos 1, 2, 3, 4 y 5. Capturados:** Portimax. Ibiza. 22/09/2003. **Grabado:** Alhama de Murcia. 26- 27 y 30/09/2003.

Los registros analizados han sido:

Cinta 17 ID4, ID 6.

Cinta 18 ID 4.

Cinta 19 ID3.

La temperatura de grabación fue de 33°-38 ° C.

Los filtros de frecuencias utilizados y las medidas de frecuencia tomadas han sido:

- **Sonido producido por estridulación: canto de mixto:** Se ha analizado un total de 33 esquemas pertenecientes a los 6 machos estudiados. Se ha utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 2000 Hz, tomándose una medida de frecuencia por cada esquema.
- **Sonido producido por estridulación: canto de cortejo:** Se ha analizado un total de 16 cantos pertenecientes al macho 5, utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 2000 Hz y tomándose una medida de frecuencia por cada sílaba o esquema que forma el canto.

Sonido producido por estridulación: canto mixto

El canto mixto consiste en series de esquemas de duración variable (figura 4.1.23.2):

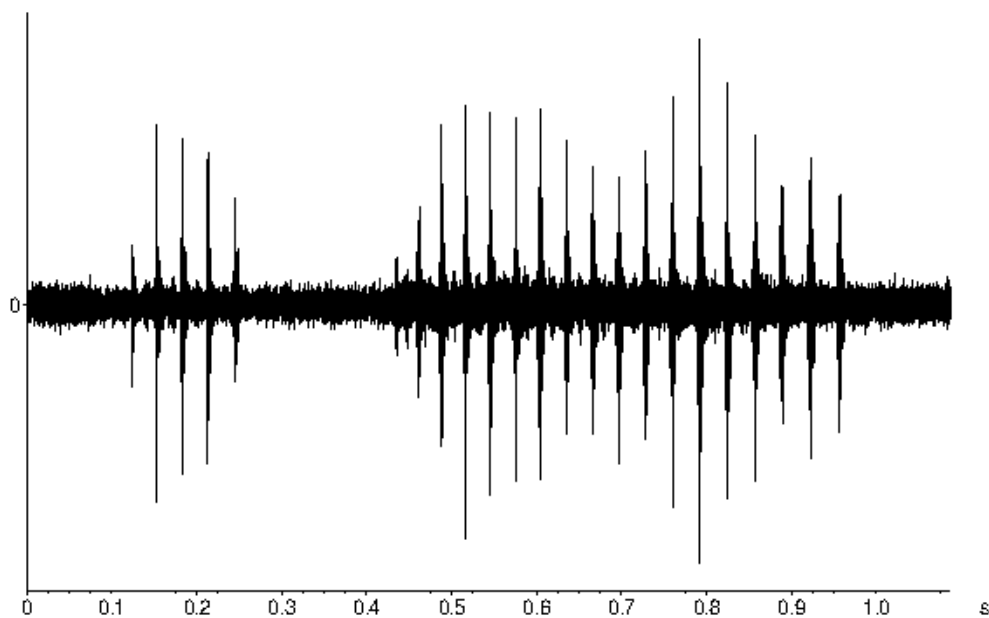


Figura 4.1.23.2. Canto mixto (Cantos: Suva1.mp3).

Cuando el canto mixto es producido como canto de coro y son varios machos los que producen los esquemas es muy difícil establecer qué esquema es emitido por cada macho (figura 4.1.23.3)

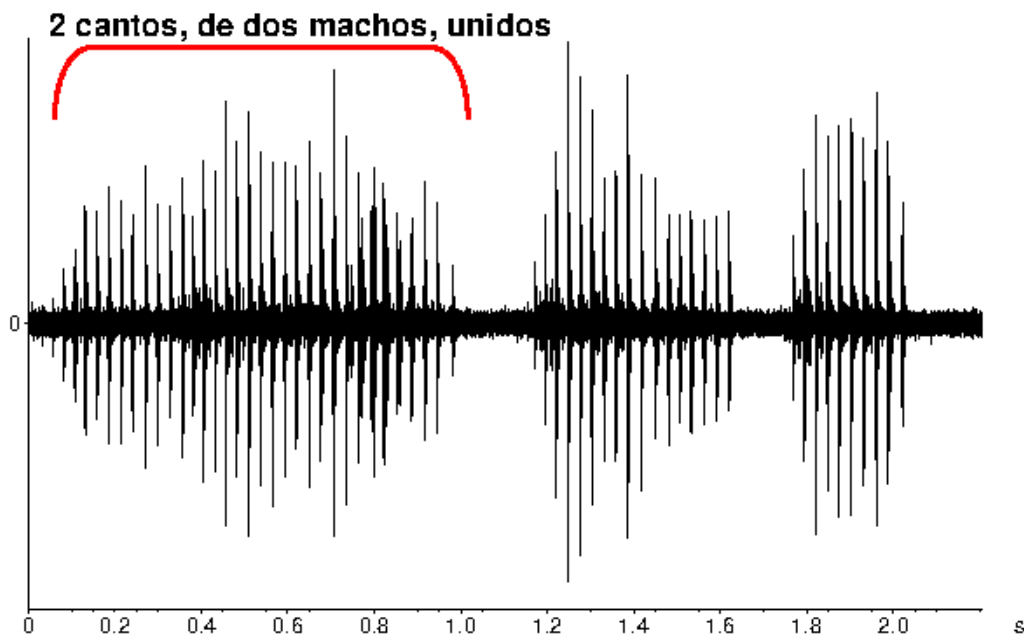


Figura 4.1.23.3. Canto mixto como canto de coro (Cantos: Suva2.mp3).

La duración media de los esquemas es de $0,331 \pm 0,103$ s, y el número de sílabas que lo forman oscila entre 3 y 35 siendo el valor medio de $12 \pm 4,1$ sílabas por esquema (tablas 1 y 2, apéndice XXIII.I)

Estos dos parámetros se encuentran estrechamente relacionados siendo el coeficiente de correlación de Pearson entre ellos de 0,944 (figura 4.1.23.4).

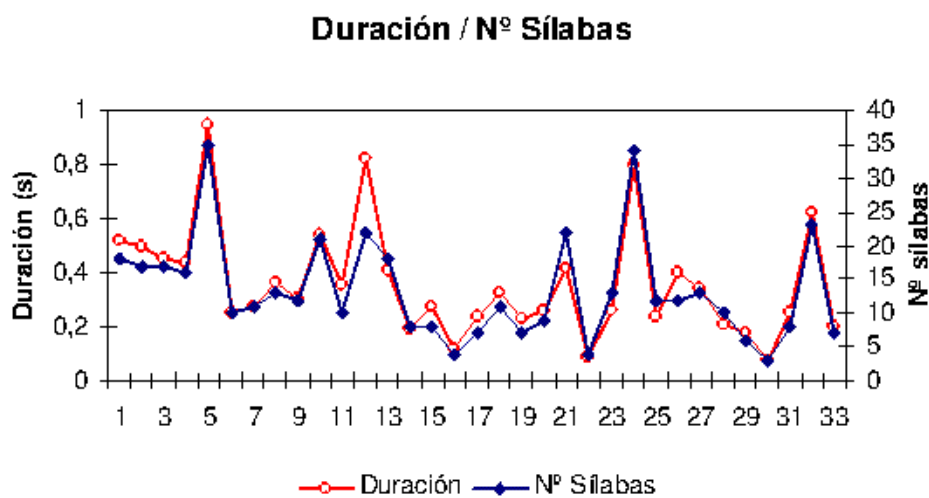


Figura 4.1.23.4. Relación entre la duración del esquema y el número de sílabas que lo forman.

La tasa de producción de sílabas media es $36,9 \pm 7,2$ sílabas por segundo (tabla 3, apéndice XXIII.I).

El intervalo entre sílabas presenta un valor medio de $0,031 \pm 0,005$ s (tabla 4, apéndice XXIII.I; figura 4.1.23.5).

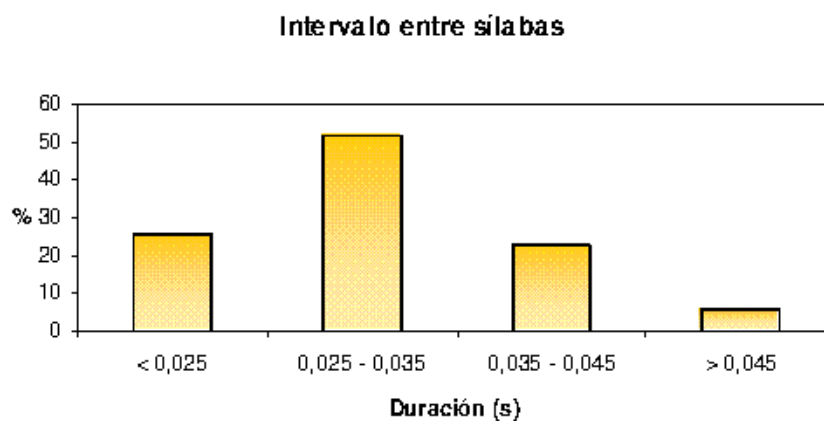


Figura 4.1.23.5. Duración del intervalo entre las sílabas del esquema.

Las sílabas que comprenden los esquemas presentan unas características espectrales similares entre sí (figura 4.1.23.6)

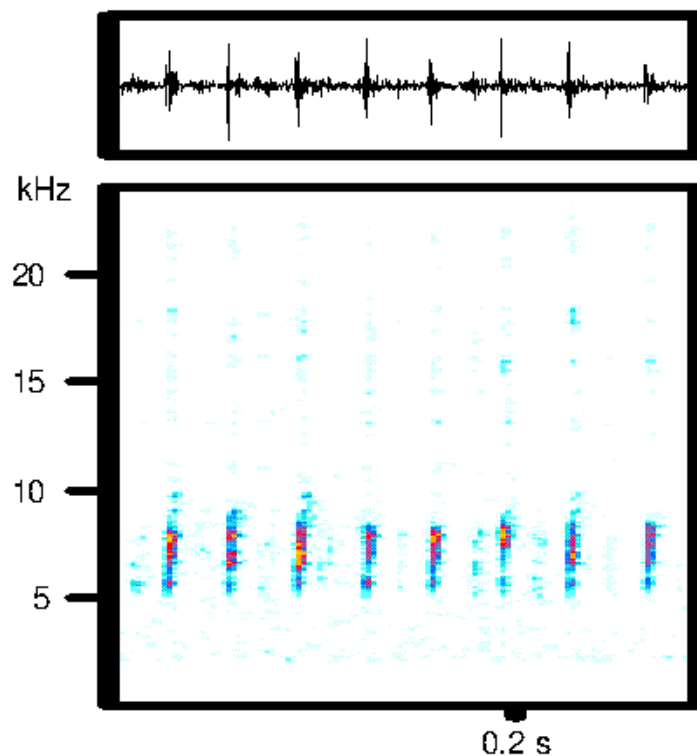


Figura 4.1.23.6. Sonograma de un esquema del canto mixto.

La frecuencia inferior media del canto es de 5256 ± 707 Hz, la frecuencia superior de 14229 ± 3682 Hz, siendo la amplitud media de banda de 8740 ± 3160 Hz (tablas 5,6 y7, apéndice XXIII.I).

En esta banda aparece un único pico de frecuencia pero con un valor variable, el valor mínimo encontrado es de 5060 Hz y el máximo de 8607 Hz, siendo el valor medio de 7010 ± 875 Hz (tabla 9, apéndice apéndice XXIII.I; figura 4.1.23.7).

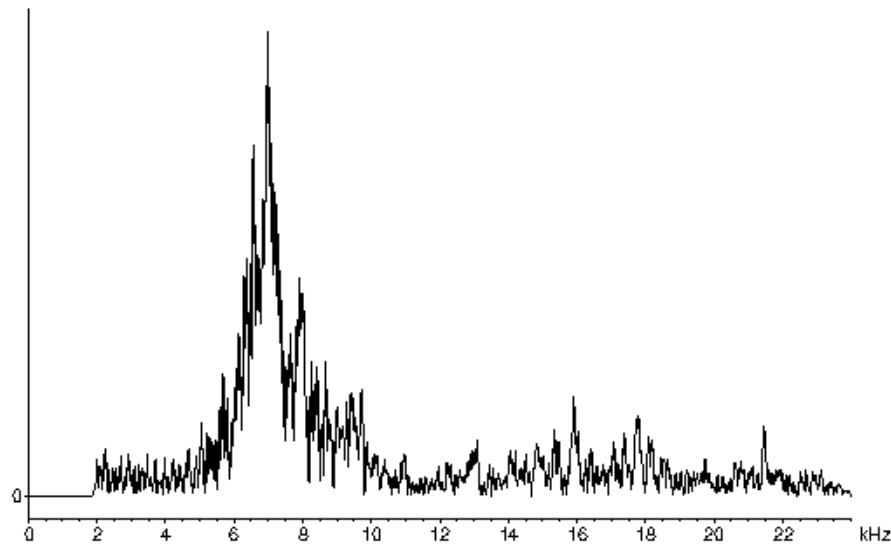


Figura 4.1.23.7. Espectrograma de frecuencia del canto mixto.

La distribución de la energía de la señal es: cuartil inferior 6591 ± 820 Hz, cuartil medio 8309 ± 981 Hz y cuartil superior 13963 ± 1888 Hz (tablas 9,10 y 11; apéndice XXIII.I)

Sonido producido por estridulación: canto de cortejo

Cuando un macho trata de copular con una hembra emite un canto formado por sílabas y/o esquemas, (figuras 4.1.23.8 y 4.1.23.9).

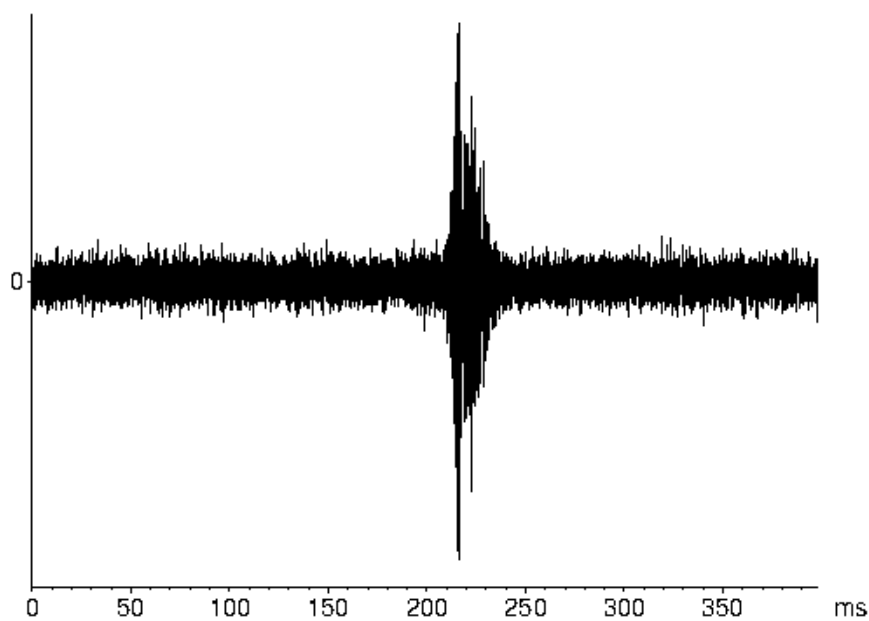


Figura 4.1.23.8. Canto de cortejo formado por una sílaba (Cantos: Suva3.mp3).

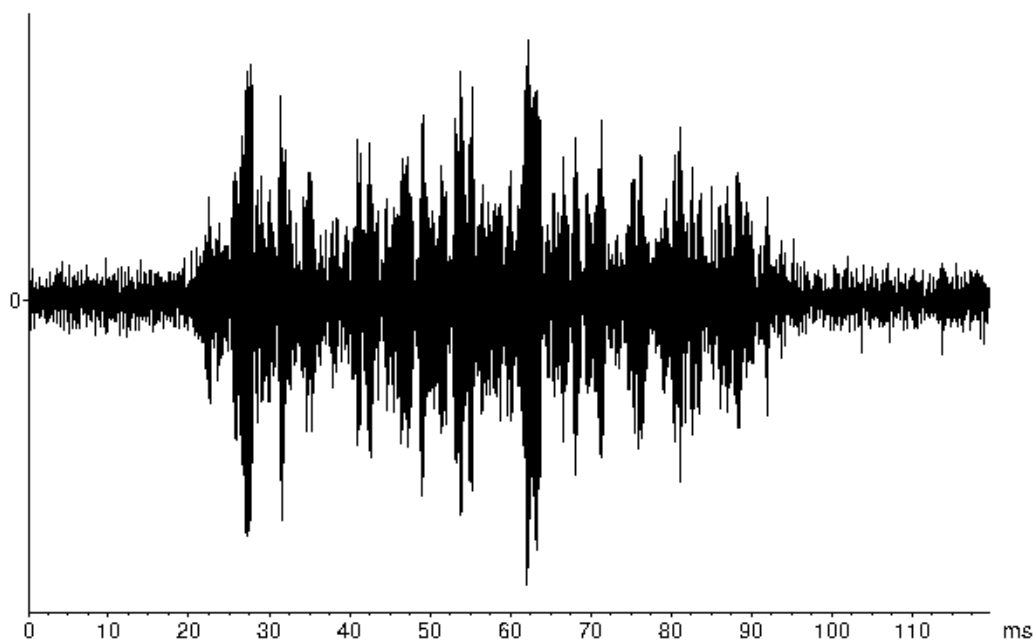


Figura 4.1.23.9. Canto de cortejo formado por un esquema (Cantos: Suva4.mp3)

Cuando aparece con el canto mixto, que funciona como canto de rivalidad, es fácil distinguir los dos tipos de cantos puesto las características temporales y en cuanto a la frecuencia son muy diferentes es fácil identificar cada uno de estos cantos (figura 4.1.23.4).

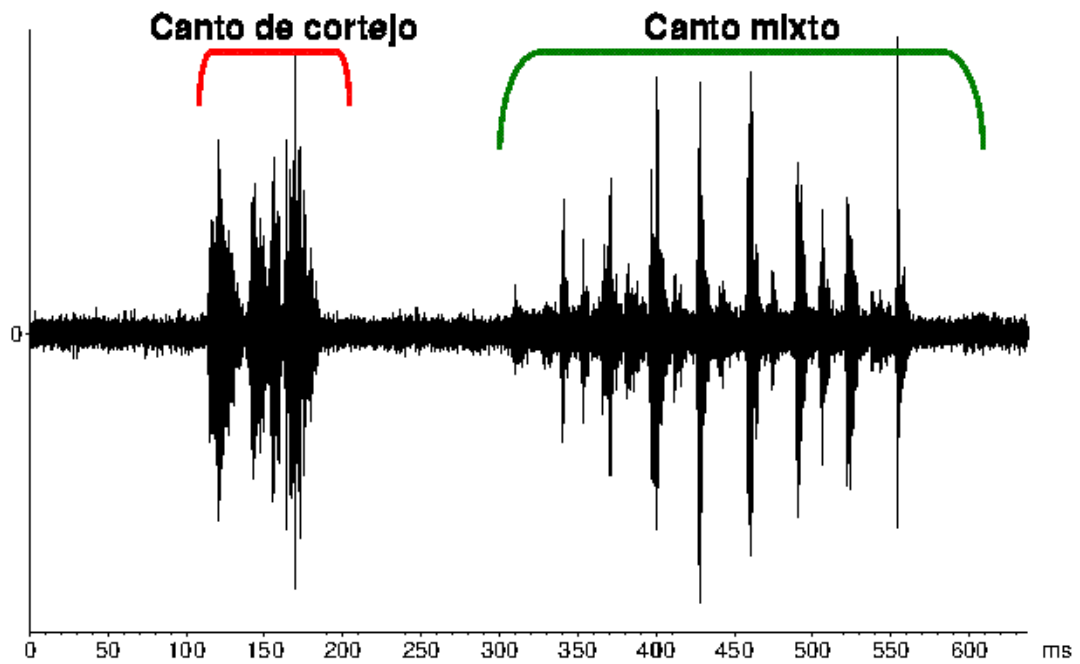


Figura 4.1.23.4. Canto de mixto como canto de rivalidad (Cantos: Suva5.mp3).

La duración media de las sílabas es de $0,027 \pm 0,007$ s y de los esquemas es de $0,074 \pm 0,007$ s (tablas 2 y 1, apéndice XXIII.II).

Tanto las sílabas como los esquemas presentan similares características en cuanto a la frecuencia (figura 4.1.23.11)

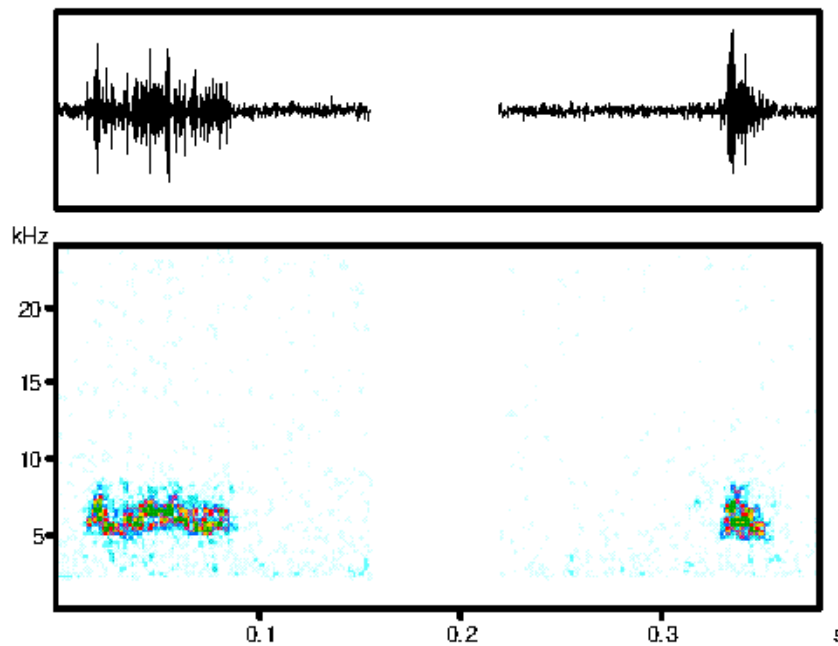


Figura 4.1.23.11. Sonograma de un esquema y una sílaba del canto de cortejo.

La frecuencia inferior del canto es de 4860 ± 288 Hz, la frecuencia superior es de 7490 ± 491 Hz, siendo la amplitud de banda de 2615 ± 509 Hz (tablas 3, 4 y 5, apéndice XXIII.II).

Aparece un pico de frecuencia con un valor medio de 5845 ± 551 Hz (tabla 6, apéndice XXIII.II; figura 4.1.23.12).

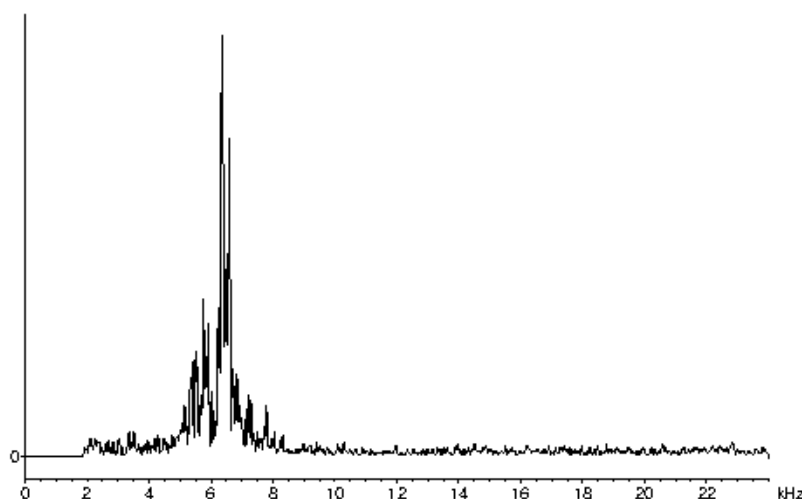


Figura 4.1.23.12. Espectrograma del canto de cortejo.

La distribución de la energía de la señal es: cuartil inferior 5535 ± 278 Hz, cuartil medio 6350 ± 349 Hz y cuartil superior 8255 ± 1239 Hz (tablas 7, 8 y 9, apéndice XXIII.II)

Comportamiento

Los machos de esta especie, cuando interaccionan entre sí, realizan movimientos de subir y bajar la patas posteriores, (figura 4.1.23.13), que intercalan con el canto mixto como canto de interacción (Videos Suvarovi1.mpg).

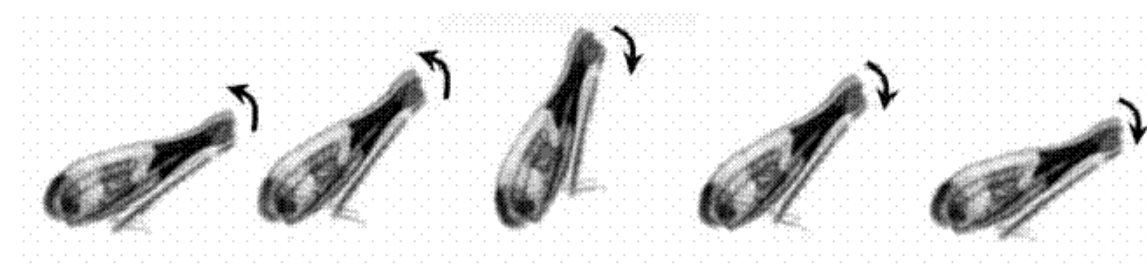


Figura 4.1.23.13. Movimiento de subir y bajar las patas posteriores realizado por los individuos cuando interaccionan.

Si son varios individuos los que interaccionan llegan a formar un coro, utilizando entonces el canto mixto como canto de coro.

Cuando un macho intenta copular con una hembra y comienza a emitir el canto de cortejo, si hay otro macho cerca, éste comenzará a emitir el canto mixto, de esta forma produce “ruido” y rivaliza con el macho que trata de cortejar a la hembra (Suvarovi2.mpg).

El canto mixto es realizado cuando los machos aproximan los fémures posteriores a las tegminas y suben y bajan con un movimiento rápido y de poca amplitud las patas posteriores (figura 4.1.23.14 y figura 4.1.23.15)



Figura 4.1.23.14. Movimiento realizado con las patas posteriores para emitir el canto mixto.

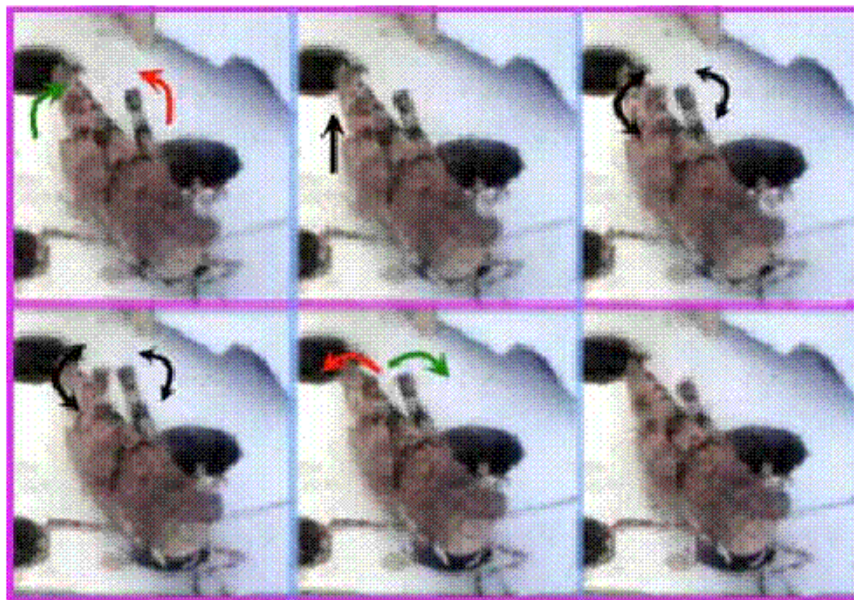


Figura 4.1.23.15. Un macho realiza el canto mixto.

Cuando un macho trata de copular con una hembra realiza uno o varios cantos de cortejo antes de tratar de saltar o subirse encima de ella para comenzar la cópula (Videos: Suvarovi3.mpg).

Para emitir el canto de cortejo el macho eleva ambas patas posteriores al mismo tiempo hasta que los fémures se sitúan perpendiculares al sustrato y los vuelve a bajar (figura 4.1.23.16 y 4.1.23.17).

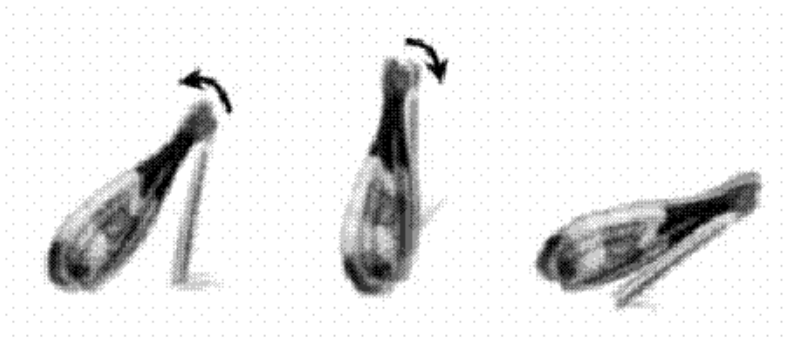


Figura 4.1.23.16. Movimiento realizado con las patas posteriores para emitir el canto de cortejo.

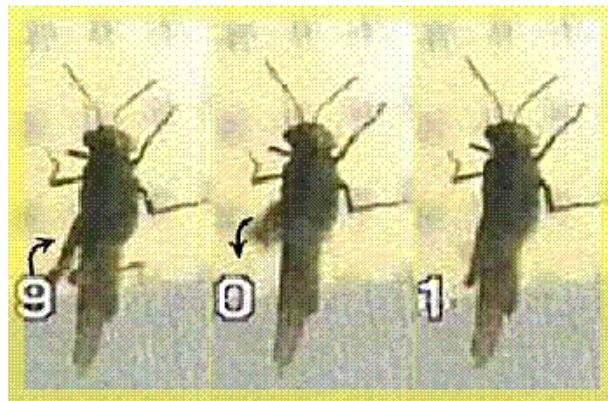


Figura 4.1.23.17. Macho eleva las patas posteriores emitiendo el canto de cortejo.

4.1.24. *Stetophyma grossum* (Linneo, 1758).

Biología

Esta especie ha sido citada en la Península Ibérica en Guadalajara, Aragón (Teruel), diversas localidades de Cataluña, Cerdeña, Coimbra y Oporto. Se puede encontrar tanto en plano como en montaña.

Es una especie hidrófila que habita en un biotopo muy particular, en lugares muy húmedos con vegetación herbácea: *Juncus*, *Carex*, *Equisetum*...

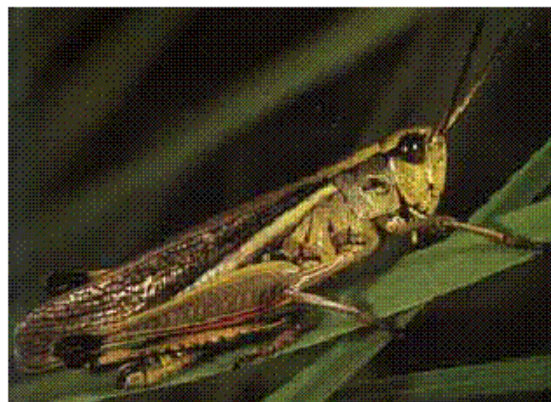


Figura 4.1.24.1. Macho de *S.grossum*.

Se puede encontrar en estado adulto desde julio hasta noviembre.

Producción de sonido

Se ha registrado producción de sonido mediante estridulación de la tibia posterior contra la parte posterior de la tegmina, según Ragge & Reynolds (1998), este canto es un canto de llamada único entre los saltamontes europeos. Además se ha registrado producción de sonido mediante percusión como canto de interacción.

Referencias: Taschenberg (1871), Graber (1873); Faber (1928, 1953a); Willemse (1943); Jacobs (1950, 1953); Harz (1957, 1962); Ragge (1965); Holst (1970, 1986); Schmidt & Baumgarten (1977); Broughton, (1972); Wallin (1979); Duijm & Kruseman (1983); Weber (1984); Bellman (1985, 1988, 1993); Bellman & Luquet (1995); Meyer & Elsner (1996); Kleukers *et al.* (1997); Ragge & Reynolds (1998).

Material utilizado

Este tipo de canto se ha podido registrar en 6 machos capturados y grabados en la siguiente localidad:

1. **Machos 1, 2, 3, 4, 5, 6. Capturados:** Orea (Guadalajara). 1573 m. 30 TXK 10332. 11/10/2003. **Grabados:** Orea (Guadalajara) 11 y 12/10/2003.

Los registros de los cantos analizados son los siguientes:

2. Cinta 21/2003: ID1, ID2.

La temperatura se mantuvo durante las grabaciones a 30 °C.

Los filtros de frecuencias utilizados y las medidas de frecuencia tomadas han sido:

- **Sonido producido al golpear las tegminas con las tibias:** Se ha analizado un total de 23 cantos pertenecientes a los 6 machos. Se ha utilizado un filtro de paso de altas frecuencias a 1000 Hz, tomándose una medida de frecuencia por serie de clic.
- **Sonido producido por percusión: canto de interacción:** Se ha analizado un total de 16 cantos pertenecientes al macho 5, utilizando un filtro de paso de altas frecuencias a 2000 Hz y tomándose una medida de frecuencia por cada sílaba o esquema que forma el canto.

Sonido producido por estridulación de las tibias posteriores contra la tegmina. Canto de llamada

De acuerdo con lo que indican Ragge & Reynolds (1998) los cantos registrados consisten en series de clics de alta intensidad (figuras 4.1.24.2).

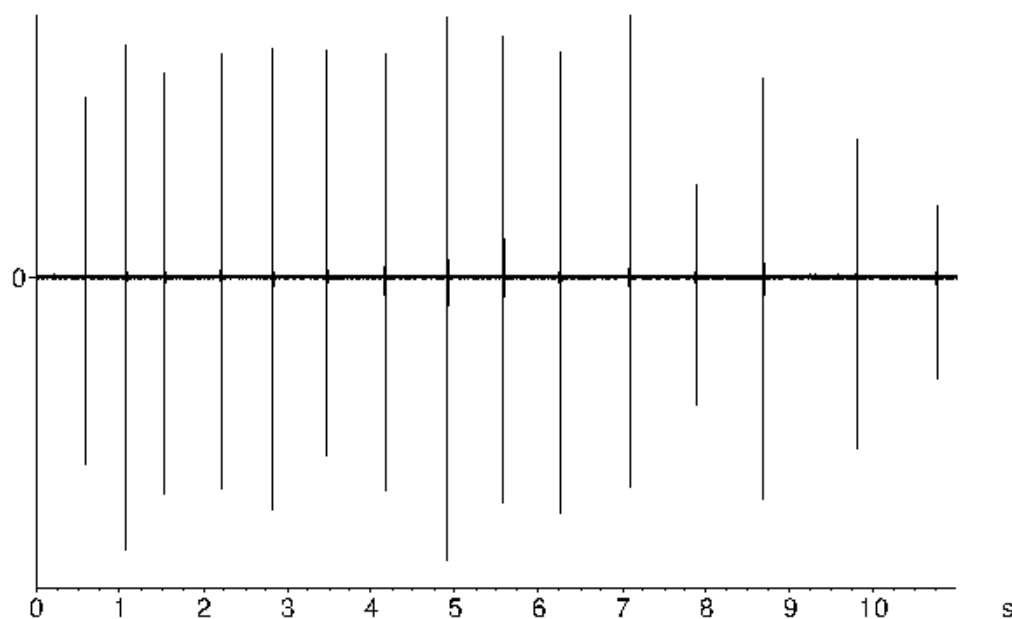


Figura 4.1.24.2. Canto de llamada de un macho de *S. grossum* (Cantos Sgross1.mp3).

El número de clics por canto es muy variable, según Ragge & Reynolds (1998), entre 5 y 10, pero pueden ser menos y ocasionalmente más de 15. En los cantos analizados se han encontrado desde un único clic por canto hasta un máximo de 18, el valor medio encontrado es de $6,75 \pm 3,77$ (tabla 2, apéndice XXIV.I). El rango de repetición encontrado también se ajusta al hallado por Ragge & Reynolds (1998), entre 1 y 3 clics por segundo.

La duración de los cantos estudiados oscila entre 0,01 s, en los cantos formados por un único clic, y 16,5 s, en un canto formado por 18 clics. El valor medio encontrado es de $5,384 \pm 2,794$ s (tabla 1, apéndice XXIV.I).

La duración y el número de clic por canto se encuentran estrechamente relacionados (figura 4.1.24.3); el coeficiente de correlación de Pearson entre estas dos variables es de 0,954.

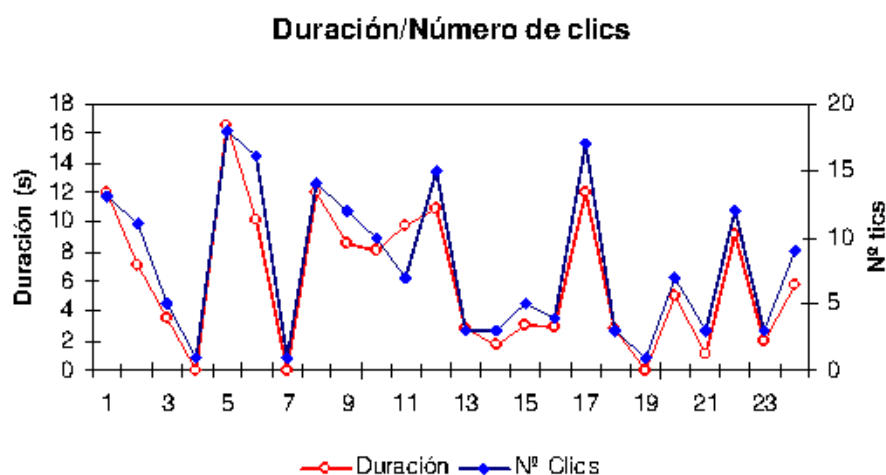


Figura 4.1.24.3. Relación entre el número de clic y la duración del canto.

La duración de los clic del canto oscila entre 0,005 s y 0,019 s, con un valor medio de $0,011 \pm 0,001$ s (tabla 3, apéndice XXIV.I).

El silencio entre los clic es bastante estable (figura 4.1.24.4), el valor medio obtenido es de $0,831 \pm 0,08$ s (tabla 4, apéndice XXIV.I).

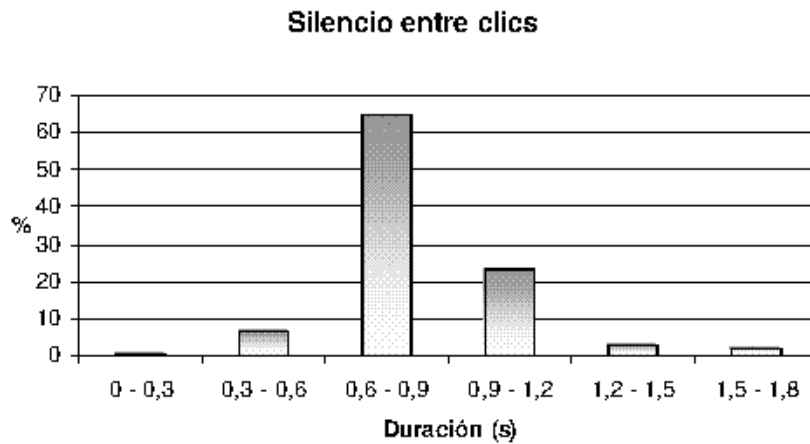


Figura 4.1.24.4. Duración del silencio entre clic.

Según Ragge & Reynolds (1998) normalmente utilizan una sola tibia cada vez y no hay alternancia regular entre la derecha y la izquierda; ocasionalmente ambas tibias son utilizadas a la vez. Sin embargo, algunos de los cantos registrados (8,696 %) sí se produjeron realizando los individuos alternancia entre la tibia posterior derecha e izquierda para golpear la tegmina; y no se dio ningún caso en que utilizaran las dos tibias al mismo tiempo.

En los cantos registrados se han encontrado clics de baja intensidad muy cerca, en el tiempo, de un clic de alta intensidad (figura 4.1.24.5).

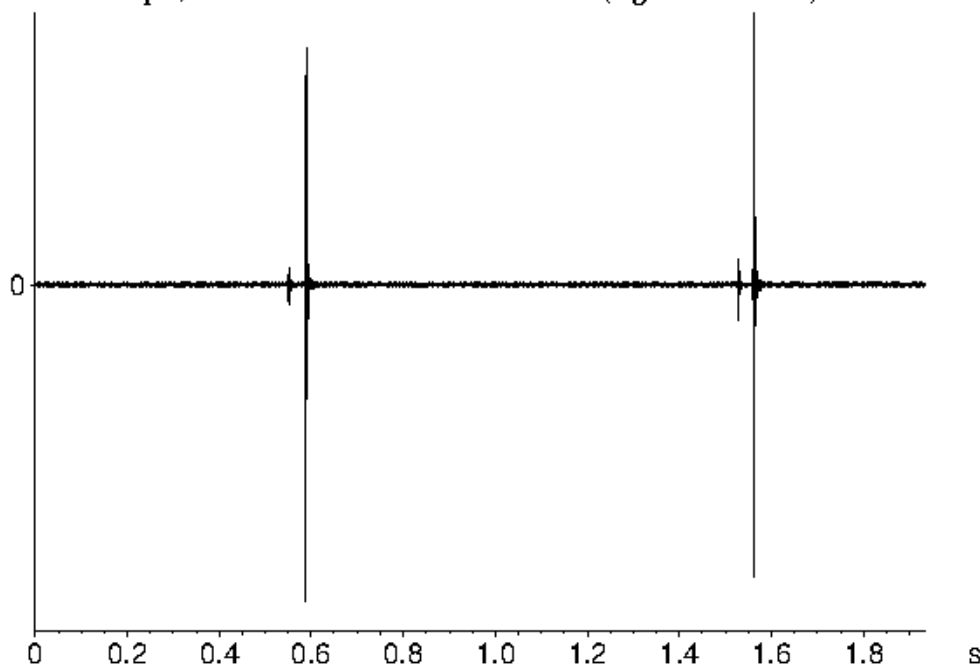


Figura 4.1.24.5. Clics de baja intensidad (Cantos Sgross2.mp3).

En concreto, en el 39,13 % de los cantos estudiados se han encontrado estos clics, un 18,18 % de todos los clics de alta intensidad estudiados están precedidos por un clic de baja intensidad. La duración media de estos clics es de $0,005 \pm 0,001$ s (tabla 5, apéndice XXIV.I).

La duración media del silencio entre un clic de baja intensidad y el que le sucede, de alta intensidad, es de $0,02 \pm 0,004$ s (tabla 6, apéndice XXIV.I).

La frecuencia inferior media del canto es de 4059 ± 316 Hz (tabla 7, apéndice XXIV.I), la superior es de 21808 ± 1486 Hz (tabla 8, apéndice XXIV.I), siendo la amplitud media de banda de 17543 ± 1613 Hz (tabla 9, apéndice XXIV.I).

No aparece un pico de frecuencia estable en los clics que forman el canto (figuras 3.1.24.6 y 4.1.24.7.)

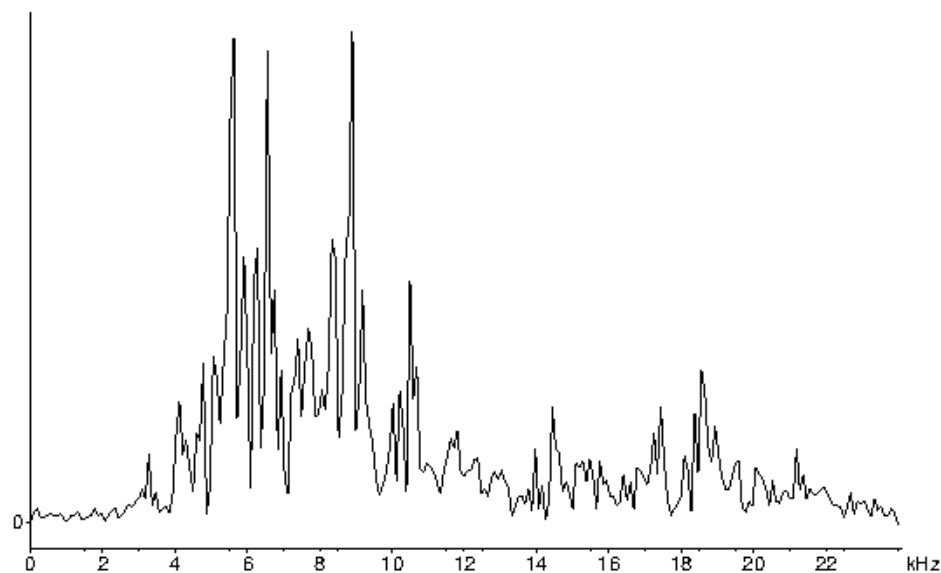


Figura 4.1.24.5. Espectrograma de frecuencias de un clic del canto de *S.grossum*.

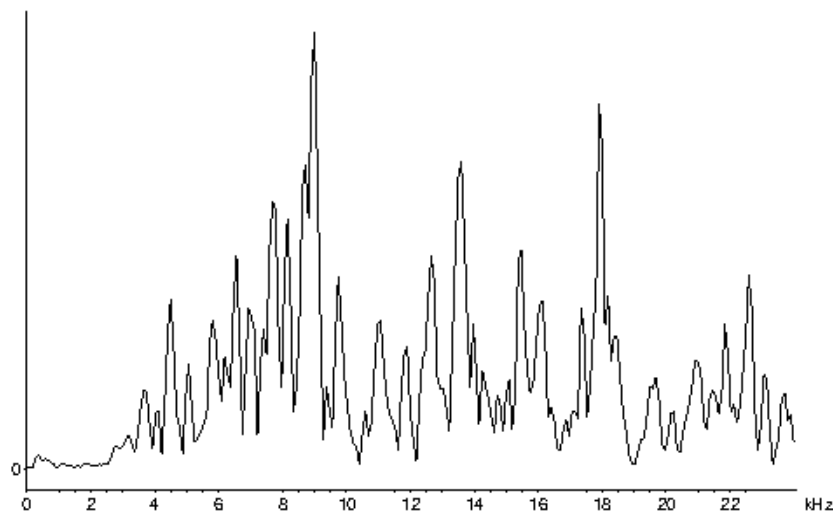


Figura 4.1.24.5. Espectrograma de frecuencias de un clic del canto de *S.grossum*.

La frecuencia que presenta la mayor intensidad de la señal puede tener un valor desde 5000 Hz hasta los 18.000 Hz, aunque es más frecuente que aparezca entre los 5000 Hz y los 8000 Hz. Entre 12000 Hz y 15.000 Hz pueden aparecer picos de frecuencia pero no con picos de máxima intensidad (figura 4.1.24.6), (tabla 10, apéndice XXIV.I).

Pico de frecuencia

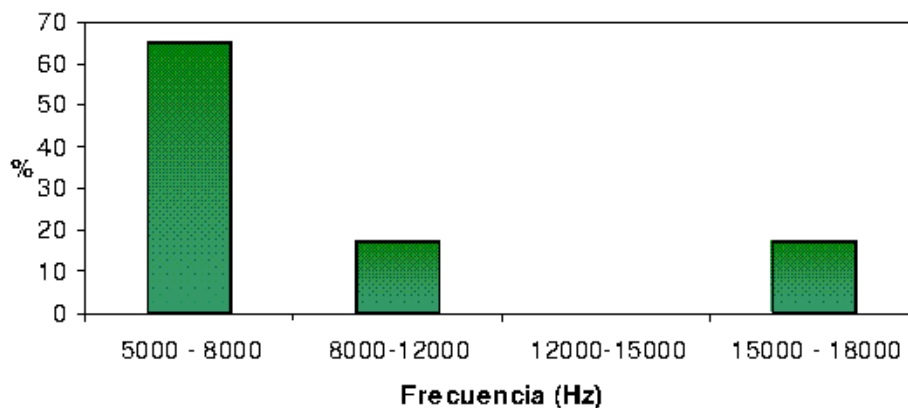


Figura 4.1.24.6. Pico de frecuencia de los clics del canto de de *S.grossum*.

La distribución de la energía es la siguiente: cuartil inferior medio 7528 ± 729 Hz, cuartil medio 11371 ± 2202 Hz, cuartil superior medio 16669 ± 1709 Hz (figura 4.1.24.7; tablas 11, 12 y 13, apéndice XXIV.I).

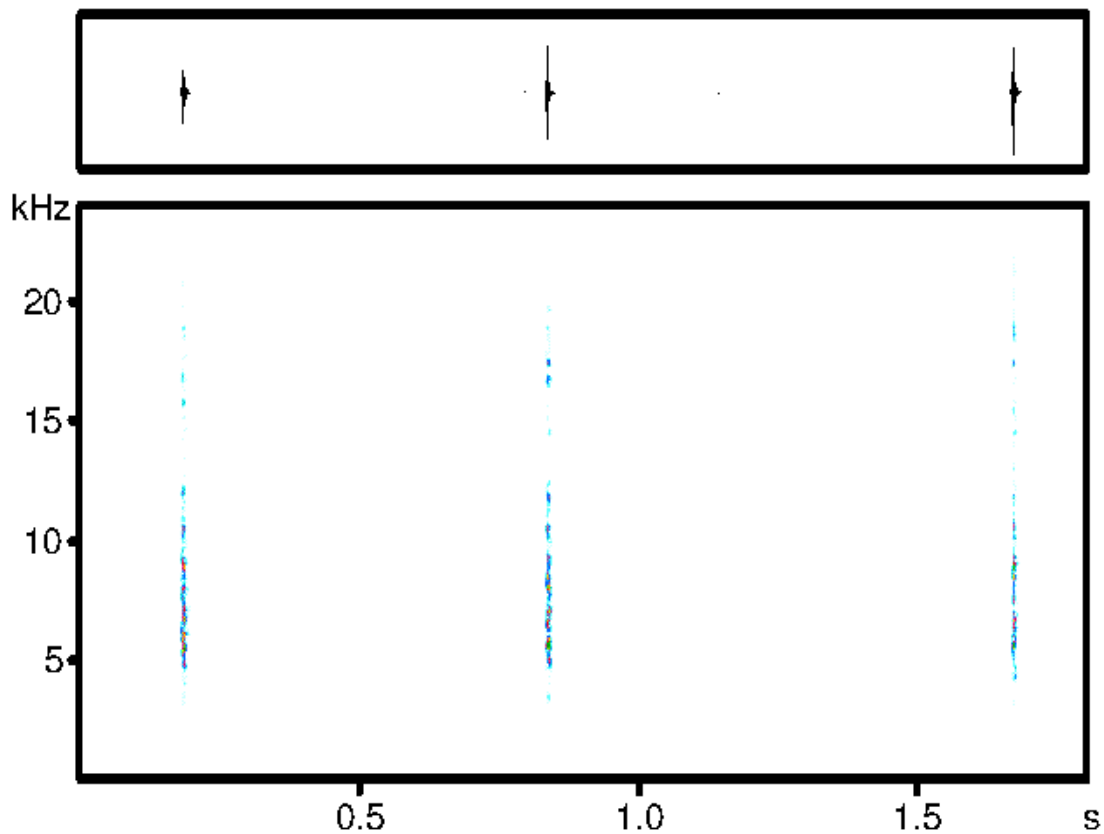


Figura 4.1.24.7. Sonograma de un fragmento del canto de llamada.

Sonido producido por percusión: canto de interacción.

El canto de llamada también es utilizado como canto de interacción como señala Ragge & Reynolds (1998), pero también aparece otro tipo de producción de sonido de interacción, por percusión de los tarsos posteriores contra el sustrato.

Este sonido, como se ha mencionado anteriormente, es muy difícil de registrar, de todos los observados y de los grabados sólo un registro ha podido ser analizado, en él un macho vibra las patas posteriores y otro realiza el mismo sonido contestándole (figura 4.1.24.8).

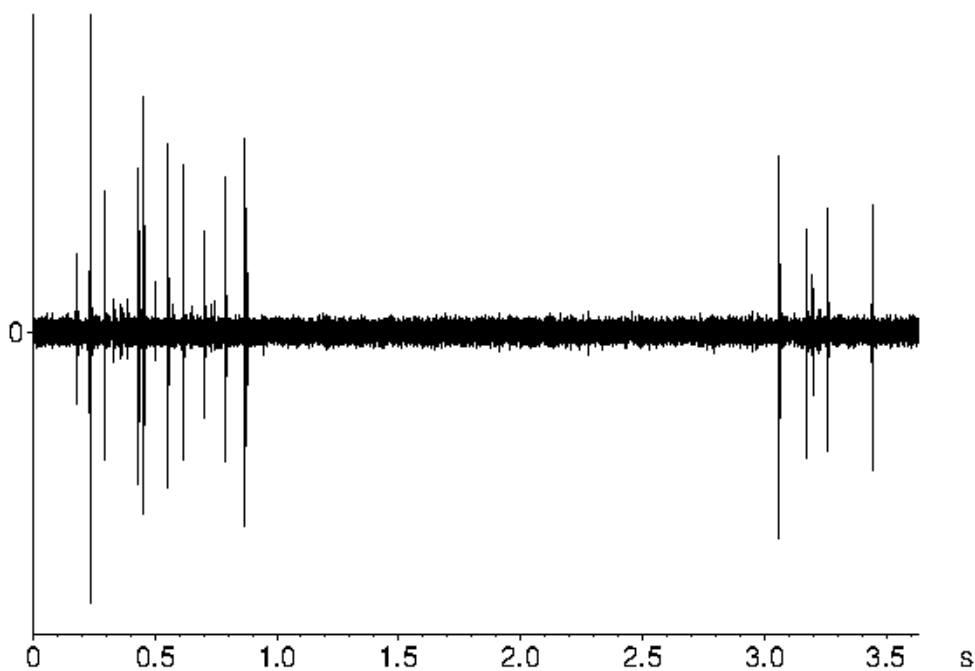


Figura 4.1.24.8. Sonidos producidos por percusión (Cantos Sgross3).

El macho 2 produjo el primer sonido, que se encuentra formado por 15 sílabas y presenta una duración de 0,69 s; el segundo sonido fue producido por el macho 2, se encuentra formado por 5 sílabas y presenta una duración de 0,381 s; siendo el valor medio de $0,536 \pm 0,218$ s. La tasa media de producción de sílabas es $17,431 \pm 6,092$

El intervalo entre sílabas medio es de $0,067 \pm 0,028$ s (tabla 1, apéndice XXIV.II).

La frecuencia inferior media es de 2200 ± 198 Hz, (tabla 2, apéndice XXIV.II), la frecuencia superior es de 9865 ± 35 Hz (tabla 3, apéndice XXIV.II) y la amplitud de banda media encontrada es de 7640 ± 198 Hz (figura 4.1.24.9; tabla 4, apéndice XXIV.II)

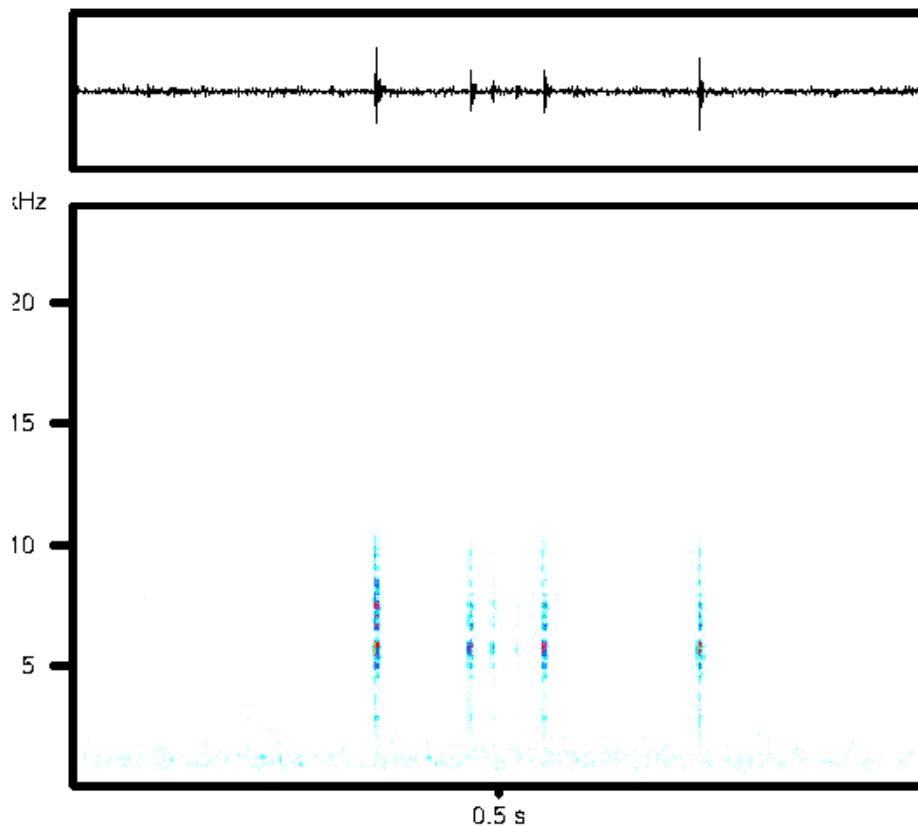


Figura 4.1.24.9. Sonograma del sonido producido por el macho 4 al vibrar los fémures.

El pico de frecuencia encontrado presenta un valor medio de 6320 ± 863 Hz (tabla 5, apéndice XXIV.II). La distribución de la energía de la señal es: cuartil inferior medio 5150 ± 396 Hz, (tabla 6, apéndice XXIV.II), cuartil medio 6605 ± 728 Hz (tabla 7, apéndice XXIV.II), cuartil superior medio 8525 ± 134 Hz, (tabla 8, apéndice XXIV.II).

Comportamiento

El canto de llamada de *Stetophyma grossum* es único dentro de los Oedipodinos que se han estudiado. Probablemente, el hecho de que las poblaciones de individuos no sean muy densas y a que el hábitat, lugares con vegetación herbácea alta, no favorezca la visibilidad de los individuos, ha llevado a que no aparezca canto de cortejo sino de llamada, canto al que pueden contestar las hembras según Ragge & Reynolds (1998), aunque nunca ocurrió durante nuestros experimentos.

En cuanto a la forma de producción de sonido de este canto, es muy probable que puedan emitir el sonido golpeando la tegmina con una sola de las tibias posteriores, alternando para golpear la tibia posterior izquierda con la derecha o golpeando con ambas al mismo tiempo; y que por azar durante los experimentos realizados por Ragge & Reynolds (1998) ningún individuo golpeó la tegmina utilizando alternativamente las dos tibias, y durante nuestros experimentos ningún individuo lo hizo con las dos tibias posteriores a la vez.

Disponemos de todas las anotaciones que se realizaron durante las observaciones pero no de las grabaciones videográficas, debido a que un cinta en mal estado estropeó la cámara de grabación.

4.2. Especies capturadas de las que no se han registrado emisiones acústicas.

4.2.1. *Acrotylus fischeri* Azam, 1901

Biología

Existen citas de esta especie en numerosas provincias dispersas por toda la Península Ibérica.

Vive en lugares bien insolados, con matorral no muy denso, amplios espacios y en cotas elevadas.

Presenta dos generaciones anuales, una en primavera y otra al final del verano.



Figura 4.2.1.1. Hembra y macho de *A.fischeri*

Material utilizado:

Esta especie fue capturada en las campañas 2002 y 2003 en las siguientes localidades y fechas:

- Bajada del puerto de la Losa a Santiago de la Espada. La Sagra. 1414 m. Granada: 20/06/2002, 24/06/2002.
- Canencia. Madrid. 18/09/2003.

Comportamiento y Producción de sonido.

Sobre esta especie no se puede describir ni el comportamiento ni si presenta o no algún tipo de manifestación acústica puesto que, durante el periodo que estuvieron en cautividad y en la jaula de grabación, permanecieron en estado de quietud y sólo se movieron para alimentarse.

Cada vez que se capturaron ejemplares de la especie se introdujeron en la jaula de experimentación, tanto en el año 2002 como en el año 2003. En esta última

campana, los ejemplares de esta especie fueron los últimos en morir y se estuvieron introduciendo en la jaula de grabación hasta ese momento sin obtener ningún resultado.

4.2.2. *Locusta migratoria cinerascens* (Fabricius, 1781)

Biología:

Su distribución abarca toda la Península Ibérica desde el nivel del mar hasta más de 1000 m de altitud en zonas montañosas

Frecuenta muy diversos biotopos naturales.



Figura 4.2.2.1. Macho y Hembra de *L.migratoria cinerascens*

Con esta especie nunca se realizaron experimentos, puesto que aunque se capturaron algunos ejemplares, nunca fueron más de un individuo, por lo que no se realizaron grabaciones de los mismos. Por otro lado, existe una extensa bibliografía sobre la especie, en todos los aspectos de su biología.

4.2.3. *Oedipoda miniata* (Pallas, 1771)

Biología:

Esta especie ha sido citada en las islas Baleares, en Mallorca, Menorca, Cabrera, Ibiza y Formentera, donde está más extendida.

Está adaptada a lugares áridos.

Ha sido capturada en estado adulto durante los meses de agosto y septiembre.



Figura 4.2.3.1. Hembra de *O.miniata*.

Material utilizado:

Esta especie fue capturada durante los muestreos realizados en la campaña de 2003 en Ibiza; las localidades y fechas son:

- Cala Sargamassa. Santa Eulalia del río. 1 m. Ibiza. 22/09/2003
- Sant Joan de Labritja. 182 m. Ibiza. 22/09/2003.
- Sant Miguel. 4 m. Ibiza. 22/09/2003.

Comportamiento y Producción de sonido.

Esta especie no realizó ningún tipo de comportamiento en cautividad. Una vez que los individuos fueron capturados no realizaron ningún comportamiento salvo el de alimentación.

El número de ejemplares capturados fue grande y los individuos no resultaron ser especialmente sensibles a la cautividad, pero no se realizó ninguna grabación relevante.

Durante su captura se observó que los individuos, tanto machos como hembras, realizaban crepitación durante sus vuelos.

4.2.4. *Platypygus platypygus* (Pantel, 1886)**Biología**

En la Península Ibérica presenta una distribución fuertemente discontinua, en España ha sido capturada en Tarancón (Cuenca), un ejemplar en Salamanca (Bolívar, 1898a) y en la Laguna de la Nava (Palencia).

Se puede encontrar entre los 300 m y 1000 m de altitud.

Es una especie hidrófila. Siempre se ha encontrado asociada a bordes de agua dulce o zonas donde aflora la capa freática con oscilaciones estacionales, en la vegetación herbácea.

Ha sido capturada en estado adulto durante el mes de octubre.

Material utilizado

De esta especie se capturaron numerosos ejemplares en:

- Laguna de la Nava. 744m. Palencia. 10/10/2003.

Producción de sonido.

Esta especie fue activa durante los experimentos realizados con ella, se grabaron 13 cópulas, pero durante el comportamiento previo ni los machos ni las hembras de esta especie produjeron ningún tipo de emisión acústica.

Sin embargo, sí se observó que los machos de esta especie realizan producción de sonido por percusión de los tarsos de las patas posteriores contra el suelo de forma alternada. El hecho de que no se hayan podido analizar estos datos es debido a que las grabaciones se realizaron en la jaula de grabación de 2003.

Comportamiento

Los individuos de esta especie, cuando interaccionan entre ellos, realizan movimientos de subir y bajar una o ambas patas posteriores, sin que se produzca la extensión completa de las tibias (figura 4.2.4.1)

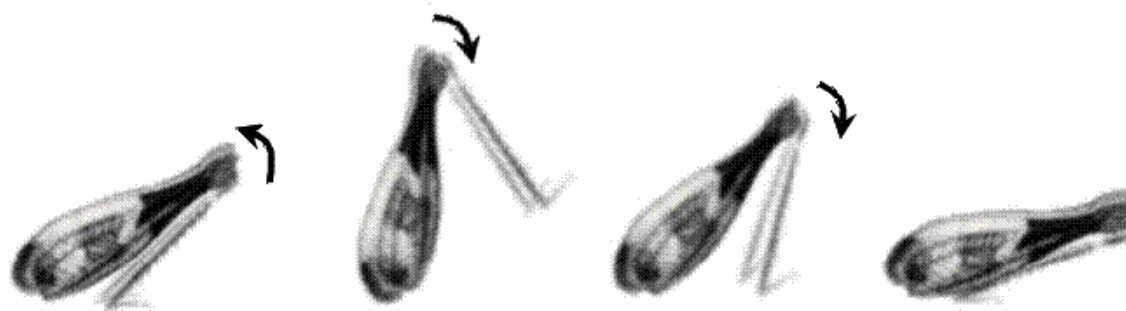


Figura 4.2.4.1. Movimiento realizado con las patas posteriores al interaccionar dos individuos.

Si los individuos que interaccionan continúan aproximándose entre sí y son machos, comenzarán a golpear el sustrato con los tarsos de los fémures posteriores de forma rápida y alternada (figura 4.1.4.2).

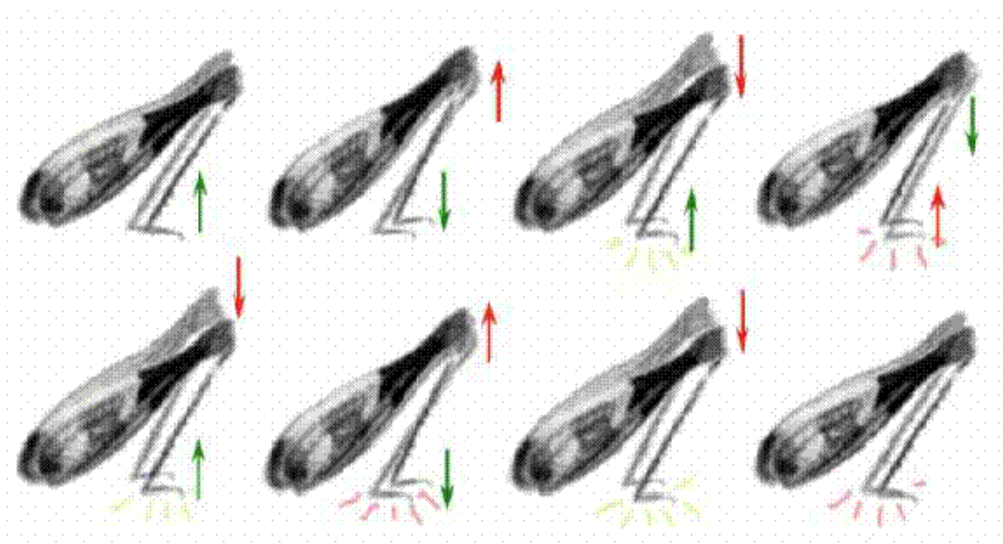


Figura 4.2.4.2. Movimiento realizado con las patas posteriores para golpear el sustrato.

Esta especie presenta el borde inferior del fémur posterior y las tibias de color naranja rojizo. Estos colores son muy fáciles de observar, no sólo por los movimientos que realiza los individuos cuando interactúan si no también porque cuando están quietos suelen adoptar una postura en la que las patas posteriores permanecen separadas del cuerpo y las tibias posteriores ligeramente extendidas formando un ángulo de unos 45° con los fémures.

En cuanto a las imágenes recogidas un fallo en la cámara de grabación de vídeo provocó que las imágenes registradas durante octubre de 2003 fueran de muy baja calidad, puesto que no presentaban un color real y había numerosas interferencias, por lo que no pudieron ser utilizadas.

4.3. Características generales de las emisiones acústicas producidas por especies pertenecientes a un mismo género.

Una vez realizado el estudio de las emisiones acústicas de las especies capturadas, se han analizado las características generales que presentan los cantos pertenecientes a grupos de especies naturales, es decir, los que son producidos por especies pertenecientes a un mismo género.

Género *Acrotylus*

De las tres especies capturadas, dos, (*A. insubricus* y *A. patruelis*), han emitido dos tipos de canto: canto de interacción y canto de cortejo. Cada uno de estos tipos de emisión acústica lo han producido de la misma forma; así, las dos especies realizan el canto de interacción golpeando el sustrato con las rodillas, y el canto de cortejo frotando los fémures posteriores contra las tegminas.

Las características temporales de los cantos de cortejo de las dos especies son muy distintas (figura 4.3.1). Los dos tipos de cantos están formados por sílabas simples pero con distinta duración, y en los cantos de *A. patruelis* aparecen sílabas dobles de una duración muy superior.

Género *Acrotylus*. Cortejo

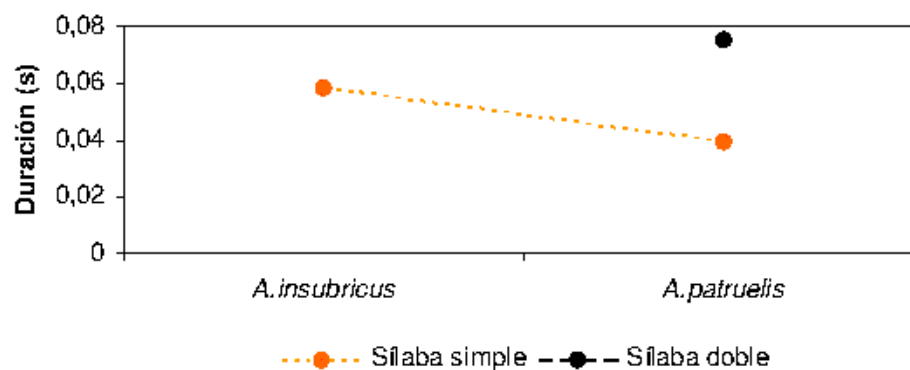


Figura 4.3.1. Características temporales del canto de cortejo de *A. insubricus* y *A. patruelis*.

Las características espectrales de los cantos de cortejo son similares en ambas especies (figura 4.3.2.). La mayor diferencia aparece entre los picos principales, pero si tenemos en cuenta que en ambos cantos aparece un segundo pico, que aunque en menor porcentaje también puede ser principal, y que

presenta valores similares al pico principal de la otra especie (observar ▲ y ✖), no se pueden distinguir los cantos por este carácter.

Género *Acrotylus*. Cortejo

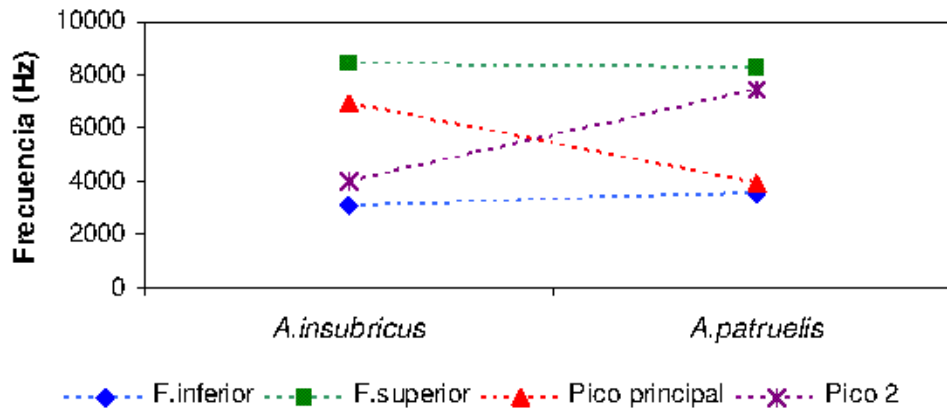


Figura 4.3.2. Características espectrales del canto de cortejo de *A. insubricus* y *A. patruelis*.

Así, para distinguir los cantos de cortejo de estas dos especies es necesario realizar un estudio del patrón temporal de los mismos, puesto que las características espectrales son similares.

Aunque ambas especies realizan estridulación fémur-tegmina para emitir el canto de cortejo, hay diferencias en los movimientos realizados con las patas posteriores. Los machos de *A. insubricus* siempre realizan movimientos de subir y bajar ambas patas posteriores de forma sincrónica, mientras que los machos de *A. patruelis* suelen subir y bajar sólo una de las patas posteriores, y cuando mueven las dos siempre una de ellas realiza el movimiento con mayor amplitud.

Los individuos capturados pertenecientes a *A. ficheni* no realizaron ningún tipo de manifestación acústica durante los experimentos, pero debido a que desde su captura pasaron la mayor parte del tiempo sin realizar ningún comportamiento, excepto de alimentación o limpieza, no se puede afirmar que no emitan sonido. Posiblemente, como la mayoría de especies estudiadas de esta familia, emitan sonido mediante estridulación como canto de cortejo.

Teniendo en cuenta que las otras dos especies del género emiten cantos que se pueden diferenciar, pero que presentan muchos rasgos comunes, consideramos que los machos de esta especie también pueden producir algún tipo de emisión

acústica tanto cuando interaccionen con otros individuos como cuando traten de copular con una hembra.

Género *Aiolopus*

Las dos especies de este género emiten canto de interacción y canto de cortejo. El canto de interacción lo producen de la misma forma, golpeando el sustrato con los tarsos de las patas posteriores.

Las características temporales de los cantos son similares (figura 4.3.3.), aunque los esquemas de los cantos de *A. strepens* son, en general, de mayor duración que los de los cantos de *A. thalassinus*, éstos últimos son más variables, pudiendo presentar una duración similar a la de la otra especie.

Género *Aiolopus*. Interacción

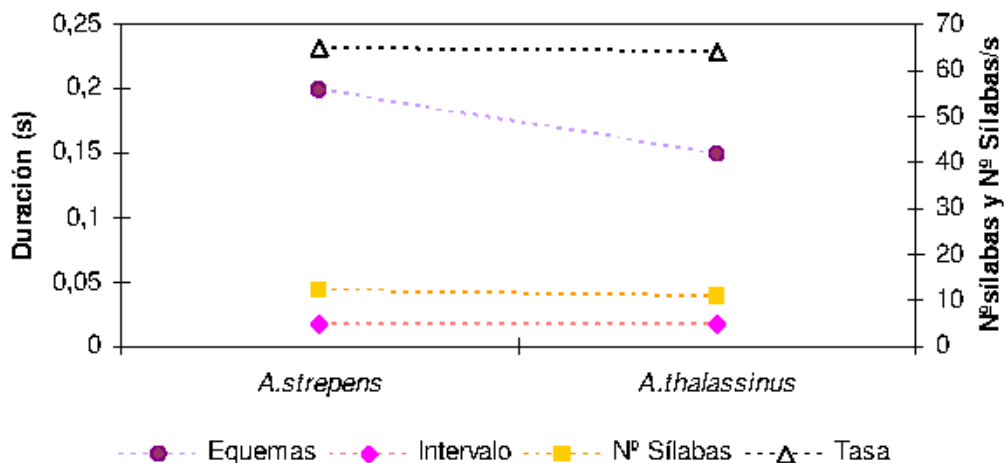


Figura 4.3.3. Características temporales del canto de interacción de *A. strepens* y *A. thalassinus*.

En cuanto al espectro de frecuencia (figura 4.3.4.) también es similar en ambos cantos. Los cantos de interacción producidos por los machos de *A. thalassinus* presentan una menor frecuencia inferior media, pero ésta es tan variable que este dato no puede utilizarse para distinguir el canto producido por cada especie.

Género *Aiolopus*. Interacción

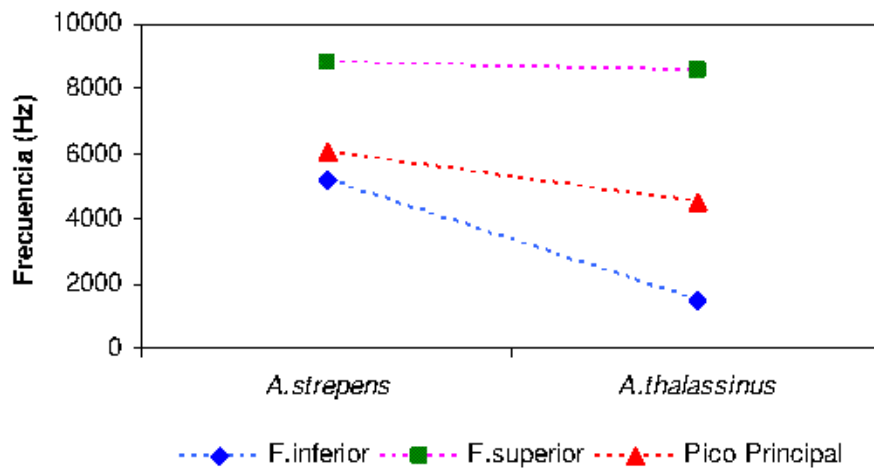


Figura 4.3.4. Características espectrales del canto de interacción de *A. strepens* y *A. thalassinus*.

Sería muy difícil distinguir con certeza los cantos de interacción producidos por los machos de estas especies tanto por las características temporales, las espectrales como por la forma de producirlos.

El canto de cortejo lo producen los machos de ambas especies mediante estridulación fémur-tegmina. Los elementos que forman los dos tipos de canto son sílabas simples y equemas, y en el caso de *A. strepens* también aparecen sílabas dobles, aunque no hay que descartar que pueda aparecer este elemento en los cantos de cortejo de *A. thalassinus*, puesto que el número de cantos estudiado es muy reducido.

Pero, a pesar de que aparecen elementos similares, hay claras diferencias en la duración de los mismos puesto que, excepto las sílabas simples, los elementos del canto de cortejo producido por los machos de *A. strepens* presentan una duración muy superior a los elementos del canto de cortejo de *A. thalassinus* (figura 4.3.5).

Género *Aiolopus*. Cortejo

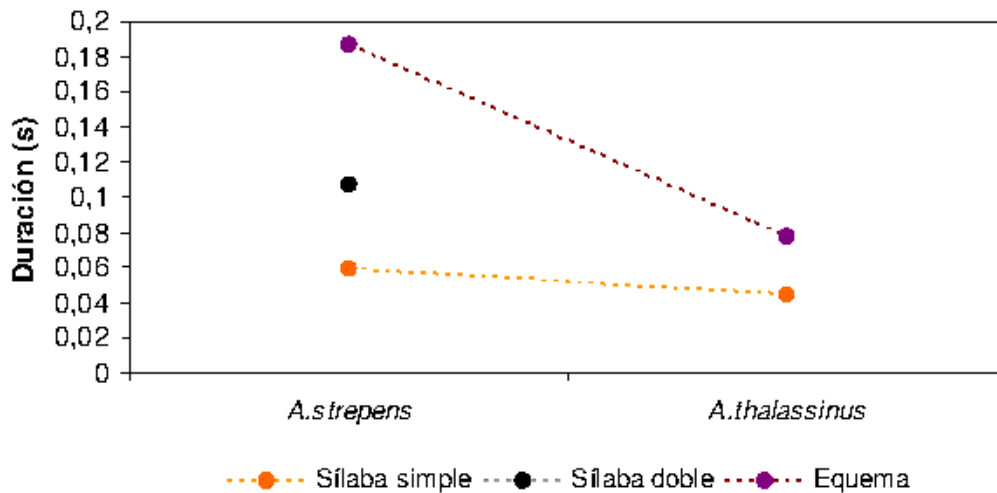


Figura 4.3.5. Características temporales del canto de cortejo de *A. strepens* y *A. thalassinus*.

Respecto a las características espectrales de los cantos (figura 4.3.6.), aparentemente son similares puesto que presentan similar frecuencia inferior, superior e incluso el pico principal es parecido (figuras 4.1.3.12 y 4.1.4.9).

Género *Aiolopus*. Cortejo

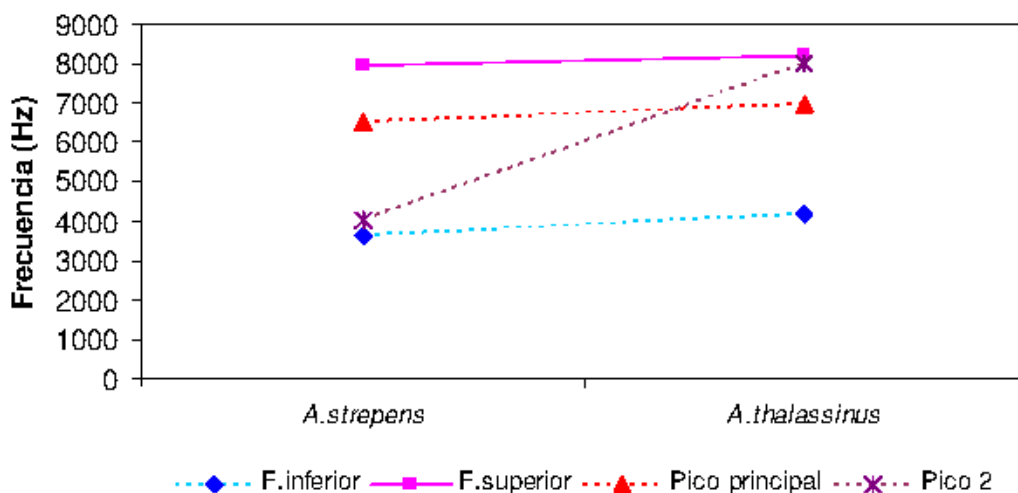


Figura 4.3.6. Características espectrales del canto de cortejo de *A. strepens* y *A. thalassinus*.

Sin embargo, en *A. strepens* aparecen de forma muy clara dos frecuencias con mayor intensidad que el resto de frecuencias de la banda, mientras que en *A. thalassinus* aparece una frecuencia de mayor intensidad que el resto pero

acompañada de otros picos de frecuencia de menor intensidad no muy claros. El canto de cortejo de estas dos especies se podría distinguir claramente, tanto por su estructura temporal, como por el espectro de frecuencia, si se tienen en cuenta las frecuencias que presentan mayor intensidad en cada señal.

Género *Oedipoda*

Dentro de este género sólo se ha observado en una especie, *O. caerulescens*, producción de sonido como canto de interacción, pero no se descarta que el resto de especies también pueda producir sonido de forma similar.

Los cantos de cortejo son distintos en cuanto a los elementos que lo forman y la duración de los mismos (figura 4.3.7)

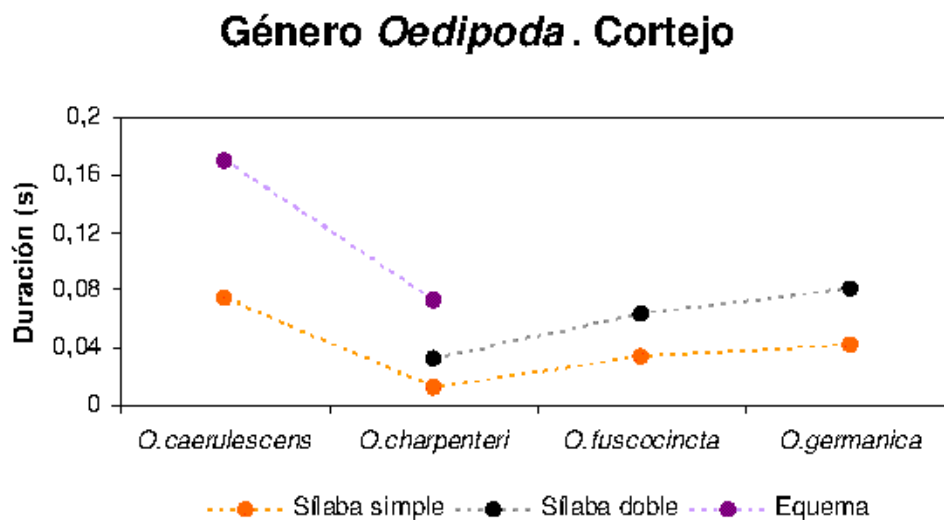


Figura 4.3.7. Características temporales del canto de cortejo de *O. caerulescens*, *O. charpentieri*, *O. fuscocincta* y *O. germanica*

O. caerulescens es la especie que presenta un canto de cortejo formado por elementos de mayor duración, mientras que el canto de cortejo de *O. charpentieri* presenta los elementos de menor duración, y, en ellos, aparecen equemas. Temporalmente estos cantos se distinguen muy fácilmente del resto de especies del género.

Los cantos de las otras dos especies del género (*O. fuscocincta* y *O. germanica*), son más parecidos entre sí. Son muy similares en cuanto a los

elementos que forman el canto y la duración de los mismos; temporalmente sólo se pueden distinguir porque las sílabas dobles de *O. fuscocincta* presentan las dos partes con la misma amplitud, mientras que *O. germanica* la primera parte de la sílaba doble presenta menos amplitud relativa a la segunda parte.

En cuanto a las características espectrales (figura 4.3.8.), el canto de cortejo de los machos de *O. caerulescens* vuelve a ser inconfundible, puesto que presenta una banda de frecuencia muy reducida y las frecuencias de mayor intensidad son muy estables y no presentan valores muy distintos.

Al igual ocurre con el canto producido por los machos de *O. charpentieri*, presenta unas características espectrales distintas al resto: una banda de frecuencia muy amplia y dos picos de frecuencia muy estables.

En cuanto a las otras dos especies, el canto de *O. germanica* presenta una banda de frecuencia más amplia que *O. fuscocincta* y los picos de frecuencia presentan un valor menos estable. Sin embargo, el distinguir los cantos por estas características es difícil.

Género *Oedipoda*. Cortejo

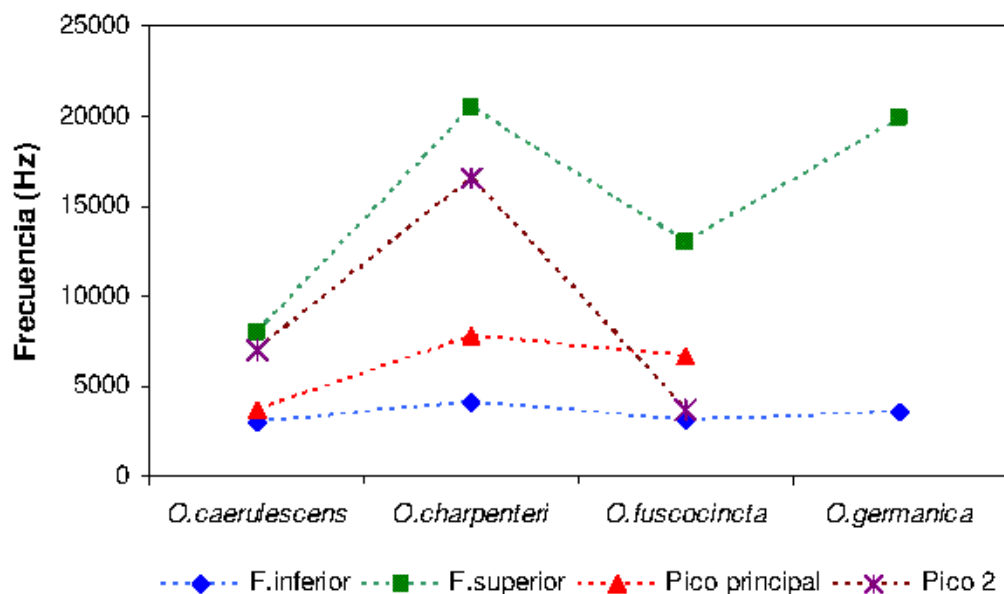


Figura 4.3.8. Características espectrales del canto de cortejo de *O. caerulescens*, *O. charpentieri*, *O. fuscocincta* y *O. germanica*

En cuanto a la forma de producir el canto de cortejo, aunque todas lo hacen por estridulación fémur-tegmina, *O. charpentieri* se distingue del resto por la forma tan particular de producirlo, con movimientos muy reducidos de una de las patas posteriores.

Respecto a las otras especies, *O. fuscocincta* y *O. germanica*, emiten sonido con un movimiento de patas posteriores similar y más sincrónico que *O. caerulescens*.

Género *Sphingonotus*

Los machos de este género tienen en común que producen canto mixto y que todos lo realizan mediante estridulación fémur-tegmina, con movimientos de poca amplitud, muy rápidos, de subida y bajada de ambos fémures posteriores de forma sincrónica.

Sólo en una especie no se ha registrado canto mixto, en *S. azurescens*. Posiblemente al igual que el resto de especies del género emita este tipo de canto en las mismas situaciones.

La estructura temporal del canto mixto en todas las especies del género es igual, todos consisten en un esquema formado por un número de sílabas de intensidad variable.

En cuanto a las características temporales del canto mixto (figuras 4.3.9 y 4.3.10.), la especie que más se diferencia del resto es *S. arenarius* que presenta los esquemas y el intervalo entre sílabas de menor duración y la mayor tasa de producción de sílabas.

En cuanto al resto de especies presentan cantos que aunque diferentes muy difíciles de diferenciar por las características temporales, sobre todo *S. rubescens* y *S. uvarovi*.

Género *Sphingonotus*. Canto Mixto

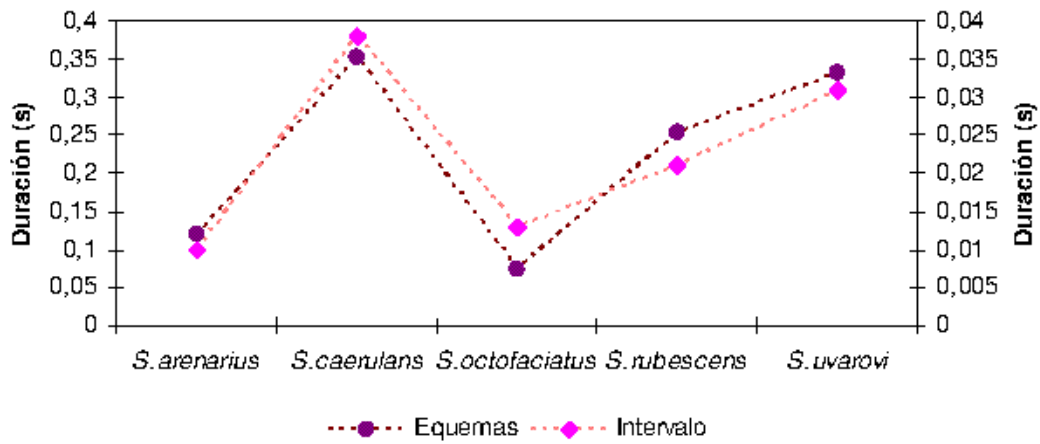


Figura 4.3.9. Características temporales (duración de los equemas y del intervalo entre sílabas) del canto mixto de *S. arenarius*, *S. caerulans*, *S. octofasciatus*, *S. rubescens*, *S. uvarovi*.

Género *Sphingontus*. Canto Mixto

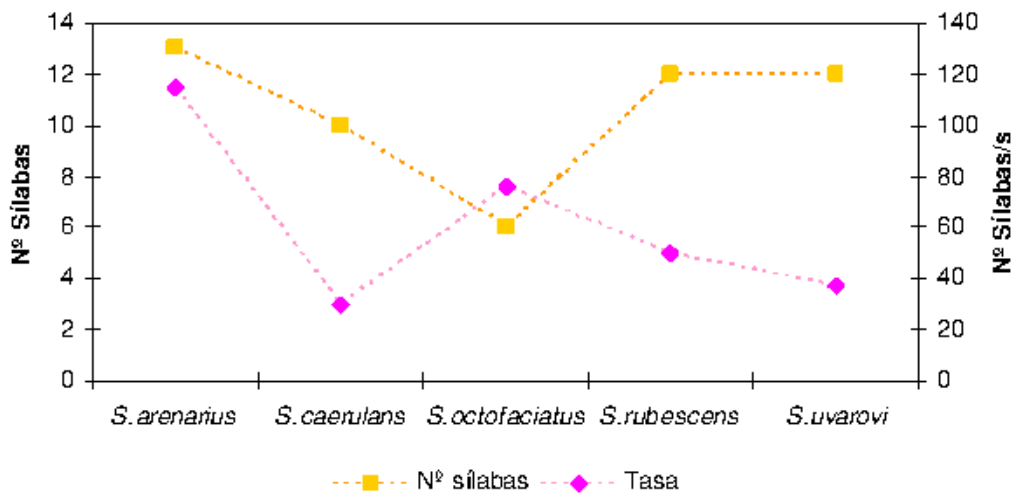


Figura 4.3.10. Características temporales (número de sílabas por equema y tasa de producción de sílabas) del canto mixto de *S. arenarius*, *S. caerulans*, *S. octofasciatus*, *S. rubescens*, *S. uvarovi*.

Las características del espectro de frecuencia del canto mixto de las distintas especies son semejantes (figura 4.3.11.). No existen diferencias en los espectros de los cantos como para poder identificar a qué especie pertenecen.

Género *Sphingonotus*. Canto Mixto

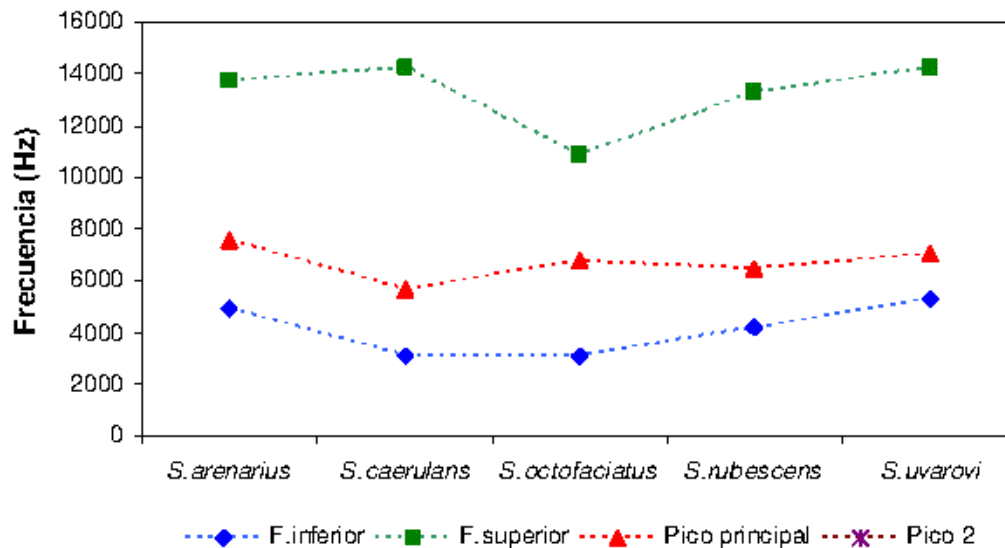


Figura 4.3.11. Características espectrales del canto mixto de *S. arenarius*, *S. caerulans*, *S. octofasciatus*, *S. rubescens*, *S. uvarovi*.

Todas las especies del género estudiadas producen canto de cortejo mediante estridulación.

De todos los cantos de cortejo, los que se distinguen más fácilmente del resto por sus características temporales (figura 4.3.12.), son los que emiten los machos de las especies *S. arenarius* y *S. azurescens*. En estas dos especies el canto de cortejo consiste en esquemas con un número contable de sílabas. Sin embargo, aunque en estructura son similares, son fácilmente distinguibles entre ellos por la duración de los esquemas y el intervalo de silencio que hay entre las sílabas.

Los machos de las especies *S. caerulans*, *S. rubescens* y *S. uvarovi* emiten un canto de cortejo que consiste en un esquema, en el que no se puede distinguir el número de sílabas que lo forman. Pero, a pesar de presentar similar estructura, se diferencian por su duración. Además, en el caso a de *S. rubescens* el esquema va acompañado de un número variable de clics que lo hace inconfundible.

La estructura temporal del canto de cortejo de la especie *S. octofasciatus* es diferente al resto de los cantos producidos por las especies del género.

Por tanto, los cantos de cortejo producidos por los machos de las distintas especies del género *Sphingonotus* se pueden distinguir por su estructura temporal.

Género *Sphingonotus*. Canto de Cortejo

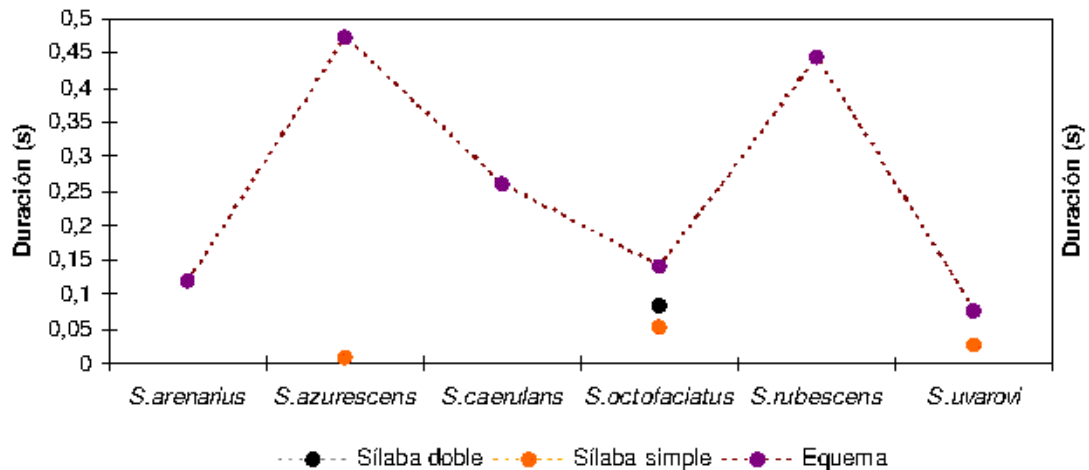


Figura 4.3.12. Características temporales del canto de cortejo de *S. arenarius*, *S. caerulans*, *S. octofasciatus*, *S. rubescens*, *S. uvarovi*.

Respecto al espectro de frecuencia de los cantos de cortejo emitidos por las especies de este género (figura 4.3.13), los cantos pertenecientes a las especies *S. arenarius* y *S. azurescens* presentan un espectro con unas características muy diferentes al resto y parecidas entre sí.

En el resto de especies de *Sphingonotus*, los cantos de cortejo presentan características espectrales similares. Por tanto, sería imposible distinguir unas especies de otras guiándose por ellas.

Género *Sphingonotus*. Cortejo

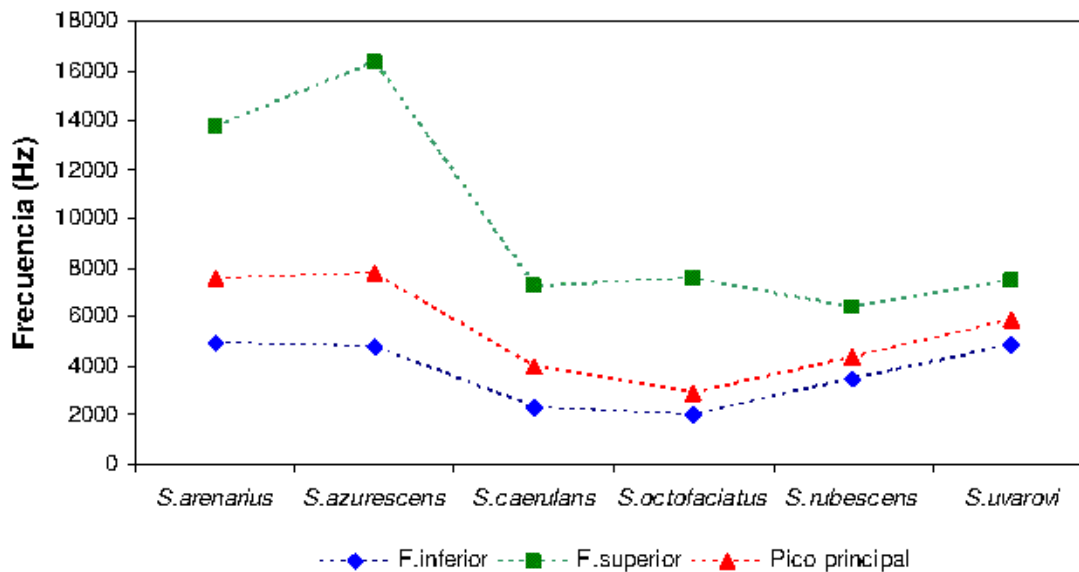


Figura 4.3.13. Características espectrales del canto de cortejo de *S. arenarius*, *S. caerulans*, *S. octofasciatus*, *S. rubescens*, *S. uvarovi*.

Las hembras pertenecientes a las especies *S. arenarius* y *S. rubescens* también emiten canto mixto de igual forma que los machos, mediante estridulación fémur-tegmina.

Aunque la estructura de los cantos de las hembras de estas dos especies es similar, están formados por esquemas con un número de sílabas de intensidad variable. Las características temporales son distintas, distinguiéndose fácilmente los dos cantos (figuras 4.3.14. y 4.3.15).

Género *Sphingonotus*. Hembras

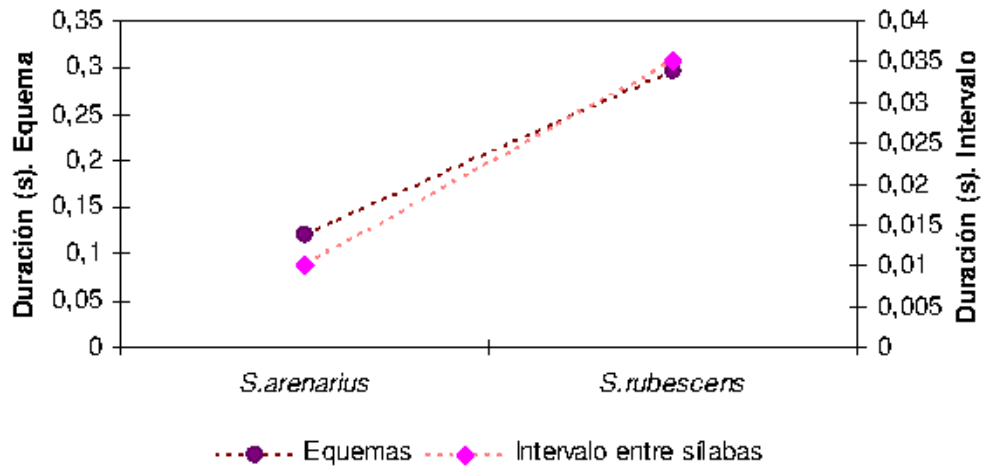


Figura 4.3.14. Características temporales canto mixto producido por las hembras de las especies *S. arenarius* y *S. rubescens*.

Género *Sphingonotus*. Hembras

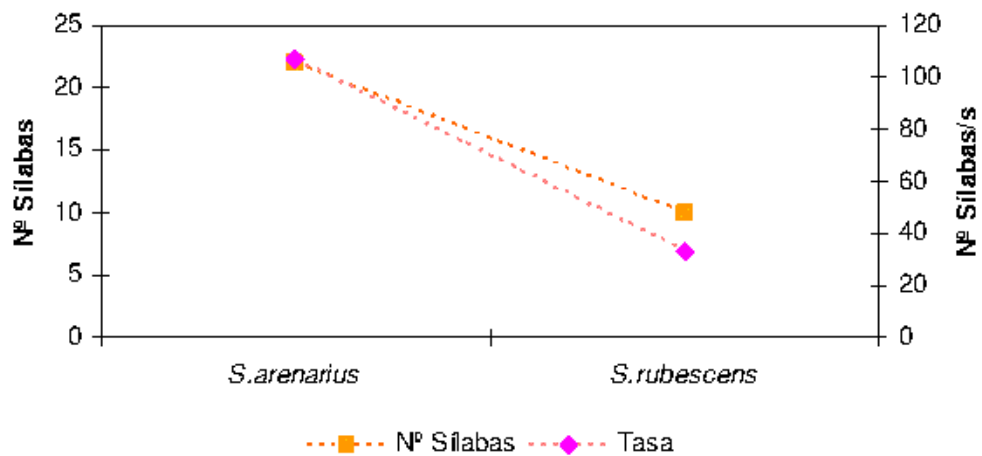


Figura 4.3.15. Características temporales canto mixto producido por las hembras de las especies *S. arenarius* y *S. rubescens*.

Las características espectrales de los cantos (figura 4.3.16), son muy parecidas. Los cantos mixtos de las hembras de estas dos especies no se podrían identificar observando sólo los parámetros espectrales.

Género *Sphingonotus*. Hembras

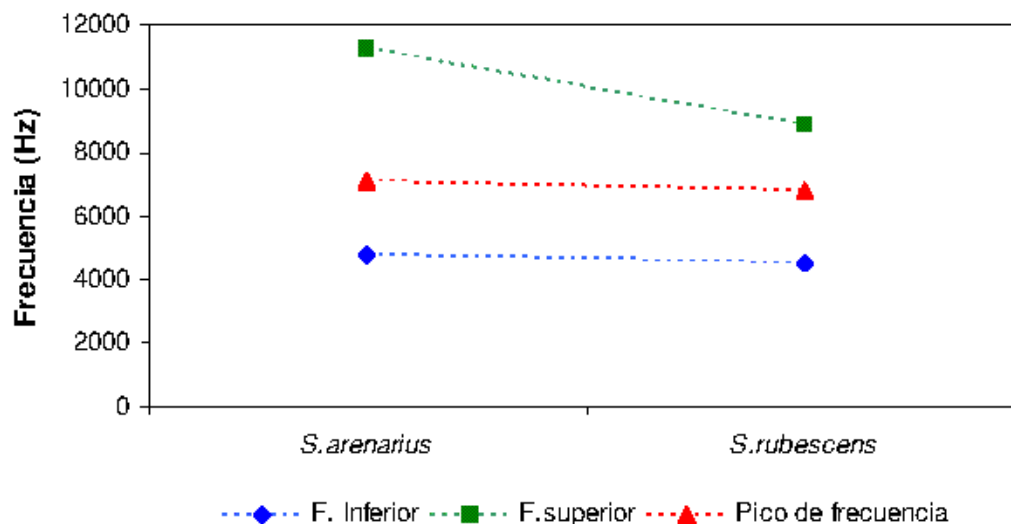


Figura 4.3.16. Características espectrales canto mixto producido por las hembras de las especies *S. arenarius* y *S. rubescens*.

Dentro de este género ha habido cierta polémica con las especies *S. arenarius* y *S. azurescens*. Hasta que Harz (1975) establece el actual estatus taxonómico de *S. arenarius*, esta especie había sido considerada una variedad o subespecie de *S. azurescens* (Bolívar, 1898; Burr, 1905; Mistshenko, 1936, Chopard, 1951).

Su presencia en la Península Ibérica fue indicada por Cazorro (1888), Bolívar (1898) como *S. azurescens* variedad *arenarius*, o Seabra (1942) como *S. azurescens* variedad *arenarius*). Sin embargo, no es incluida por Morales Agacino (1942), ni Gangwere & Morales Agacino (1970) en sus respectivos trabajos sobre la ortoptero fauna ibérica. Harz (1975) considera que en la Península sólo vive *S. azurescens*, debiéndose atribuir a esta especie las escasas referencias ibéricas de *S. arenarius*.

Sin embargo, posteriormente ha sido citada en la Península en un gran número de localidades, en una gran variedad de medios ecológicos y tipos de vegetación: en Murcia, (García & Presa, 1985); Almería (Aguirre & Pascual, 1986; Barranco & Pascual, 1992, 1993); en Granada (Badih *et al.*, 1995; Beiro *et al.*, 1998;

Pascual, 1978; Pardo & Gómez, 1995, Gómez *et al.*, 1992), y en Alicante (Clemente *et al.*, 1985)

No obstante, Défaut (1994), en su estudio sobre las comunidades de ortópteros de la región paleártica occidental, tan sólo incluye a *S. azurescens*, a pesar de haber prospectado áreas ibéricas donde ya había sido citada *S. arenarius*.

Tras la comparación de los cantos producidos por los ejemplares identificados como *S. azurescens* y *S. arenarius* en este estudio, queda clara la presencia de ambas especies en la Península Ibérica. Puesto que aunque los cantos de cortejo que emiten los machos de estas dos especies presenten unas características temporales y espectrales más parecidas entre ellos que a las del resto de cantos de cortejo emitidos por especies del mismo género, las diferencias temporales entre ambos cantos son muy evidentes.

Dentro de este género también existe polémica dentro de las especies que están completamente desprovistas de manchas oscuras en sus alas posteriores: *S. caerulans corsicus*, *S. caerulans caerulans*, *S. rubescens* y *S. uvarovi*.

S. caerulans caerulans ha sido citada en el tercio septentrional de la península (desde la provincia de Huesca hasta las de Tarragona y Gerona) y en el extremo sur en Granada a 2000 m. *S. caerulans corsicus* ha sido citada por toda la Península, mientras que *S. rubescens* está citada en el norte de Navarra (Herrera, 1982), en Castellón (Harz 1975) y en Lérida (Lluciá Pomares, 2002).

Défaut (2003) realiza un estudio sobre todas las especies de *Sphingonotus* sin manchas en las alas y llega a la conclusión de que ha habido confusiones a la hora de determinar los ejemplares y, por tanto, de establecer la distribución de las especies.

En este trabajo indica que la presencia de *S. caerulans corsicus* en la península Ibérica es muy dudosa y que esta especie habita sólo en Córcega, mientras que la especie *S. rubescens* habita en la provincia de Almería y puede que en alguna otra localidad de la península.

Respecto a *S. caerulans caerulans* considera que está distribuida por la zona septentrional de la península, en Huesca, por la central Zaragoza y Teruel y la

meridional (Valencia, Jaén y Granada) y que *S. uvarovi* sólo está presente en Córcega.

Ninguna de los ejemplares capturados para realizar este trabajo ha sido identificada como *S. caerulans corsicus* con las claves propuestas por Défaut (2003), por lo que es muy probable que no esté presente en la península y haya sido confundida con *S. rubescens*.

Consideramos que si hubiera otra especie de *Sphingonotus*, además de las estudiadas, al igual que las especies a las que se ha estudiado el canto de cortejo, presentaría un canto de cortejo diferente al resto de especies del género, y la habríamos detectado aunque por las características morfológicas en un principio la identificación fuese errónea.

Respecto a las especies que han sido capturadas y con las que se ha realizado este trabajo, *S. rubescens* y *S. caerulans caerulans*, *S. uvarovi*, teniendo en cuenta que presentan diferencias en el canto de cortejo como para poder distinguir unas especies de otras, consideramos, igual que Défaut (2003), que aparecen *S. rubescens* y *S. caerulans caerulans*, en la Península, pero que *S. uvarovi* se encuentra en Ibiza, y por tanto, no sólo en Córcega.

Es evidente que la identificación de las especies del género, sobre todo las especies sin manchas en las alas es muy complicada, y que la distribución de las especies en la Península no está bien establecida.

Es necesario realizar un estudio con ejemplares de ambos sexos de las especies que habitan la Península para conocer su distribución y las diferencias morfológicas que existen entre las mismas. Para ello se debería establecer la identificación de los ejemplares teniendo en cuenta sus emisiones acústicas y, una vez identificados, establecer los caracteres morfológicos que permitan diferenciar, sin dudas, las especies.

4.4. Sobre las características generales del canto de cortejo

Todas las especies de Oedipodinos analizadas, excepto *S.grossum* y *P.platypigiis*, tienen en común que los machos emiten señales acústicas, mediante estridulación, antes de abordar a la hembra.

No sólo en los Oedipodinos el cortejo es realizado por los machos, sino que es muy común en todos los insectos que sea llevado a cabo por el sexo que menos gasto parental invierte, puesto que lleva un considerable costo al exponer a los machos a una posible depredación y parasitismo (Ewing, 1983).

Este tipo de canto es muy diferente al canto producido por las especies de la familia Gomphocerinae, en la que los machos emiten cantos de llamada que, normalmente, obtienen una respuesta de una hembra conespecífica (Ragge & Reynolds, 1998). En el caso de los machos de los Oedipodinae, salvo en la especie *S.grossum*, los cantos no parecen ser una llamada a la hembra, no sólo porque lo emiten cuando se encuentran muy cerca de ella, menos de 3 cm., y es previo al salto, sino porque las características físicas del canto no son las adecuadas para ser un canto de llamada.

El canto de cortejo puede servir para estimular acústicamente a las hembras y conseguir que permitan la cópula. De esta forma, las hembras de cada especie sólo pueden copular una vez estimuladas por los cantos de cortejo de sus machos, funcionando como una barrera para la hibridación.

Estas características funcionales y físicas del canto hacen que el estudio de su significado, encontrar qué parámetros (temporales o espectrales) transmiten la información y qué información es la transmitida, sea mucho más complicado que con las especies de saltamontes que realizan cantos de llamada y, por tanto, con las que se pueden realizar experimentos de reposición del canto modificado y observar la fonotaxia en las hembras.

En la mayoría de especies de ortópteros, las señales producidas por los machos son específicas en el patrón temporal y menos frecuentemente en la frecuencia (von Helversen 1981, Greefield, 1990, Otte 1992). El espectro de frecuencias de los cantos de los ortópteros puede estar superpuesto en muchas especies, (Elsner & Popov, 1978).

Al realizar el análisis de los cantos por géneros (4.3), se ha observado que esto ocurre dentro de esta subfamilia. Los cantos de las especies se pueden distinguir, en general, por las características temporales. Las características espectrales ayudan a diferenciar los cantos de algunas especies, aunque las bandas estén superpuestas, pero no pueden utilizarse de forma aislada para la identificación.

La mayoría de los cantos de cortejo de todas las especies estudiadas presentan superpuesta la banda de frecuencia (figura 4.4.1.). La mayoría tiene un espectro comprendido entre 2000 Hz y 10.000 Hz. Sólo en un 30 % de las especies la frecuencia superior pasa por encima de los 10.000 Hz, llegando incluso a los 22.000 Hz. El pico principal de todos los cantos aparece entre 2000 Hz y 8000 Hz.

Frecuencias. Cantos de cortejo

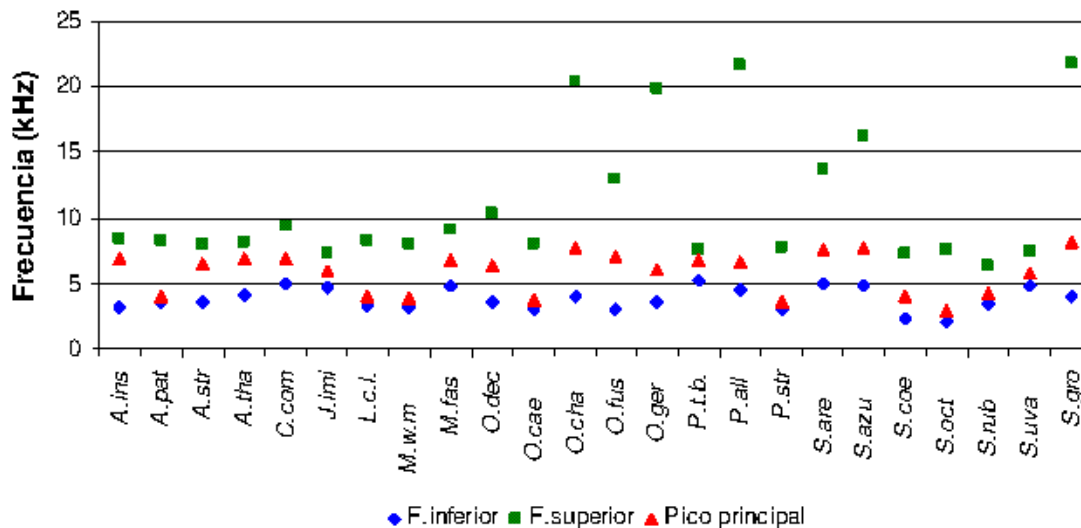


Figura 4.4.1. Frecuencia de los cantos de cortejo de las especies estudiadas y del canto de llamada de *S.grossum*.

Si observamos las características temporales de los cantos de cortejo de todas las especies estudiadas (figura 4.4.2.), vemos que no en todas las especies aparecen los mismos elementos, esto es, sílabas simples, dobles y esquemas, y que la duración de los mismos varía de una especie a otra, aunque la mayoría se encuentra por debajo de los 0,2 s.

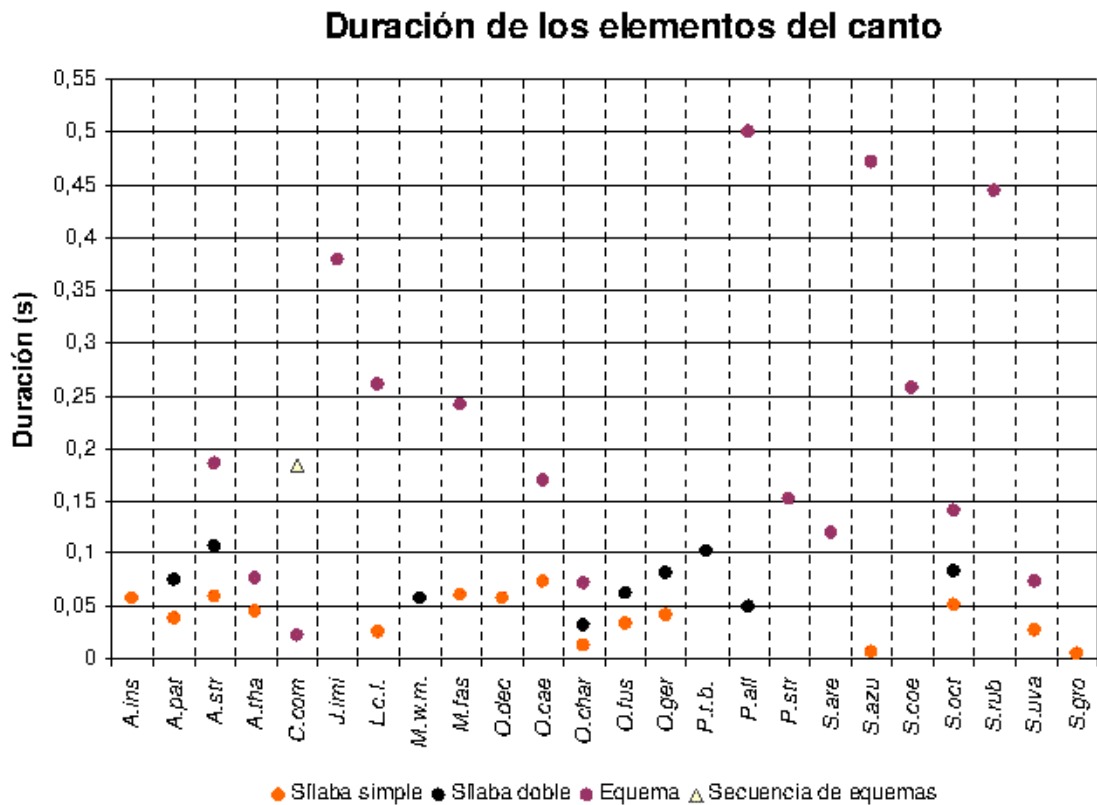


Figura 4.4.2. Estructura temporal de los cantos de cortejo de las especies estudiadas y del canto de llamada de *S.grossum*.

Estudios con otras familias de ortópteros han puesto de manifiesto que especies que están cercanamente relacionadas pueden producir diferentes patrones de sonido con características divergentes en uno o más parámetros, los cuales pueden ser usados para la discriminación de especies (Popov *et al* 1974; Helversen von & Helversen von, 1975; 1981; Heller, 1990; Kalmaring *et al.*, 1990; Stumpner & von Helversen, 1994; Heninig & Weber, 1997). Además, el patrón de modulación de la amplitud debido a la ritmicidad de los movimientos estridulatorios es altamente específico en todos los ortópteros (Elsner, 1983)

Esto es lo que parece que también ocurre dentro de esta subfamilia. Cada especie presenta un canto de cortejo con un patrón temporal característico, que aunque pueda parecerse más al de especies con las se encuentre emparentada, es diferente y puede utilizarse para diferenciarla del resto de especies.

En los cantos de cortejo estudiados, aunque el espectro de frecuencia es menos concluyente que el patrón temporal, puesto que las bandas de frecuencia se superponen en las distintas especies, también puede ayudar a distinguir unas especies de otras, sobre todo observando la intensidad con la que aparece cada frecuencia dentro de la banda, éste parece ser el parámetro más importante a la hora de distinguir unos cantos de otros.

Otte (1970) indica que el comportamiento reproductivo y los patrones de comunicación asociados divergen relativamente rápido cuando varias especies interaccionan, mientras otros tipos de comportamientos evolucionan más lentamente y son más parecidos entre las especies. En 1984, Otte establece que las diferencias en la comunicación de los Oedipodinos norteamericanos pueden ser usadas para aclarar problemas taxonómicos.

Con los resultados obtenidos también se puede afirmar que las diferencias en la comunicación de los Oedipodinos Ibéricos estudiados también pueden ser usadas para aclarar problemas taxonómicos.

Según Latimer & Schantral (1986), Bailey *et al.* (1990), Klappert & Reinhold (2003), la estructura temporal del canto, los parámetros espectrales, la intensidad y la velocidad del canto también puede contener información sobre la calidad del individuo.

En los cantos registrados, se ha observado que los parámetros espectrales y temporales de los distintos cantos varían entre los individuos, pero esta variación en la mayoría de las ocasiones es insignificante y también puede aparecer entre distintos cantos producidos por un mismo individuo. Por tanto, no podemos afirmar que esta información esté contenida en este tipo de canto.

4.5. Sobre las características generales de los cantos de interacción y mixtos.

Los cantos de interacción y mixtos, cuando aparecen como canto de interacción, son en su mayoría producidos por los machos y parecen tener un significado claro de rechazo a la proximidad de otro individuo o alerta ante ella.

En principio, estos cantos no tienen por qué ser específicos para cada especie, puesto que no intervienen durante el cortejo.

Los cantos de interacción, cuando sólo se emplean para ello, son emitidos por casi todas las especies estudiadas mediante percusión contra el sustrato, excepto *C. compressicornis* y *O. decorus* que los emiten mediante estridulación.

Las características temporales (figuras 4.5.1. y 4.5.2.) de los cantos que son producidos por percusión de los tarsos de las patas posteriores, de forma alternativa contra el sustrato, (especies: *A. strepens*, *A. thalassinus*, *P. tricolor bisignata*) son muy parecidas.

Las especies del género *Sphingonotus*, los machos de las especies *J. imitans* y *L. candidus lusitanicus*, producen canto mixto, pero su estructura temporal difiere, pudiéndose identificar los cantos pertenecientes a cada especie.

Canto de Interacción y Mixto

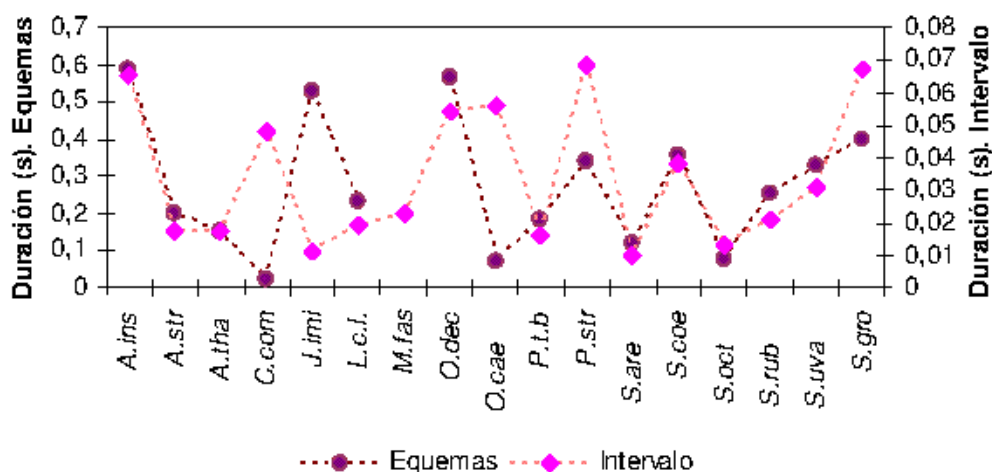


Figura 4.5.1. Características temporales de los cantos de interacción y mixtos de las especies estudiadas.

Cantos de Interacción y Mixtos

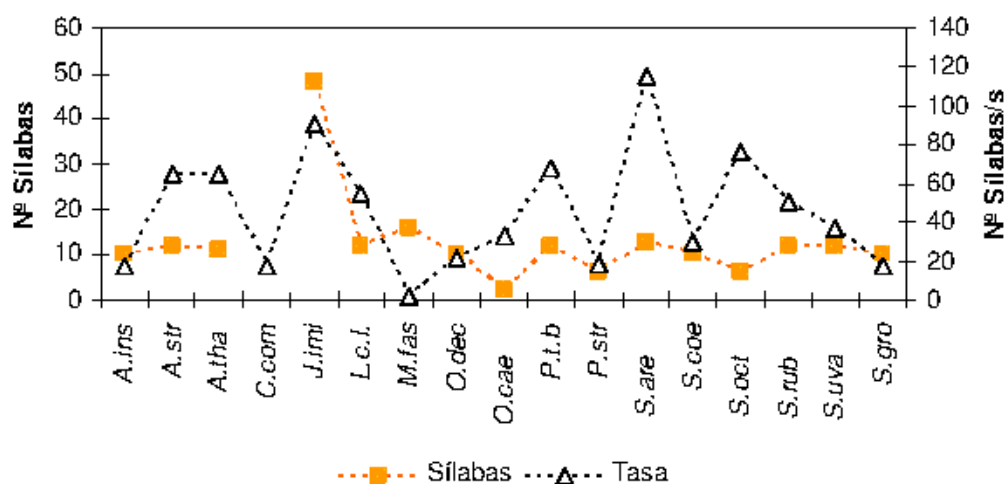


Figura 4.5.2. Características temporales de los cantos de interacción y mixtos de las especies estudiadas.

Dentro de la subfamilia encontramos especies con cantos de interacción o mixtos muy parecidos, y especies que los presentan muy distintos. Por ello, según la especie que se esté estudiando su canto de interacción o mixto puede ayudar o no para distinguirla de otra.

En cuanto a las características espectrales de los cantos de interacción y mixtos (figura 4.5.3.) hay una clara superposición de bandas de frecuencia, y cantos que temporalmente no se parecen presentan características en cuanto a la frecuencia muy similares. Por tanto, este carácter no puede ser utilizado para la identificación del canto, no le proporciona especificidad, sino al contrario, parece que especies emparentadas presentan cantos con unas características en su frecuencia similares.

Cantos de Interacción y Mixtos

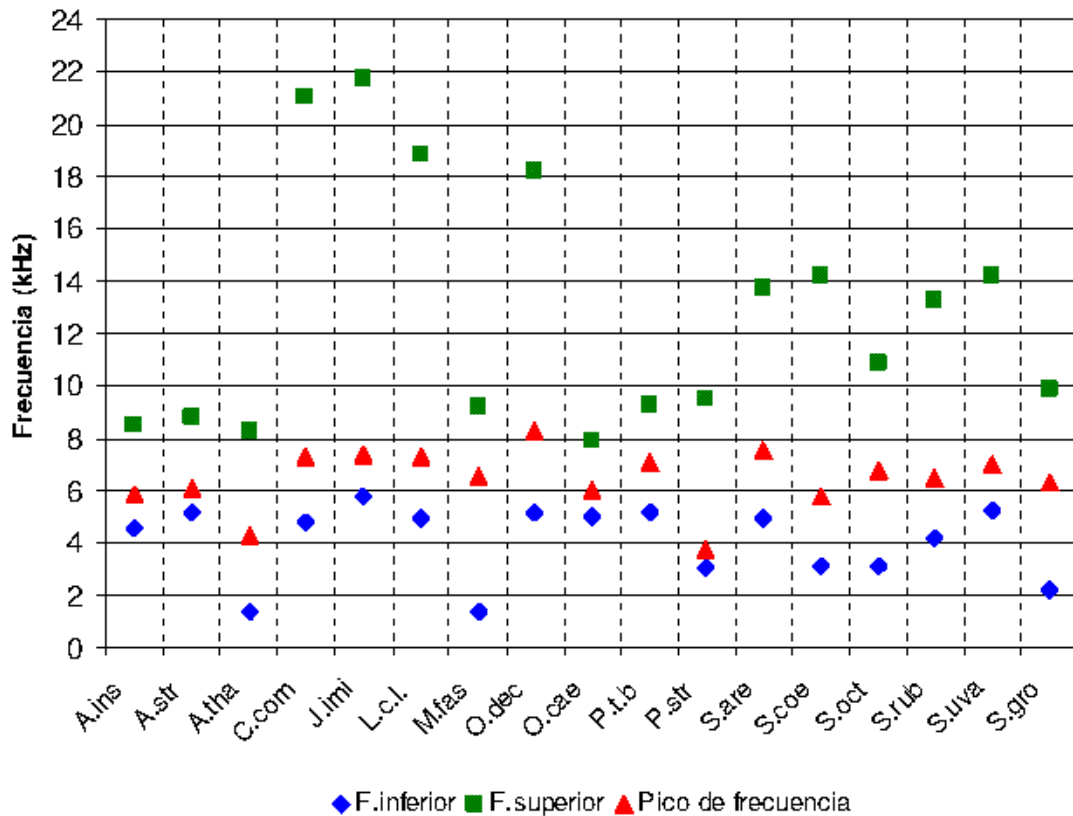


Figura 4.5.3. Características espectrales de los cantos de interacción y mixtos de las especies estudiadas.

La emisión de estos cantos, tanto de los de interacción como los mixtos, se ha observado durante interacciones con individuos del mismo sexo, de sexo contrario y de otras especies. Esto indica que pueden funcionar como señales interespecíficas, con las que posiblemente los individuos rechacen la proximidad de otro.

La mayoría de cantos de interacción, tanto cuando son producidos mediante percusión como cuando son producidos mediante estridulación, son sonidos, en general, más rudos, bruscos y menos armoniosos que los cantos de cortejo, presentan unas características muy adecuadas para ser cantos que avisen de la presencia del individuo.

Sin embargo, no hay que descartar que este tipo de canto, en algunas especies, sirva para que la hembra identifique al macho que lo está produciendo como de la misma especie, sobre todo en el caso de los cantos mixtos, puesto que los emiten en otras situaciones además de durante la interacción entre individuos.

Dentro de las especies que producen canto mixto (especies del género *Sphingonotus*, *Jacobsiella* y *Leptopternis*), mayoritariamente lo producen los machos pero también lo producen las hembras de dos especies, pudiendo servir como herramienta para identificarlas puesto que los cantos de las hembras son muy distintos temporalmente.

La particularidad de este canto es que aparece presentando las mismas características en las distintas situaciones. Los machos lo emiten, además de en situaciones de aparente perturbación, cuando se encuentran dos machos que interaccionan y cantan formando entre todos un coro.

Tradicionalmente los coros alternados o sincronizados han sido explicados como una adaptación cooperativa en la cual la interacción específica es preservada y se maximiza la atracción de las hembras al grupo (Walker, 1969; Lloyd, 1973), los enemigos naturales son evitados (Otte, 1977; Tuttle & Ryan, 1982) o la intensidad de la señal es maximizada (Wells, 1977; Buck & Buck, 1978).

Otras hipótesis apuntan que los patrones resultantes de los coros pueden ser entendidos como interacciones competitivas entre machos tratando de atraer a las hembras (Alexander, 1975; Otte & Loftus-Hills, 1979).

Recientes estudios revelan que las hembras pueden estar influenciadas psico-acústicamente según la posición relativa en el tiempo de los cantos de coro de distintos machos (Dyson & Passmore, 1988a, 1988b; Stiedl, 1991; Klump & Gerhardt, 1992; Greenfield & Roizen, 1993), pudiendo surgir los patrones de coros fortuitamente como consecuencia de una competición entre machos por la atención de la hembra (Greenfield *et al.*, 1997).

Los coros que forman los machos de esta familia no surgen espontáneamente si no hay una interacción previa entre machos. No se ha observado que las hembras se dirijan hacia algún macho que haya formado parte del coro o que se muestre algún tipo de preferencia, por lo que estos coros no

parecen influenciar psicoacústicamente a las hembras como lo hacen los de los *Gonfocerinos*.

Posiblemente, sean una interacción competitiva entre los machos que, también, puede servir para atraer a hembras que se encuentren próximas. Sin embargo, habría que realizar estudios de fonotaxia con los coros producidos por estas especies para comprobar esta hipótesis.

Otra situación distinta en la que aparece el canto mixto es cuando un macho se encuentra cortejando una hembra. En este caso, otro macho que esté cerca del que corteja puede emitir el canto mixto, o hacerlo una hembra que se encuentre en las proximidades, incluso pueden acercarse, el macho o la hembra, e interponerse entre el macho que corteja y la hembra cortejada.

En esta ocasión parece también tener un carácter competitivo, lo más probable es que, además de servir como canto de interferencia al canto de cortejo, sirva para atraer la atención de la hembra cortejada, rivalizar con el macho que corteja para intentar quedarse él con la hembra.

Las tres situaciones donde aparece el canto mixto tienen en común que en ellas los machos se pueden enfrentar con sus cantos, y posiblemente al interaccionar, formar coros, o rivalizar con otro macho, y por tanto, al emitir el canto mixto, los machos proporcionen información sobre sus características físicas y de esta forma rivalizan unos con otros.

4.6. Sobre la modulación de la frecuencia

Las señales de los artrópodos no suelen presentar la frecuencia modulada debido a que el aparato emisor sólo les permite cambios de ritmos o intensidad (Dumortier, 1963b). Sin embargo, aunque es un fenómeno poco frecuente, ya ha sido observado dentro de los acrididos, en la subfamilia Gomphocerinae, que la especie *Omocestus antigai* (Bolívar, 1897) emite sonido con frecuencia modulada, al inicio de sus cantos de proclamación (Clemente *et al.*, 1999).

Dentro la subfamilia Oedipodinae se ha observado modulación de la frecuencia en los cantos de cortejo de *Jacobiella imitans*, *Leptopternis candidus lusitanicus*, *Paracinema tricolor bisignata* y *Sphingonotus rubescens*.

La modulación de la frecuencia en el canto de cortejo de *J. imitans* se produce desde el inicio hasta el final del esquema, por lo tanto, en unos 0,379 s, y presenta un valor entre 50 Hz y 4780 Hz. La magnitud de la modulación no depende del individuo, puesto que un macho puede emitir cantos con una modulación muy distinta.

En los cantos de cortejo de los machos de *L. candidus lusitanicus* aparece la frecuencia modulada en cada una de las sílabas que forma el esquema y también en las sílabas aisladas. La modulación tiene un valor de alrededor 1200 Hz y se produce en un espacio de tiempo muy breve, en unos 0,025 s.

El canto de cortejo de *P. tricolor bisignata* está formado por sílabas dobles, la primera parte de la sílaba presenta una modulación de la frecuencia entre 0 Hz y 1690 Hz, y se produce en unos 0,045 s, y la segunda parte de la sílaba presenta una modulación entre 90 Hz y 4120 Hz, y se produce en unos 0,053 s.

Los machos de *S. rubescens* emiten cantos de cortejo formados por un esquema que puede presentar una modulación de la frecuencia entre 240 Hz y 2880 Hz, desde el inicio al final del esquema, en una duración aproximada de 0,444 s. Un macho puede emitir cantos de cortejo con distinta modulación de frecuencia.

Estudios etológicos y fisiológicos sobre algunos acridoideos han puesto de manifiesto que la capacidad de distinguir un sonido teniendo en cuenta el pico principal de la frecuencia depende de la especie y, hasta ahora, la especie que es

capaz de distinguir dos cantos con una menor diferencia en la frecuencia principal es *Locusta migratoria*, que distingue diferencias de 2000 Hz (Otte, 1970; Stephen, 1982; von Helversen, 1983).

Posiblemente, en estas especies, una hembra pueda apreciar la modulación de la frecuencia de un canto cuando es igual o superior a 2000 Hz. Sin embargo, esto no se puede asegurar puesto que la capacidad de distinguir este cambio en la frecuencia no ha sido estudiada, y puede ser distinta a la capacidad de distinguir dos cantos con dos picos de frecuencias distintos. Además, es posible que la capacidad de distinguir la modulación esté en función del tiempo durante el cual se produce.

Respecto a la información que puede contener este carácter no parece estar relacionada con las características individuales de cada macho puesto que, excepto en *P. tricolor bisignata*, en la que sólo se ha estudiado un canto por macho, los valores de la modulación varían mucho entre los cantos de un mismo individuo.

Este fenómeno es muy raro entre los insectos debido a que el aparato estridulador que presentan suele ser muy rudimentario para producir modulación de la frecuencia. Por ello no se puede descartar que los aparatos emisores de estas especies o los amplificadores de frecuencia, que este caso son las tegminas, o ambos no permitan la emisión de una frecuencia principal estable y, en ocasiones, se produzca modulación.

No obstante, es necesario realizar estudios etológicos y fisiológicos para establecer si estas especies tienen la capacidad de distinguir si la frecuencia de un canto está modulada, en qué magnitud debe aparecer esta modulación y durante qué tiempo debe producirse.

Posteriormente, para averiguar qué tipo de información puede estar contenida en este carácter sería necesario llevar a cabo experimentos con cantos en los que se modifique la modulación de la frecuencia y se mantenga la modulación en la amplitud y observar la respuesta de hembras vírgenes, de similar edad, ante los diferentes cantos.

4.7. Sobre el comportamiento no sonoro de los Oedipodinos

La mayoría de las especies estudiadas (72%) realizan movimientos de subir y bajar las patas posteriores cuando interaccionan con otro individuo, independientemente del sexo y de la especie. Por tanto, estos movimientos deben ser señales interespecíficas que indiquen la presencia del individuo, posiblemente para que otros no se acerquen.

Estas señales se pueden ver reforzadas por la emisión de cantos de interacción y mixtos cuando los individuos se encuentran más próximos.

La coloración conspicua de los fémures posteriores de muchas especies de esta subfamilia hace que estos movimientos, subida y bajada de las patas posteriores, resulten más patentes. Además, el hecho de que también realicen movimientos similares cuando tratan de abordar a una hembra, normalmente con menor brusquedad, puede indicar que también sirvan para contribuir a la identificación del individuo como perteneciente a una especie, y por tanto refuercen en este caso el canto de cortejo.

Los movimientos realizados por las hembras cuando un macho trata de copular con ellas y lo rechazan, son similares en todas las especies. Se basan, fundamentalmente en la elevación de una o ambas patas posteriores, con extensión o no de la tibia.

Aunque estos movimientos son interespecíficos, al igual que los de interacción, no se puede descartar que puedan ayudar a que el macho que corteja distinga a la hembra como de la propia o distinta especie, puesto que se suele poner también de manifiesto el color de la cara interna de los fémures posteriores y las tibias.

4.8. Clasificación de las especies

Una vez conocidas las características de las manifestaciones acústicas y los comportamientos de las distintas especies de Oedipodinos ibéricos, nos planteamos si se podía establecer algún tipo de relación (filogenética, medioambiental...) entre ellas. Para ello hemos realizado un análisis de conglomerados jerárquico utilizando las características especificadas en el apartado 3.6 de Material y Métodos.

Dentro de los resultados obtenidos no se han incluido las especies *A. fischeri*, *S. azurescens* y *O. miniata* debido a que, por su inactividad, no sabemos si producen o no canto de interacción y/o de cortejo, ni cómo lo hacen; por lo tanto no podemos saber si estos comportamientos están presentes o ausentes en estas especies y, al faltar datos, el análisis de conglomerados las excluye.

Si observamos el dendrograma (figura 4.7.1), con una distancia inferior a 15 aparecen todas las especies de los géneros unidas en 5 grupos. Esto nos indica que aunque las especies de un mismo género presenten parámetros divergentes en sus formas de producción de sonido, que les separan e identifican, también desarrollan patrones de comportamiento y formas de producción de sonido convergentes, que les relacionan, como ya hemos visto en el apartado 4.3.

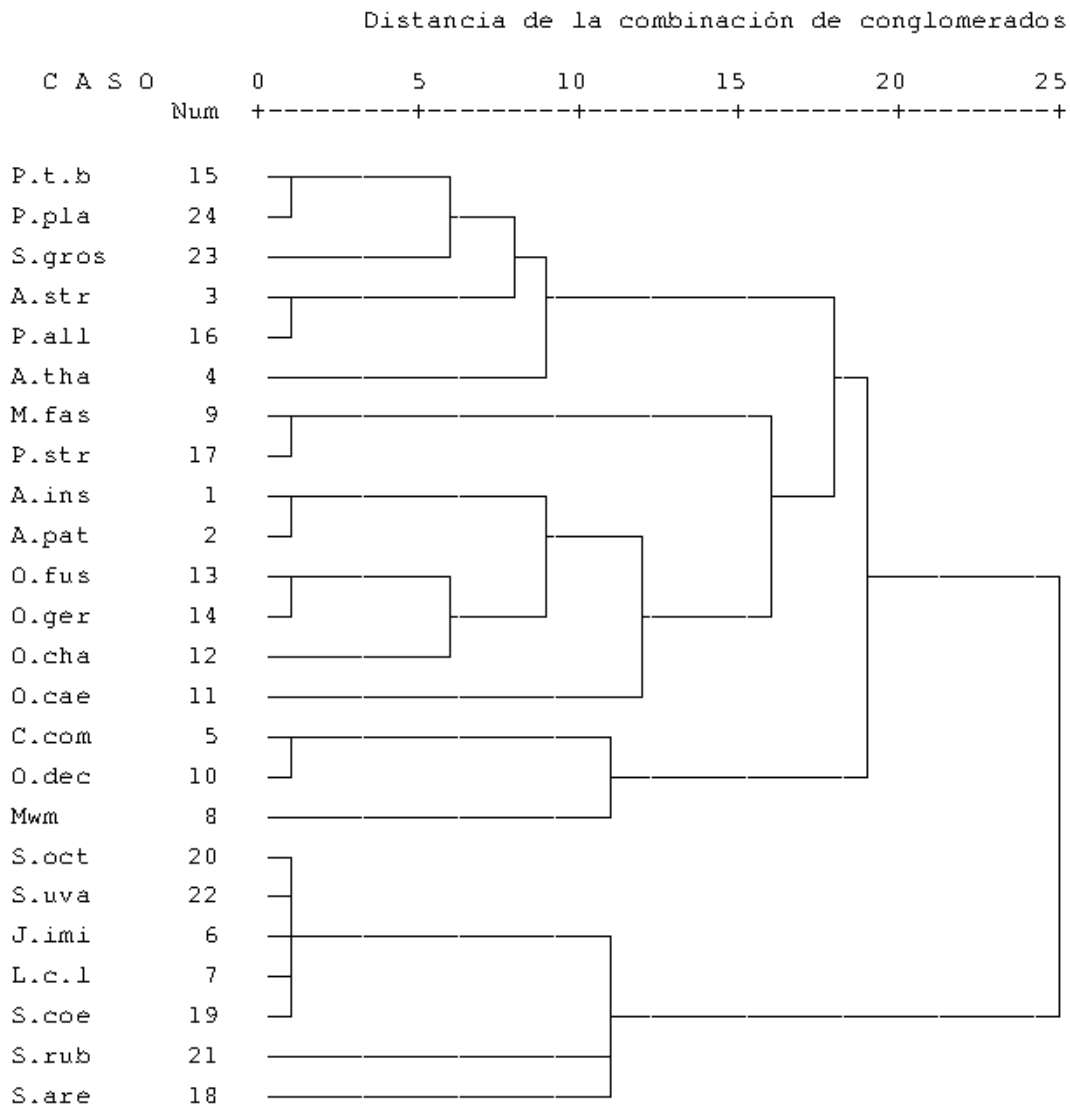


Figura 4.7.1. Dendrograma obtenido del análisis de conglomerados.

En primer lugar, se separa con claridad el grupo formado por tres géneros, en el que aparecen las especies: *Sphingonotus caerulans*, *Sphingonotus octofasciatus*, *Sphingonotus arenarius*, *Sphingonotus uvarovi*, *Jacobsiella imitans*, *Leptopternis candidus lusitanicus*, y *Sphingonotus rubescens*. Todas ellas, en su momento, fueron consideradas como pertenecientes al género *Sphingonotus*. La diferencia morfológica entre los tres géneros radica en las longitudes relativas de los espolones de las tibias posteriores.

Este grupo es muy homogéneo en cuanto a formas de producción de sonido y en cuanto a la estructura de los cantos y, aunque presentan evidentes

diferencias (figuras 4.3.9 y 4.3.10 y 4.3.11), también tienen muchos aspectos en común.

Todas las especies del grupo aparecen muy próximas excepto *S. arenarius* y *S. rubescens*. *S. arenarius* se distingue del resto en que presenta el canto mixto y el canto de cortejo con las mismas características, siendo este último muy distinto de los demás cantos de cortejo. *S. rubescens* se diferencia porque es la única especie que crepita. Y ambas especies se diferencian del resto porque las hembras realizan canto mixto mediante estridulación.

Estas dos especies habitualmente conviven en los mismos hábitats, y estas características pueden ser herramientas para evitar una posible hibridación entre ellas que se parecen tanto morfológicamente, y para evitar la hibridación con otras especies, con las que, aunque no sea tan habitual, pueden llegar a convivir.

Aunque en el dendrograma aparecen no muy relacionadas, hay dos especies, *J. imitans* y *S. rubescens*, que presentan una característica que sí las relaciona, y es la estructura del canto de cortejo. Ambas especies presentan una estructura muy particular en el canto de cortejo, que las diferencia de las otras cinco especies; consiste en un esquema largo seguido de varios clics. Aunque sus características temporales, duración y número de clics por canto hacen que los cantos de estas especies sean perfectamente distinguibles, tienen una estructura muy parecida.

Consideramos que este canto de cortejo tan característico les sirve para evitar la hibridación con las especies con las que conviven puesto que es un canto distinto, pero no creemos que dos especies de distinto género hayan desarrollado un canto con una estructura temporal tan especial por analogía, sino que debe existir una relación filogenética entre ellas.

Se desgaja a continuación un grupo de tres especies, *Calephorus compressicornis*, *Oedaleus decorus* y *Mioscirtus wagneri maghrebi*.

M. wagneri maghrebi no parece tener en común con las otras especies ningún otro carácter salvo la crepitación. Posiblemente a lo largo de su evolución y durante sus interacciones con el medio y otras especies con las que conviven, las

tres especies han desarrollado esta forma de producción de sonido; pueden haber influido factores similares o no para que aparezca este carácter.

Las otras dos especies aparecen unidas porque, además de crepitar, presentan canto de interacción mediante estridulación.

El canto de interacción de estas dos especies tiene la particularidad de que es producido mediante estridulación, pero puede ir acompañado de percusión contra el sustrato. El canto de interacción producido por estridulación tiene la característica de que la vía de transmisión es el aire y no el sustrato sobre el que se encuentran, como en el caso de la percusión.

Así un canto que es producido por estridulación pero puede ir acompañado por percusión es muy útil para una especie que puede vivir tanto en hábitats con vegetación herbácea como en zonas con poca vegetación. *O. decorus* ha sido capturada tanto en prados no agostantes, como en zonas xéricas con vegetación dispersa o arenas litorales y *C. compressicornis* vive en las riberas de los lagos, embalses o cursos fluviales de corriente lenta, y se le puede encontrar tanto en praderas de terófitos que las circundan como en senderos arenosos próximos así como en zonas litorales (arenales, sistemas dunares, salobrales, zonas de marisma). Por lo tanto, para estas dos especies, que pueden vivir tanto sobre el sustrato como sobre la vegetación, emitir un canto de interacción mediante estridulación y acompañado de percusión puede ser muy útil.

El tercer grupo que se separa está formado por 6 especies pertenecientes a 5 géneros distintos, *Aiolopus*, *Parapleurus*, *Stetophyma*, *Platypygius* y *Paracinema*. Todos ellos presentan en común que realizan el canto de interacción mediante percusión de los tarsos contra el sustrato de forma alternativa.

La forma de producción de sonido mediante percusión del sustrato con los tarsos ha despertado siempre el interés de la comunidad científica. Faber (1936) describe este comportamiento y Dumortier (1963b) indica que el sonido producido depende de la naturaleza del sustrato y que puede ser una señal con la pareja o el rival, o que puede actuar como una señal visual y el golpeteo sea sólo accidental.

Cuando se observó que *Locusta migratoria* también utiliza esta forma de producción de sonido (Markl, 1983), se observó que no se podía relacionar con la comunicación macho – hembra y empezó a considerarse como una señal para repeler machos conespecíficos (Keuper *et al.*, 1984) y, por tanto, no necesita una gran propagación.

En las especies estudiadas la función parece la misma que en *L. migratoria* y, por tanto, no necesita tampoco una gran propagación, pues el macho al que se intenta repeler está situado a pocos centímetros. Consideramos que el golpeteo alternativo con los tarsos no puede realizar la función de una señal visual de amenaza puesto que el movimiento realizado con las patas es casi imperceptible y la señal sin duda, es más fácil de ser percibida si es realizado sobre una planta herbácea que sobre el suelo.

Con esta forma de producción de sonido la vibración de las patas posteriores es transmitida directamente al sustrato. Los biotopos que contienen densos arbustos y plantas herbáceas ramificadas son buenos canales de propagación para las señales vibratorias (Bell, 1980; Michelsen *et al.*, 1982; Keuper & Kühne, 1983). Al respecto, conviene señalar que todas las especies de este grupo tienen en común que viven en zonas con vegetación herbácea alta, carácter que no se ha tenido en cuenta para realizar el análisis de conglomerados.

Tal vez, el medio en el que viven todas estas especies les ha permitido desarrollar esta forma de producir sonido y por ello no realizan el canto de interacción mediante estridulación.

Dentro de este grupo de seis especies hay una gran variabilidad respecto al comportamiento reproductivo y las señales acústicas asociadas.

De las seis especies que forman el grupo, en cuatro (*Aiolopus thalassinus*, *Paracinema tricolor bisignata*, *Platypygius platypygius* y *Stetophyma grossum*) no siempre el macho emite canto de cortejo durante los encuentros entre machos y hembras. Tanto los machos de la especie *A. thalassinus* como los de *P. tricolor bisignata* pueden intentar copular con una hembra sin emitir canto de cortejo, y en los encuentros entre machos y hembras de las especies *P. platypygius* y *S. grossum* no se ha observado, en ningún caso, que un macho produjera un sonido previo a la cópula.

Los machos de la especie *A. thalassinus* crepitan y los individuos de la especie *S. grossum* emiten canto de llamada; estas dos formas de producción de sonido pueden servir tanto para favorecer los encuentros entre sexos como para la identificación de individuos como pertenecientes a una especie, puesto que son específicos. Podría ser que el medio en el que viven favorezca la desaparición del canto de cortejo y la aparición de otras formas de emisión de sonido que además de identificar al individuo sirvan para favorecer el encuentro entre individuos, puesto que suelen vivir en zonas en las que la vegetación es muy densa.

Sin embargo, en otras especies de este grupo, *P. tricolor bisignata* y *P. platypygius*, la parcial o total desaparición del canto de cortejo no está acompañada con la presencia de otro tipo de canto que pueda servir para desempeñar la función del canto de cortejo, esto es, la identificación de los individuos. Y durante nuestras observaciones, los machos de otras especies, *Aiolopus strepens* y *Parapleurus alliaceus*, que viven en ambientes similares, siempre han emitido canto de cortejo antes de intentar copular con una hembra.

En opinión de Otte (1984), el comportamiento reproductivo y los patrones asociados a él se diferencian con relativa rapidez en un grupo de especies que interaccionan porque están sometidos a una mayor presión selectiva que los comportamientos no reproductivos. La variabilidad de las señales de cortejo es debida a la selección de diferencias entre ellas, que permitan reducir las interacciones entre individuos de distintas especies. Los comportamientos agresivos no están sometidos a esta presión porque, al no ser señales específicas, no tienen por qué ser diferentes entre sí.

Así, aunque cabe la posibilidad de que un determinado hábitat, como vegetación muy densa, pueda favorecer la aparición de emisiones acústicas, como crepitación y canto de llamada, y la pérdida del canto de cortejo, como estas señales pueden ser utilizadas como señales específicas, para evitar los encuentros entre individuos de especies distintas cada especie habrá desarrollado unas señales visuales y acústicas, asociadas al comportamiento reproductivo, adecuadas para el hábitat en el que vive, y, también, adecuadas para favorecer el aislamiento reproductivo de las especies con las que conviva.

Aunque Michelsen & Larsen (1983) recomiendan, sobre todo a los biólogos, que se tenga más precaución a la hora de relacionar las características que se analizan de los sonidos con el biotopo en el que vive el animal que los produce, puesto que es muy complejo saber cómo actúa el ambiente sobre las señales acústicas, parece lógico que formas de producción de sonido, como la percusión con los tarsos, las realicen especies que suelen vivir sobre plantas herbáceas y no especies que presentan hábitos más terrestres.

Según Bukhvalova & Zhantiev (1993) todas las especies están obligadas a llevar una lucha no sólo por los recursos alimenticios o territoriales, sino también por los canales de comunicación, que además pueden ser factores limitantes que restringen la distribución de las especies y, por tanto, determinan la composición de las comunidades de acrídidos.

En el caso de la subfamilia Oedipodinae, en la que no se dan cantos de llamada, excepto en la especie *S. grossum*, y, por tanto, no compiten con otros cantos, no parece ser ésta la razón por la que una especie emita su canto de una forma u otra; parece más lógico pensar que las especies utilizarán las formas de producción de sonido más adecuadas para el medio en el que se desarrollan; por ello, especies que viven en ambientes similares tienen iguales formas de producción de sonido.

El cuarto grupo que se separa es el formado por *Morphacris fasciata* y *Psophus stridulus*, especies que, además, aparecen muy próximas. Estas dos especies tienen en común que crepitan y que ambas golpean el suelo con los tarsos de las patas posteriores de forma sincrónica. Sin embargo, no tienen una estrecha relación filogenética, ni viven en un hábitat similar, por lo que estas formas de producción de sonido parecen ser análogas. Sin embargo, dado el escaso conocimiento que se tiene de ambas especies, las pocas capturas existentes de ellas y lo localizado de su distribución, no se puede, en principio, aportar ninguna valoración concluyente sobre ellas.

Por último, se localiza otro grupo, bastante homogéneo, formado por las especies de los géneros *Oedipoda* y *Acrotylus*.

Las especies de estos dos géneros son geófilas. Cuando utilizan el canto de interacción, que producen mediante percusión para alertar de su presencia a otro

individuo que se acerca o transmitirle su rechazo el canal de transmisión es el suelo. Por ello, parece que la percusión realizada con las rodillas de las patas posteriores, o con las rodillas y los tarsos, de forma sincrónica, es la más eficaz para transmitir la vibración a mayor distancia.

Las especies de estos dos géneros presentan las patas posteriores con una coloración intensa, la cara interna del fémur posterior es negra con una banda blanca en la parte superior que rodea la rodilla, también negra. Esta coloración hace más conspicuos los movimientos no sonoros (elevar una o ambas patas posteriores, extensión de las tibias...) que realizan estas especies ante la proximidad de otro individuo (figuras 4.1.1.19, 4.1.2.10, 4.1.11.22, 4.1.13.13), convirtiéndolos en una señal visual que pueden utilizar para alertar a un individuo que se aproxima de su presencia y rechazar su proximidad, realizando la función del canto de interacción en las especies que no lo realizan y reforzándolo en las especies que lo emiten.

Además, todas las especies que pertenecen a estos dos géneros viven en espacios abiertos, con poca cubierta vegetal, y presentan una coloración completamente críptica con el medio en el que viven. Sin embargo, tienen las alas de colores muy brillantes, que van desde el amarillo al rojo pasando por el azul; esta característica les hace muy visibles durante los vuelos y, sobre todo, en el momento del aterrizaje. Esto les podría ayudar a la localización de los individuos de su propia especie y, por tanto, al encuentro entre individuos de distinto sexo.

Las dos especies del género *Acrotylus* aparecen muy próximas y, dentro del género *Oedipoda*, las especies más cercanas son *O. fuscocincta* y *O. germanica* (figura 4.7.1); realmente estas especies son las que más se parecen, tanto en comportamiento como en la forma de producción de sonido y las características del canto; la diferencia más conspicua es el color rojo intenso de las alas de *O. germanica*. No conviven, pues sus distribuciones no son coincidentes, pero los hábitats que frecuentan son similares, esto es, áreas descubiertas.

La especie *O. caerulescens* aparece separada del resto. Esto se debe, sin duda, a que, dentro del género *Oedipoda*, sólo en esta especie ha sido registrado canto de interacción, mediante percusión del sustrato con las rodillas de las patas posteriores de forma sincrónica, como ocurre en las especies del género *Acrotylus*;

aunque se diferencia de ellas en que *O. caerulea* golpea también con los tarsos de las patas posteriores de forma sincrónica.

Aunque no está incluida en el dendrograma, una especie perteneciente al grupo formado por estos dos géneros, *Oedipoda miniata*, acompaña las señales visuales que emite durante el vuelo y el aterrizaje con una señal acústica. Los individuos de esta especie, además de presentar las alas de color rojo, crepitan durante sus vuelos, volviéndose aún más conspicuos, lo que además de favorecer los encuentros entre individuos de la misma especie debe suponerle un coste biológico, al llamar aún más la atención sobre posibles depredadores.

Pueden ser varios los factores que han hecho que esta especie haya adquirido la capacidad de crepitar, y no otras especies del mismo género: una menor presión de depredación, una menor densidad de individuos en las poblaciones, un hábitat con vegetación densa que dificulte la localización de individuos mediante señales visuales, que no presente canto de cortejo y utilice la crepitación para identificarse como especie, conviva con una especie morfológicamente parecida... Incluso, puede que uno o varios de estos factores existieran en el pasado y no afecten a las poblaciones actuales.

Tras analizar el dendrograma obtenido teniendo en cuenta los cantos que realiza cada especie y la forma de producirlos, consideramos que estos caracteres pueden servir para establecer relaciones filogenéticas y medioambientales, pero lo ideal es utilizar también otros parámetros, como los morfológicos, para ampliar estas relaciones y que todas se establezcan correctamente.

4.9. Los Oedipodinos norteamericanos y los Oedipodinos ibéricos

Otte (1984) publica un estudio sobre los saltamontes norteamericanos donde estudia la subfamilia Oedipodinae. En esta obra establece para esta subfamilia 2 tipos de señales:

Señales en vuelo: En muchas especies de Oedipodinos, los machos solitarios realizan vuelos especializados, que sirven para atraer sexualmente a las hembras receptivas de sus propias especies. En estos vuelos el macho vuela desde el suelo chasqueando sus alas posteriores y mostrando sus brillantes colores. El sonido de vuelo, o crepitación, es específico de la especie. No todas las especies crepitan sino que algunas no realizan ningún sonido especializado y sólo muestran sus alas mientras se aproximan a individuos de sexo opuesto.

Señales realizadas con las patas posteriores: Este tipo de comunicación presenta la mayor diversidad en esta subfamilia. Se distinguen 3 tipos (figura 4.8.1):

1. Señales sonoras: Frotan una parte del cuerpo contra otra, normalmente el fémur contra tegmina. Existen 4 tipos distintos de estridulación:

- O-estridulación o estridulación ordinaria (ordinary stridulation): consiste en movimientos relativamente lentos (contables o casi contables), de gran amplitud, de subir y bajar los fémures posteriores rozándolos contra las tegminas.
- V-estridulación o estridulación vibratoria (vibratory stridulation): que consiste en una vibración de baja amplitud de los fémures (uno o ambos), rozándolos contra la tegmina.
- T- estridulación (ticking): se realiza elevando el fémur posterior y dando una patada con la tibia, que produce un clic al chocar con las tegminas.
- W-estridulación o golpeteo del ala: el fémur posterior es vigorosamente sacudido y choca contra las tegminas. No es tan rápido como la V-estridulación pero no es contable.

- Algunas especies realizan señales de golpeteo sacudiendo vigorosamente las patas posteriores, provocando que la tibia golpee contra el sustrato.

2. Señales visuales: tres señales principales que no producen sonido.

- Aviso con el fémur (Femur-tipping): Es la más común, consiste en subir y bajar los fémures posteriores. Puede ocurrir aisladamente o ser repetida, y es común tanto en interacciones macho-macho como en macho-hembra.
- Elevación del fémur (Femur-raising): menos estereotipada. Machos o hembras elevan los fémures, rápida o lentamente y a varias alturas, para repeler el cortejo o avance de los machos. La altura que alcanza el fémur depende de la extensión de la perturbación.
- Sacudida silenciosa del fémur (femur-shaking): es muy similar y probablemente homóloga a W-estridulación. Difiere en que ni las tegminas ni el suelo son golpeados.
- Presentación (presenting): postura adoptada por la hembra que permite al macho montarla más fácilmente.

Señales de contacto: hay dos señales que son con mucha frecuencia por los individuos para repeler el contacto de otros.

- Sacudida del fémur (femur-jerking): el fémur es intensamente sacudido hacia arriba desde unos pocos grados a 90 grados o más.
- Patada (kicking): la tibia posterior da una patada desde su posición de reposo contra el fémur.

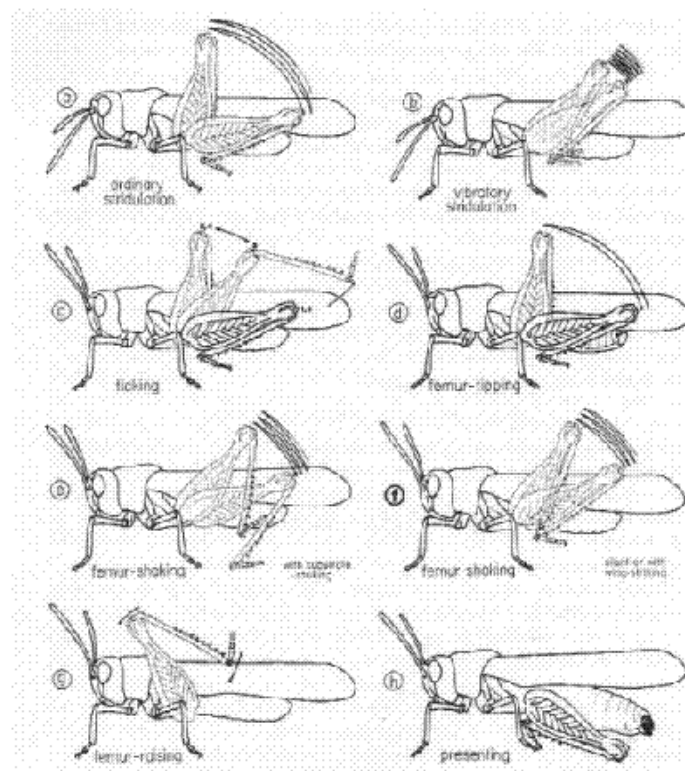


Figura 4.8.1. Señales realizadas con las patas posteriores (Otte, 1970)

Muchos de los patrones de comportamiento descritos para las especies de Oedipodinos norteamericanos coinciden con los descritos para los Oedipodinos de la Península Ibérica en este trabajo.

Así, dentro de las señales de vuelo, aparece crepitación en las especies: *A. thalassinus*, *C. compressicornis*, *M. wagneri maghrebi*, *M. fasciata*, *O. decorus*, *P. stridulus*, *S. rubescens* y *O. miniata*.

Todos estos ortópteros realizan vuelos sonoros que van acompañados de señales visuales, muy conspicuas en el caso de *P. stridulus*, que presenta un color rojo intenso de las alas, y en menor grado *O. decorus* y *M. fasciata* que las tienen amarillas. En las demás especies las alas o aparecen suavemente manchadas, como en *M. wagneri maghrebi*, o son completamente incoloras, no pudiendo actuar como una señal visual.

La razón de que estas especies hayan desarrollado o no hayan perdido la facultad de crepitar en vuelo, se podría explicar porque sean individuos que viven en poblaciones poco densas, en medios adversos para el encuentro de machos con hembras, porque exista alguna dificultad para el encuentro o porque

convivan con especies con las que presentan similitudes morfológicas con las que se pueden confundir.

En el caso de *P.stridulus*, las hembras pueden presentar las alas vestigiales (como las capturadas por nosotros) y, por tanto, el hecho de que los machos pongan de manifiesto su posición y se identifiquen puede ser de gran ayuda para el encuentro entre sexos; por ello es posible que el color de las alas sea tan llamativo y el sonido de crepitación tan intenso.

En el caso de *S. rubescens*, la crepitación puede ayudarle a evitar ser confundido con especies con las que apenas se diferencia morfológicamente y con las que convive, como ocurre en el sur de la Península con *S. arenarius* y con *S. caeruleans* en el norte, las cuales no crepitan.

Para el resto de especies parece no ser válida ninguna de estas hipótesis, puesto que suelen vivir en poblaciones densas y, en principio, no deben de tener problemas para encontrar individuos del sexo opuesto, ni se parecen, especialmente, a otras especies con las que conviven.

Por otro lado, Otte (1984) postula que la crepitación que se da en la mayoría de especies norteamericanas permite, en especies que viven en los mismos ambientes, reducir el número de parejas accidentales; por ello es mantenido por la selección natural.

El hecho de que un animal produzca crepitación en vuelo le supone una clara desventaja a la hora de ser detectado y capturado por un depredador. Morris (1956) expone que hay muchas razones por las que un comportamiento de exhibición no debe existir, primero porque provoca que el animal que lo realiza se vuelva más conspicuo, y segundo porque están normalmente representados con tal intensidad que no sólo atrae a los depredadores sino que los hace particularmente más vulnerables a su ataque.

Además, se ha observado que los machos presentan un alto factor de mortalidad debido a las exhibiciones sexuales, puesto que se vuelven muy vulnerables al realizarlas en lugares peligrosos y expuestos, ya que no discriminan, ni son cautelosos, a la hora de realizar actividades de encuentro entre sexos y producir señales conspicuas (Burck, 1982)

Por tanto, si mantienen esta forma de producción de sonido debe suponer una ventaja biológica que compense las desventajas, por ejemplo, encontrar más fácilmente un individuo del sexo opuesto, bien porque su localización en el medio sea mejor, bien porque la confusión con otras especies sea menor, o que al crepitar el individuo indique claramente el sexo al que pertenece, puesto que las hembras no crepitan, evitando encuentros con otros machos, como hemos observado que ocurre en cautividad, donde los machos no podían crepitar.

Posiblemente, alguna o varias de estas causas mantienen la crepitación en estas especies, y compensan la desventaja biológica que les aporta.

Otte (1984) explica que no existen evidencias de que el color de las alas o el patrón de bandas de las mismas sirvan para producir aislamiento reproductivo, puesto que estos caracteres son similares en especies emparentadas.

Dos especies que no producen crepitación en vuelo pero, sin embargo, sí emiten señales visuales son *S. octofasciatus* y *O. germanica*. Los individuos de estas especies presentan las alas de un color rojo intenso con una banda negra.

Sin embargo, en el caso de *S. octofasciatus* el color puede servirle como señal de identificación, puesto que es completamente distinto a cualquier otra especie del género y puede ser identificado fácilmente de otras especies de *Sphingonotus* con las que convive.

Lo mismo ocurre con *O. germanica*, el color rojo intenso que presenta en las alas la hace inconfundible con el resto de especies del género, aunque dentro del género aparecen especies con las alas de color azul o rosa.

Por lo tanto, aunque en general la coloración y la disposición de bandas de las alas no sea un carácter que favorezca el aislamiento entre las especies, sí que puede serlo para algunas especies concretas.

Las señales sonoras descritas por Otte (1984) se pueden identificar con algunos de los movimientos que realizan para producir sonido los Oedipodinos ibéricos.

La estridulación ordinaria se da en todas la especies estudiadas que producen sonido de cortejo, salvo en *O. charpentieri*, *S. arenarius* y *S. azurescens*; y en las especies en que no aparece sonido de cortejo *P. platypterygus* y *S. grossum*.

El canto producido por *O. charpentieri* se podría entender como W-estridulación puesto que el fémur es sacudido y produce sonido al chocar con la tegmina. El movimiento es más rápido que el de O-estridulación, sin embargo, Otte (1984) indica que no es contable, y en este caso no lo es, no por la rapidez del movimiento, sino porque el movimiento es casi imperceptible. Por todo ello, para poder incluirlo dentro de este tipo de estridulación sería necesario observar cómo la realiza una especie perteneciente a los Oedipodinos americanos, y compararlas.

Dentro de V-estridulación se pueden incluir las formas de producción de sonido de interacción de las especies *C. compressicornis*, *O. decorus* y las formas de producción de sonido de los cantos mixtos de las especies: *J. imitans*, *L. candidus lusitanicus*, *S. arenarius*, *S. caeruleans*, *S. octofasciatus*, *S. rubescens* y *S. uvarovi*. Además de los cantos de cortejo producidos por las especies: *S. arenarius* y *S. azurescens* y los cantos de las hembras de *S. arenarius* y *S. rubescens*.

Respecto a la producción de sonido mediante T-stridulación ha sido observada en las siguientes especies: *A. insubricus*, *A. patruelis*, *A. thalassinus*, *S. octofasciatus*.... Aunque en ocasiones el sonido que producen es muy evidente, en otras es difícil de identificar si el individuo está produciendo este tipo de estridulación o si realiza la señal de contacto "patada" (kicking), para repeler a otro individuo.

Este tipo de producción de sonido, T-estridulación, es la utilizada por la especie *S. grossum* como canto de llamada, según Ragge & Reynolds (1998); esta forma de producción de sonido es única dentro de los saltamontes europeos.

Otte (1984) describe una forma de producir sonido mediante el golpeteo del sustrato con las tibias de las patas posteriores en la que podrían incluirse los cantos de interacción producidos por las especies: *A. insubricus*, *A. patruelis*, *O. caeruleans*, puesto que, aunque nosotros hemos considerado que el golpe lo realizaban con la rodilla de la pata posterior parece que nos referimos a la misma forma de producir sonido.

Las especies *M.fasciata* y *P.stridulus* también realizan un movimiento vigoroso con las patas posteriores para golpear el sustrato, pero el golpe lo realizan con los tarsos.

Sin embargo, el resto de especies que producen sonido mediante percusión, *A. strepens*, *A. thalassinus*, *P. tricolor bisignata*, *P. alliaceus*, *P. platypygius* y *S. grossum*, no sacuden vigorosamente las patas posteriores sino que realizan un movimiento rápido y alternativo, que provoca un tamborileo suave de los tarsos contra el suelo. Por ello no se pueden incluir en ninguno de los tipos de señales descritos por Otte (1984).

Respecto a las señales mudas citadas por Otte (1984), todas han sido observadas en las distintas especies de Oedipodinos estudiados. La señal de aviso con el fémur (fémur- tipping) es un movimiento muy frecuente al inicio de la interacción entre dos individuos, aunque en algunas especies es menos acentuado y frecuente: *C. compressicornis*, *O. caeruleascens*, *O. charpentieri*, *O. fuscocincta*, *O. germanica* y *P. stridulus*.

El resto de señales visuales, elevación del fémur y de contacto, sacudida del fémur y patada han sido observadas en todas las especies en las que se ha registrado el comportamiento.

Como conclusión, se puede afirmar que los patrones de comportamiento desarrollados por las especies de Oedipodinos ibéricos son similares a los desarrollados por los Oedipodinos norteamericanos; únicamente, el golpeteo del sustrato con los tarsos parece ser una forma de producción de sonido poco frecuente o ausente en el comportamiento de los Oedipodinos norteamericanos y bastante común en los Oedipodinos ibéricos, puesto que lo presentan un 41,67% de las especies estudiadas.

4.10. Sobre la evolución de los patrones de producción del canto de cortejo

Busnel (1963) expone la teoría de evolución de los movimientos estridulatorios basada en los diferentes sistemas de producción de sonido de los Oedipodinae que se conocían en ese momento.

En ella indica que el sonido producido por movimiento de las tibias posteriores en la especie *S. grossum* puede haber evolucionado de un movimiento defensivo, y que en los Oedipodinos se da un cambio desde un simple movimiento vibratorio de los fémures posteriores a un golpeteo sobre el sustrato después a un golpeteo con estridulación y finalmente una estridulación sin golpeteo. Aunque indica que no existen pruebas de que sea una evolución ontogénica.

En esta teoría Busnel, al explicar la evolución, habla sobre las formas de producción de sonido tanto de rivalidad como de cortejo, sin distinguir, puesto que se desconocía en ese momento la funcionalidad de cada una.

Otte en 1970, y posteriormente en 1984 establece la evolución de las formas de producción del canto de cortejo de los Oedipodinos norteamericanos (figura 5.5.1).

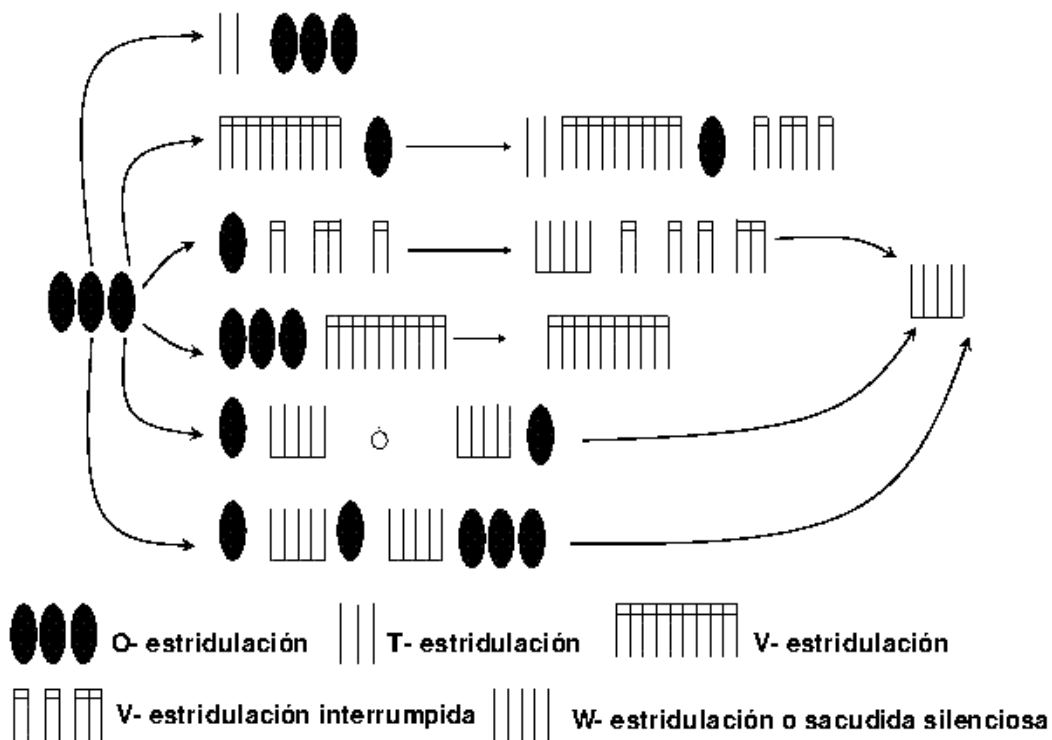


Figura 5.5.1. Cambios en el cortejo de los Oedipodinae (Otte, 1970).

Otte postula que la condición ancestral, en la izquierda, la presenta la gran mayoría de especies, incluyendo congéneres de especies que presentan condiciones representadas a la derecha. De la condición original ha derivado un número considerable de patrones. En ellos V-estridulación y la sacudida silenciosa del fémur fue aparentemente incorporado en el cortejo independientemente un determinado número de veces. Esto ha sido seguido, en varios linajes, con la pérdida de O-estridulación

Esta evolución es completamente contraria a la expuesta por Busnel (1963), en la que mediante evolución se llega a producción sólo por estridulación y no entendiendo la estridulación como la condición ancestral.

Además Otte establece el origen y evolución de las señales de los ortópteros, coincidiendo con Busnel en que el origen de la forma de producción de sonido de *S. grossum* es un movimiento agresivo.

Para establecer qué señal es la primitiva y la dirección de cambio evolutivo en un carácter sigue los criterios establecidos por Maslin (1952) y Simpson (1961):

1. El carácter que poseen la mayoría de miembros de un taxón es más probable que sea más primitivo que los caracteres que poseen uno o varios miembros del mismo taxón.

2. Si la condición minoritaria se parece a una condición de miembros de un taxón relacionado, esta condición puede ser primitiva.

3. Si el carácter aparece esporádicamente entre los miembros de un taxón de un rango comparable, entonces la presencia en varios miembros puede ser el resultado de una convergencia.

Si seguimos los criterios de Maslin (1952) y Simpson (1961) para establecer la evolución de las señales obtenemos el siguiente esquema:

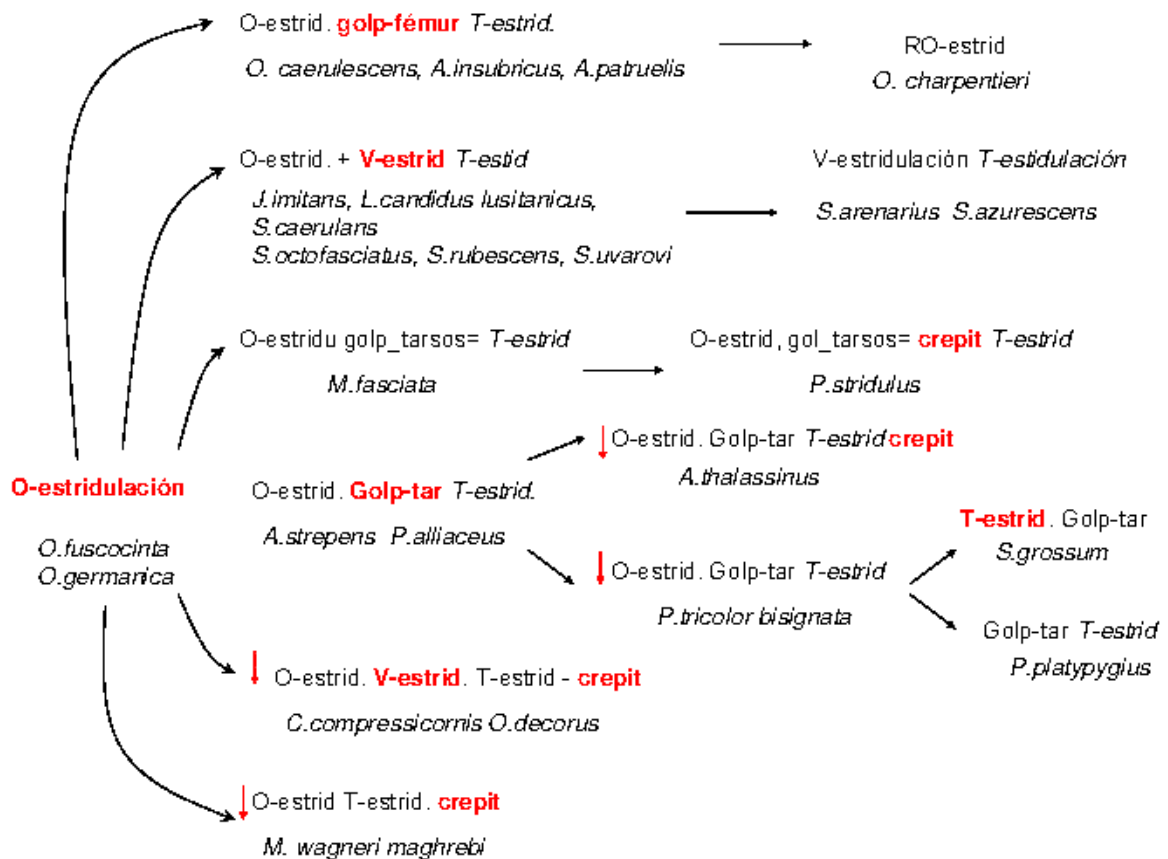


Figura 5.5.2. Esquema que representa la evolución de las formas de producción de sonido en la especies de la familia Oedipodinae. En rojo aparece la forma de producción de sonido adquirida o que varía en cada paso. T-estridulación en la mayoría de las especies es realizada por los machos esporádicamente antes de montar a la hembra, por lo que aparece en cursiva. **O-estrid**: estridulación ordinaria, **V-estrid**: estridulación vibratoria, **W-estrid**: golpeteo del alas, **T-estrid**: estridulación tibia-tegmina, **RO-estrid**: se ha denominado así a la estridulación producida por *O.charpentieri*. **Golp-tar**: percusión del sustrato con los tarsos de forma alternativa, **golp-tar=**: percusión de ambos tarsos contra el sustrato, golp-fémur: golpeteo del sustrato con las patas posteriores. ↓ disminución de la frecuencia con la que se realiza el comportamiento

La O-estridulación sería la condición ancestral que puede mantenerse e ir apareciendo nuevas formas de producción de sonido o perderse. Esta forma de producción de sonido es la que aparece en la mayoría de los cortejos.

Sin embargo, en determinadas especies ha llegado a desaparecer, siendo sustituida por otro tipo de estridulación, como el caso de *O. charpentieri*, o no aparece ningún tipo de estridulación y tampoco canto de cortejo, como en *S. grossum* y *P. platypygius*.

Consideramos que a partir de la condición ancestral cada especie habrá ido adquiriendo una forma de producción de sonido adecuada al ambiente en el

que se ha desarrollado y en función de las especies con las que convive; con el objetivo de disminuir las probabilidades de hibridación, aumentar tanto los encuentros con las hembras de su propia especie como el éxito en los mismos y de esta forma asegurar la reproducción y la preservación de la especie.

Debido a la lucha por la vida, las variaciones, si son en algún grado provechosas para los individuos de una especie, en sus relaciones infinitamente complejas con otros seres orgánicos y con sus condiciones físicas de vida, tenderán a la preservación de tales individuos, y serán heredadas por su descendencia (Darwin, 1859).

5. – RESUMEN Y CONCLUSIONES

Los resultados y conclusiones que se han establecido y propuesto en este trabajo se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se ha revisado la presencia de las especies de la subfamilia Oedipodinae citadas hasta el momento en la Península Ibérica, descartándose la presencia de las especies: *Acrotylus longipes rosea*, *Aiolopus simulatrix*, *O. fuscocincta fuscocincta*, *Scintharista notabilis*, *Thalponema algeriana* y *S. coeruleans corsicus*, quedando como especies posibles pero no probables, de la fauna ibérica *Epacromius tergestinus* y *Celes variabilis*, además de las 28 especies que habitan la Península con total seguridad, puesto que de todas ellas se han capturado ejemplares durante la realización de este trabajo.

- Se ha registrado producción de sonido en 24 especies ibéricas de la subfamilia Oedipodinae como canto de cortejo, canto de interacción, canto de llamada y canto mixto. Este último tipo de canto se ha establecido para describir el canto que producen, mediante estridulación, las especies ibéricas pertenecientes a los géneros: *Jacobsiella*, *Leptopternis* y *Sphingonotus* y que puede realizar las funciones de canto de interacción, coro y rivalidad.

- Se han analizado y descrito las emisiones acústicas registradas de cada una de las especies, y se han estudiado conjuntamente las emisiones producidas por especies del mismo género, obteniéndose los siguientes resultados:

- Los cantos de interacción de especies pertenecientes a un mismo género pueden presentar características temporales y espectrales similares, no pudiéndose diferenciar unos de otros.

- Los cantos de cortejo de especies pertenecientes a un mismo género, aunque presentan un patrón más parecido entre sí que a los cantos de cortejo de otras especies, se pueden diferenciar teniendo cuenta las características temporales. Las características espectrales ayudan a diferenciar los cantos de algunas especies,

aunque las bandas estén superpuestas, pero no pueden utilizarse de forma aislada para la identificación.

- Respecto a las especies del género *Sphingonotus*, tras la comparación de los cantos de cortejo producidos por los ejemplares pertenecientes a las especies *S. azurescens* y *S. arenarius*, queda clara la presencia de ambas especies en la Península puesto que, aunque los cantos presentan un patrón más parecido entre sí que al resto de las especies del género, las diferencias temporales entre los cantos de cortejo son muy evidentes y se pueden distinguir, sin dudas, por este carácter los ejemplares de las dos especies.
- Los cantos mixtos de las especies ibéricas del género *Sphingotus* presentan diferencias temporales, sin embargo no se pueden diferenciar por las características del espectro de frecuencia.
- Se han estudiado conjuntamente todos los cantos de cortejo registrados, y se ha establecido que cada especie de esta subfamilia emite un canto de cortejo con unas características temporales, y, en ocasiones también espectrales, propias, por lo que son cantos específicos. Por ello, se sugiere que este canto puede servir para estimular acústicamente a la hembra y que permita la cópula.
- Se han estudiado los cantos de interacción registrados; estos cantos no son específicos, y son producidos tanto en presencia de individuos de la misma o de distinta especie, por lo que se sugiere que son señales interespecíficas que pueden servir para alertar de la presencia del individuo y rechazar la proximidad de otro.
- Se han analizado los cantos mixtos producidos por las especies de los géneros *Jacobsiella*, *Leptopternis* y *Sphingonotus*; se ha establecido que cada especie produce un canto característico que puede servir para distinguirla de otras especies, aunque entre algunas especies los cantos son más parecidos y, para diferenciarlas, sería también necesario recurrir al canto de cortejo. Se sugiere que cuando el canto mixto aparece como canto

de interacción desempeña la misma función que en el resto de especies de Oedipodinos, que cuando aparece como canto de coro puede ser una interacción competitiva entre machos que sirva para atraer a las hembras, y cuando aparece como canto de rivalidad puede ser una interacción competitiva entre machos para copular con la hembra. Se considera la posibilidad de que, mediante el canto mixto, los individuos puedan aportar información sobre sus características individuales, y se indica la necesidad de realizar experimentos de fonotaxia para ratificar o desechar estas hipótesis.

- Se ha comentado la presencia de modulación de la frecuencia en los cantos de cortejo de las especies *J. imitans*, *L. candidus lusitanicus*, *P. tricolor bisignata* y *S. rubescens*, y se considera necesario realizar estudios etológicos y fisiológicos para determinar la capacidad de detectar la modulación de la frecuencia que presentan estas especies, y para intentar establecer la información que pueda contener.

- Se ha analizado el comportamiento no sonoro registrado en las especies estudiadas. Se sugiere que los movimientos realizados con las patas posteriores durante la interacción entre individuos son señales interespecíficas que pueden servir para alertar de la presencia del individuo y el rechazo a la proximidad del individuo con el que interaccionan. Respecto a los movimientos no sonoros que los machos realizan durante el cortejo, se indica que pueden servir para poner de manifiesto algunos caracteres propios de la especie, como la coloración de las patas posteriores, y contribuyan a la identificación del individuo como perteneciente a la especie.

- Teniendo en cuenta los cantos emitidos por cada especie y la forma de producirlos, se ha elaborado un dendrograma, a partir del cual se sugiere:

- Que las especies *A. strepens*, *A. thalassinus*, *P. tricolor bisignata*, *P. alliaceus*, *P. platypygius* y *S. grossum* emiten el canto interacción mediante percusión del sustrato con los tarsos de las patas

posteriores de forma asincrónica porque el hábitat en el que viven, sobre vegetación herbácea, ha favorecido esta forma de producir el canto de interacción, debido a que las plantas herbáceas son un buen canal de transmisión de las vibraciones.

- Que respecto a la variabilidad que presentan estas seis especies en relación a las señales acústicas asociadas al comportamiento reproductivo (*S. grossum* emite canto de llamada, *P. platypygius* no emite canto de cortejo, *P. tricolor bisignata* no siempre emite canto de cortejo, al igual, que *A. thalassinus*, que además realiza crepitación, y *P. alliceus* y *A. strepens* emiten canto de cortejo), a pesar de que viven en un hábitat con características similares, dicha variabilidad puede ser debida a que son muchos los factores que influyen en las señales acústicas asociadas a la reproducción, puesto que no sólo deben de presentar unas características adecuadas para ser emitidas en el hábitat en el que viven, sino que también, deben de favorecer el aislamiento reproductivo.

- Que el grupo de las especies pertenecientes a los géneros *Jacobsiella*, *Leptopternis* y *Sphingonotus* se encuentran relacionadas filogenéticamente, puesto que todas producen canto mixto, y que aunque los cantos de cortejo son específicos y claramente diferentes, presentan patrones similares.

- Que las especies de los géneros *Acrotylus* y *Oedipoda* pueden haber desarrollado varias analogías en cuanto a las formas de comunicación. Todas estas especies son de hábitos terrestres lo que puede haber favorecido que, en las especies que emiten canto de interacción, éste se realice mediante percusión de las patas posteriores de forma sincrónica contra el sustrato, puesto que es la forma más eficaz cuando el medio de transmisión es el suelo. Además, se sugiere que estas especies refuerzan las señales durante las interacciones gracias a la coloración de las patas posteriores.

- Así mismo, que el hábitat que ocupan, espacios abiertos con poca vegetación, también puede haber favorecido la aparición de una fuerte coloración en las alas, puesto que en este hábitat las señales visuales son eficaces.
 - Que la variabilidad de medios que pueden ocupar las especies *O. decorus* y *C. compressicornis* puede haber inducido a que éstas adquieran cantos de interacción análogos, pues ambas emiten este canto mediante estridulación y percusión, presentando por ello características adecuadas para la transmisión, tanto en medios con vegetación como sobre el sustrato.
 - Que, aunque con el análisis de los cantos que emite cada especie y la forma de producirlos se pueden establecer relaciones filogenéticas y medioambientales, sería mejor utilizar también otros parámetros, como los morfológicos, para que el análisis y las relaciones establecidas fueran más completas.
- Se ha comparado el comportamiento de las especies ibéricas con el comportamiento de las especies de Oedipodinos norteamericanas. Se considera que ha habido una evolución paralela puesto que todas las formas de producción de sonido y las señales no sonoras descritas también son utilizadas por los Oedipodinos norteamericanos, excepto la producción de sonido mediante percusión de los tarsos de las patas posteriores, de forma asincrónica, contra el sustrato, y la forma particular de estridulación que presenta la especie *O. charpentieri*, mediante movimientos muy reducidos de una de las patas posteriores.
 - Por último se hace hincapié en que cada especie habrá desarrollado las formas de producción de sonido adecuadas al ambiente en el que se ha desarrollado, y en función de las especies con las que convive con el objetivo de disminuir las probabilidades de hibridación, aumentar tanto los encuentros con las hembras de su propia especie como el éxito en los mismos y, de esta forma, asegurar la reproducción y la preservación de la especie.

- AGUIRRE, A. & PASCUAL, F. 1986. Ortópteros del sureste almeriense, I: Inventario de especies. *Actas VIII Jornadas de la Asociación española de Entomología*, Sevilla, 298-311.
- ALEXANDER R.D. 1975. *Natural selection and specialized chorusing behavior in acoustical insects*, pp. 35-77. En Pimentel D., (Edit). *Insects, Science, and Society*. New York, Academic Press.
- AUBIN, T. 1994. Syntana: a software for the synthesis and analysis of animal sounds. *Bioacoustics*, 1: 187-208.
- AUTRUM, H., SCHWARTZKOPFF, J., SWOBODA, H. 1961. Der Einfluss der Schallrichtung auf die Tympanal-Potentiale von *Locusta migratoria* L. *Biologisches Zentralblatt*, 80: 385-402.
- BADIH, A., SÁNCHEZ-CASADO, J.F. & PASCUAL F. 1995. Faunística y corología de los ortópteros de la depresión de Guadix-Baza: comparación con las áreas vecinas. *Avances en Entomología Ibérica*, 203-216.
- BAILEY, W.J., CUNNINGHAM, R.J. & LEBEL, L. 1990. Song power, spectral distribution and female phonotaxis in the bushcricket *Requena verticalis* (Tettigoniidae: Orthoptera): Active female choice or passive attraction. *Animal Behaviour*, 40: 33-42.
- BARRANCO, P. & PASCUAL, F. 1992. Contribución al conocimiento de los Orthoptera de la provincia de Almería (España). *Zoología Baetica*, 2: 171-181.
- BARRANCO, P. & PASCUAL, F. 1993. Estudio ecológico de los ortópteros de la vega del río Andarax (Insecta: Orthoptera). Distribución en relación con la vegetación. *Boletín de la Asociación española de Entomología*, 17 (2): 285-297.
- BEIRO, J.C., BADIH, A. & PASCUAL F. 1998. Diversidad faunística y corológica de la ortóptero-fauna del Parque Natural de la Sierra de Baza (Granada-España). *Boletín de la Asociación española de Entomología*, 22(3-4): 167-180.
- BELL, P.D., 1980. Transmission of vibrations along plant stems. Implication for Insect Communication. *New York Entomology Society*. LXXXVIII (3): 210-216.
- BELLMAN, H. 1985. *Heuschrecken. Beobachten, bestimmen*, Melsungen (Neumann-Neudamm). 210 pp.
- BELLMAN, H. 1988. *A field guide to the grasshoppers and crickets of Britain and northern Europe*. London (Collins). 213 pp.
- BELLMAN, H. 1993. *Heuschrecken. Beobachten, bestimmen*, Augsburg (Weltbild). 349 pp.
- BELLMAN, H. & LUQUET, G.C. 1995. *Guide des sauterelles, grillons et criquets d'Europe occidentale*. Lausanne & Paris (Delachaux et Niestlé). 383 pp.

- BLAND, R.G. 1985. Field behaviour and sound production by the grasshopper *Sphingonotus rubescens* (Orthoptera: Acrididae) on Tenerife, Canary Islands. *Entomology News*, **96** (1): 37-42.
- BOLÍVAR, I. 1876. Sinópsis de los Ortópteros de España y Portugal (1ª Parte). *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, **V**: 79-130
- BOLÍVAR, I. 1876a. Sinópsis de los Ortópteros de España y Portugal (2ª Parte). *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, **V**: 259-372
- BOLÍVAR, I. 1876b. Sinópsis de los Ortópteros de España y Portugal (3ª Parte). *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, **V**: 240-348.
- BOLÍVAR, I. 1878. Sinópsis de los Ortópteros de España y Portugal (4ª Parte). *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, **VII**: 63-129.
- BOLÍVAR, I. 1886. Enumeración de los ortópteros de España, publicados después de la aparición de la sinópsis de los mismos. *Actas de la Sociedad Española de Historia Natural*, **XV**: 36-39.
- BOLÍVAR, I. 1898. Catálogo sinóptico de los Ortópteros de la fauna ibérica (3ª parte). *Annaes de Sciencias Naturaes*, **5**(1-2-3): 1-48.
- BOLÍVAR, I. 1900. *Catálogo sinóptico de los Ortópteros de la Fauna Ibérica*. Coimbra. 168pp.
- BROUGHTON, W.B. 1972. The grasshopper and the taxonomer. III. Keys to the species. *Journal of Biological Education*, **6**: 385-395.
- BUCK, J. & BUCK, E. 1978. Toward a functional interpretation of synchronous flashing by fireflies. *American Naturalist*, **112**: 471-492.
- BUKHVALOVA, M. A. & ZHANTIEV, R. D. 1993. Acusticheskiye signali b soobschestvaj saranchový (Orthoptera, Acrididae, Gomphocerinae). *Zoologicheskii Zhurnal*, **72** (9): 47-62.
- BURCK, T., 1982. Evolutionary Significance of Predation on Sexually signalling Males. *Florida Entomologist*, **65**: 90-104.
- BUSNEL, R.G. 1963. (Ed.), *Acoustic behaviour of animals*. Amsterdand. (Elsevier). 933 pp.
- BURR, M. 1905. Synopsis of Orthoptera of Western Europe. *Entomologist's Record and Journal of Variator*: 10-14, 61-64, 92-95, 125-129, 151-157, 179-181, 205-208, 227-232, 287-291, 329-331.
- CAZURRO, M. 1888. Enumeración de los ortópteros de España y Portugal. *Anales de la Sociedad española de Historia Natural*, **17**: 435-513.
- CHOPARD, L. 1922. Orthoptères et Dermaptères. *Faune de France*, **3**, vi +212 pp.
- CHOPARD, L. 1951. *Faune de France*.56. *Orthoptéroïdes*. Lechevalier. Paris. 359 pp.

- CLEMENTE, M.E.; GARCÍA, M.D. & PRESA J.J. 1985. Acridofauna de las dunas de Guardamar del Segura (Alicante) (Orthoptera, Acridoidea). *Graellsia*, **41**: 153-166.
- CLEMENTE, M.E.; GARCÍA, M.D. & PRESA J.J. 1987. *Clave de los géneros de saltamontes ibéricos (Orthoptera; Caelifera)*. Secretariado de Publicaciones e intercambio científico. Universidad de Murcia. 64 pp.
- CLEMENTE, M.E.; GARCÍA, M.D.; ARNALDOS, M.I.; ROMERA, E. & PRESA J.J. 1999. Confirmación de las posiciones taxonómicas específicas de *Omocestus antigai* (Bolívar, 1897) y *O. navasi* Bolívar, 1908 (Orthoptera, Acrididae). Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Biológica), **95** (3-4):27-50.
- DARWING, CH. 1859. *The Origin of Species*. Reseña Barcelona. 304 pp.
- DÉFAUT, B. 1994. *Les synusies orthoptériques en région paléarctique occidentale*. Association des Naturalistes d'Anegre, La Bastide-de-Sérou. 275 pp.
- DÉFAUT, B. 2003. Les *Sphingonotus* du groupe *rubescens* en France et en Espagne continentale (Caelifera, Acrididae, Oedipodinae). *Matériaux Orthoptériques et Entomocénotiques*, **8**: 99-127.
- DIRSH, V.M. 1956. The public complex in Acridoidea (Orthoptera) in relation to taxonomy. *Transactions of the Royal Entomological Society of London*, **108**: 223-356.
- DIRSH, V.M. 1961. A preliminary revision of the families and subfamilies of Acridoidea (Orthoptera, Insecta). *Bulletin of the British Museum (Natural History), Entomology*, **10**: 351-419.
- DIRSH, V.M. 1975. *Classification of the acridomorphoid insects*. Oxford. 171 pp.
- DOHERTY, J.A. & CALLOS, J.D. 1991. Acoustic communication in the trilling field cricket, *Gryllus rubens* (Orthoptera: Gryllidae). *Journal of Comparative Physiology A*, **168**:213-222.
- DUIJM, M. & KRUSEMAN, G. 1983. Interspecific matings in *Ephippiger* (Orthoptera, Tettigoniidae). *Tijdschrift voor Entomologie*, **126**: 97-108.
- DUMORTIER, B. 1963a. *Morphology of sound emission apparatus in Arthropoda* pp.277-345. En Busnel, R.G. (Ed.), *Acoustic behaviour of animals*. 933 p.p. Amsterdam. (Elsevier).
- DUMORTIER, B. 1963b. *The physical characteristics of sound emissions in Arthropoda* pp. 346-371. En Busnel, R.G. (Ed.), *Acoustic behaviour of animals*. 933 p.p. Amsterdam. (Elsevier).
- DYSON M.L. & PASSMORE N.I. 1988a. Two-choice phonotaxis in *Hyperolius marmoratus*. *Animal Behaviour*, **36**: 648-652.

- DYSON M.L. & PASSMORE N.I. 1988b. The combined effects of intensity and the temporal relationship of stimuli on phonotaxis in female painted reedfrogs *Hyperolius marmoratus*. *Animal Behaviour*, **36**: 1555-1556.
- EHRMANN, R. 1988. Neue Orthopteren-Funde für die Balearen-Insel Mallorca. *Articulata*, **3** (4): 179-180
- EIRIKSSON T., 1993. Female preference for specific pulse duration of male songs in the grasshopper *Omocestus viridulus*. *Animal Behaviour*, **45**: 471-477.
- ELSNER, N. & POPOV, A.V. 1978: Neuroethology of acoustic communication. *Advances in Insect Physiology*, **13**: 229-355.
- ELSNER, N. 1983. Sound production in orthopteran insects. In: Lewis, B.D. (ed.). *Bioacoustics, a comparative approach*. Charperter 2. Academic Press.
- EWING, A.W. 1983. Functional aspects of *Drosophila* courtship, *Biological Review*, **58**: 275-292.
- EWING, A.W., 1989. *Arthropod bioacoustic. Neurobiology behaviour*. Comstock Publishing Associates. Ithaca, New York, 260 pp.
- FABER, A. 1928. Die Bestimmung der deutschen Geradflügler (Orthopteren) nach ihren. *Zeitschrift für Wissenschaftliche Insektenbiologie*, **XXIII**: 209-234.
- FABER, A. 1936. Die laut-und Bewegungsäusserungen der Oedipodinen. *Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie*, **149**:1-85.
- FABER, A. 1953. *Laut-und Gebärdensprache bei Insekten. Orthoptera (Geradflügler) Teil.I.Vergleichende Darstellung von Ausdrucksfomen als Zeitgestalten und ihren Funktionen*. Sttugart. 198 pp
- FORREST, T.G. 1994. From Sender to Receiver: Propagation and Environmental Effects on Acoustic Signals. *American Zoologist*, **34**: 644-654.
- GANGWERE, S.K. & MORALES AGACINO, E. 1970. The biogeography of iberian orthopteroids. *Miscelánea Zoológica*, **2** (5): 9-75.
- GANGWERE, S.K. & LLORENTE, V. 1992. Distribution and habitits of the Orthoptera (*sens.lat.*) of the Balearic Islands (Spain). *Eos*. **68** (1): 51-87
- GANGWERE, S.K., MURALIRANGAN M.C. & MURALIRANGAN, M. (Ed). 1997. *The Bionomics of Grasshoppers, Katydid and their Kin*. Oxon, U.K. (Can International). 529 pp.
- GARCÍA, M.D. & PRESA, J.J. 1985. Estudio faunístico y taxonómico de los Caelifera (Orthoptera: Insecta) de Sierra Espuña (Murcia, S.E. de España). *Anales de Biología. (Biología Animal)*, **3** (1): 55-79.

- GARCÍA, M.D., CLEMENTE M.E., HERNÁNDEZ, A. & PRESA J.J. 1997. First Data on the Communicative Behaviour of Three Mediterranean Grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). *Journal of Orthoptera Research*, **6**:113-116.
- GARCÍA, M.D., HERNÁNDEZ, A., CLEMENTE M.E. & PRESA J.J. 2001. Producción de sonido en *Sphingonotus octofasciatus* (Serville, 1983) (Orthoptera, Acrididae, Oedipodinae). *Anales de Biología*, **23** (Biología animal, 12): 85-92.
- GÓMEZ, R., PRESA, J.J. & GARCÍA, M.D. 1992. Estudio Faunístico y Ecológico de los Caelifera (*Insecta: Orthoptera*) de la Sierra del Taibilla (Albacete). Colección Ciencia y Técnica. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, nº **4**. Murcia. 196 pp.
- GRABER, V. 1873. Bemerkungen über die "Gehör- und Stimmorgane" der Heuschrecken und Cikaden. *Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe, Wien* (Abteilung 1), **66** (1872): 205-213.
- GREENFIELD, M.D. 1990. *Evolution of acoustic communication in the genus Neoconocephalus: Discontinuous Song, Synchrony, and Interspecific Interactions*, 5: 71-97 pp. En BAILEY, W.J. & RENTZ, D.C.F. (Eds.) *The Tettigoniidae: biology, systematics and evolution*. Bathurst, Australia (Crawford House Press). IX + 395 pp.
- GREENFIELD M.D. & ROIZEN I. 1993. Katydid synchronous chorusing is an evolutionarily stable outcome of female choice. *Nature*, **364**: 618-620.
- GREENFIELD, M.D. TOURTELLOT, M.K. & SNEDDEN, W.A.1997. Precedence effects and the evolution of chorusing. *Proceeding of the Royal Society of London*, **264**: 1355-1361.
- HARZ, K. 1957. *Die Geradflüger Mitteleuropas*. Jena (G.Fischer). xxiv + 494 pp.
- HARZ, K. 1962. Orthopterologische Beiträge. IV. *Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen* **11**: 46-48, 50-56, 65-69.
- HARZ, K. 1975. *The Orthoptera of Europe II*. Vol. 11. Serie Entomologica. Dr.W.Junk Publishers. La Haya. 939 pp.
- HELLER, K.G. 1990. Evolution of song pattern in east Mediterranean Phaneropterinae: constraints by the communication system. (pp 130-151). En: Bailey, W.J. & Rentz D:CF: (Eds) *The Tettigoniidae: biology, systematics and evolution*. Bathurst, Australia (Crawford House Press). ix + 395 pp.
- HELLER, K.G.; KORSUNOVSKAYA, O.; RAGGE, D.R.; VEDENINA, V.; WILLEMSE, F.; ZHANTIEV, R.D. & FRANSEVICH, L. 1998. Check-List of European Orthoptera. *Articulata*, **7**: 1-61.

- HELVERSEN VON, D. & HELVERSEN VON, O. 1975. Verhaltensgenetische Untersuchungen am akustischen Kommunikationssystem der Feldheuschrecken (Orthoptera, Acrididae). I. Der Gesang von Artbastarden zwischen *Chorthippus biguttulus* und *Chorthippus mollis*. II. Das Lautschema von Artbastarden zwischen *Chorthippus biguttulus* und *Chorthippus mollis*. *Journal of Comparative Physiology*, **104**: 273-323.
- HELVERSEN VON, D & HELVERSEN VON, O. 1981. Korrespondenz zwischen Gesang und auslösendem Schema bei Feldheuschrecken. *Nova acta Leopoldina*, **54**: 449-462.
- HELVERSEN VON, D & HELVERSEN VON, O. 1983. Species recognition and Acoustic Localisation in Acridid Grasshoppers. A Behavioural Approach. *Neuroethology and Behavioural Physiology*, 95-107.
- HELVERSEN VON, O. & HELVERSEN VON, D. 1994. Forces driving coevolution of song and song recognition in grasshoppers. En: Schildberger, K. and Elsner, N. (eds.). *Neural Basis of Behavioural Adaptations*. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, pp. 253-284.
- HENNING, R.M. & WEBER, T. 1997. Filtering of temporal parameters of the calling song by females of two closely related species: a behavioral analysis. *Journal of Comparative Physiology A*, **180**: 621-630.
- HERRERA, L. 1982. Catálogo de los Ortópteros de España. *Series Entomologica*, 22. Dr. W. Junk Publishers. La Haya. 162pp
- HOLLIS, D. 1968. A revision of the genus *Aiolopus* Fieber. *Bulletin of the British Museum. (Natural History) Entomology*, **22** (7): 309-355
- HOLST, K.T. 1970. Kakkerlakker græ og ørentviste XXVII. *Danmarks Fauna*, **72**, 221 pp.
- HOLST, K.T. 1986. The Saltatoria (bush-crickets, crickets and grasshoppers) of Northern Europe. *Fauna Entomologica Scandinavica*, **16**, 127 pp.
- INGRISCH, S. & PAVICEVIC, D. 1985. Zur Faunistik, Systematik und ökologischen Valenz der Orthopteren von Nordost-Griechenland. *Mitteilungen der Münchner Entomologischen Gesellschaft*. **75**: 45-77
- JACOBS, W. 1950. Vergleichende Verhaltensstudien an Feldheuschrecken. *Zeitschrift Tierpsychologie*, **7**:169-216.
- JACOBS, W. 1953. Verhaltensbiologische Studien an Feldheuschrecken. *Zeitschrift Tierpsychologie*, **1**, pp. 1-228.
- KALMRING, K. 1975: The afferent auditory pathway in the ventral cord of *Locusta migratoria* (Acrididae). I. Synaptic connectivity and information processing among

- the auditory neurons of the ventral cord. *Journal of Comparative Physiology*, **139**: 267-275.
- KALMRING, K.; KAISER W.; OTTO, C. & KÜHNE R. 1985 Coprocessing of vibratory and auditory information in the CNS of different Tettigoniids and Locust.. In: *Acoustic and Vibrational Communication in Insects*. Kalmaring, K. & Elsner, N (eds.). Verlag Paul Parey. Berlin and Hamburg: 193-202.
- KALMRING, K., KEUPER, A. & KAISER, W. 1990. Aspects of acoustic and vibratory communication in seven European bushcrickets. In: Bailey, W.J. & Rentz, D.C.F. (Eds): *The Tettigonidae: Biology, Systematics, and Evolution*. Crawford House Press, Bathurst, Australia. pp. 191-216.
- KARNY, H. H. 1908. Ueber das Schnarren der Heuschrecken. *Stettiner Entomologische Zeitung*, **69**: 112-119.
- KATSUKI, Y & SUGA, N. 1960. Neural mechanism of hearing in insects. *Journal of Experimental Biology*, **37**: 279-90.
- KEUPER, A. & KÜHNE R. 1983. The acoustic behaviour of the bushcricket *Tettigonia cantans*. II. Transmission of airborne-sound and vibration signals in the biotope. *Behaviour Proceedings*. **8**: 125-145.
- KEUPER, A.; OTTO, C., LATIMER, W. & SCHATRAL, A. 1985. Airbone sound and vibration signals of bushcrickets and locusts; their importance for the behaviour in the biotope. In: *Acoustic and Vibrational Communication in Insects*. Eds Klaus Kalmaring and Norbert Elsner. Verlag Paul Parey. Berlin and Hamburg: 135-142.
- KEVAN, D.K. McE. 1955. Méthodes inhabituelles de production de son chez les Orthoptères. *Annales des Epiphytes*, fascicule spécial de 1954, 448 pp.
- KLAPPERT, K. & REINHOLD, K. 2003. Acoustic preference functions and sexual selection on the male calling song in the grasshopper *Chorthippus biguttulus*. *Animal Behaviour*, **65**: 225-233.
- KLEUKERS, R., NIEUKERKEN E. VAN, ODÉ, B., WILLEMSE, L. & WINGERDEN, W. VAN. 1997. *De sprinkhanen en krekels van Nederland (Orthoptera)*. 415 pp. Leiden & Utrecht (Nationaal Natuurhistorisch Museum & Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging).
- KLUMP, G.M. & GERHARDT H.C. 1992. *Mechanisms and function of call-timing in male-male interactions in frogs*, pp. 153-174. En. Mc Gregor P.K., Edit. *Playback and studies of animal communication*. New York: Plenum Press.
- KRIEGBAUM, H. 1989. Female choice in the grasshopper *Chorthippus biguttulus*. *Naturwissenschaften*, **76**: 81-82.

- KRIEGBAUM, H. & VON HELVERSEN 1992. Influence of male songs on female mating behaviour in the grasshopper *Chorthippus biguttulus* (Orthoptera: Acrididae). *Ethology*, **91**: 248-254.
- LA GRECA, M. 1990. Il genere *Acrotylus* Fieb. (Insecta, Orthoptera, Acrididae in Namibia e riesame del gruppo di specie *insubricus-fischeri-patruelis-somaliensis*. *Animalia*, **17**: 153-188
- LARUMBE, J.A. 1992. *Los Ortópteros de Cantabria: bionomía, biología y ecología*. Tesis Doctoral. Universidad de Navarra .283 pp.
- LATIMER, W & SCHANTRAL, A., 1986. Information cues used in male competition by *Tettigonia cantans* (Orthoptera: Tettigoniidae). *Animal Behaviour*, **34**: 162-168.
- LUQUET, G.C. 1978. La systématique des acridiens *Gomphocerinaedu* Mont Ventoux (Vaucluse) abordée par le biais du comportement acoustique (Orthoptera, Acrididae). *Annales de la Société Entomologique de France (N .S.)* **14**: 415-450.
- LLOYD, J.E. 1973. Model for the mating protocolo of synchronously flashing fireflies. *Nature*, **245**: 268-270.
- LLUCIÀ POMARES, D. 2002. *Revisión de los ortópteros (Insecta: Orthoptera) de Cataluña (España)*. Sociedad Entomológica Aragonesa. Zaragoza. 151 pp.
- MACHENS, C.K., SCHÜTZE, H., FRANZ, A., KOLESNIKOVA, O., STEMMLER, M.B., RONACHER, B. & HERZ A.V.M. Single auditory neurons rapidly discriminate conspecific communication signals. *Nature neuroscience*, **6** (4): 341-342.
- MARKL, H. 1983: Vibrational communication. In: *Neuroethology and behavioural physiology*. Eds F. Huber & H.Markl. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 332-353.
- MASLIN, T.P. 1952. Morphological criteria of pyletic relationships. *Systematic Zoology*. **1**: 49-70.
- MEYER, J. & ELSNER, N. 1996. How well are frequency sensitivities of grasshopper ears tuned to species-specific song spectra? *Journal of Experimental Biology* **199**: 1631-1642.
- MICHELSEN, A. 1971. The physiology of the locust ear.I. Frequency sensitiviry of single cells in the isolated ear. *Zeitschriftfür Vergleichende Physiologie*, **71**: 49-62.
- MICHELSEN, A.; FINK, F.; GOGALA, M. & TRAU D. 1982. Plants as transmission channels for insect vibrational songs. *Behav. Ecol. Sociobiol.* **11**: 269-281.
- MICHELSEN, A & LARSEN, O.N.. 1983. *Strategies for Acoustic communication in complex environments*. En: *Neuroethology and Behavioural Physiology*, Huber, F. & Markl, H. (eds.). Springer-Verlag. Berlin. Heidelberg. 321-331.
- MISTSHENKO, L. 1936. Revision of Palearctic species of the genus *Sphingonotus* Fieber. *Eos*, **12** (1-4): 65-282.

- MORALES AGACINO, E. 1942. *Langostas y saltamontes. Claves para identificar las especies más comunes en España*. Publ. serv. Lucha contra la langosta, Madrid 10:1-66.
- MORRIS, D. 1956. The function and causation of courtship ceremonies. 261-87 in P. Grasse, ed. *L'Instinct dans le comportement des Animaux et de L'homme*. Masson. Paris
- OLMO I VIDAL J.M., 2002 *Atlas dels Ortòpters de Catalunya. Atlas de Biodiversitat, n. 1*. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient. 460pp
- OTTE, D. 1970. A Comparative Study of Communicative Behaviour in Grasshoppers. *Miscellaneous Publications. Museum of Zoology. University of Michigan, U.S.A.* 167 pp.
- OTTE, D., 1977. Communication in Orthoptera. En T.A. Sebeok (ed). *How Animals Communicate*. Bloomington: Indiana University Press. Cf Lewis, T. (ed) *Insect Communication*. Academic Press, Inc. London 1984.
- OTTE, D. 1984. *The North American Grasshopper. Acrididae. Oedipodinae*. Vol II. Harvard University Press. 366 pps.
- OTTE, D. 1992. Evolution of cricket songs. *Journal of Orthoptera Research* 1:25-49.
- OTTE d. & LOFTUS-HILLS J. 1979. Chorusing in *Syrbula* (Orthoptera: Acrididae). Cooperation, interference competition, on concealment?. *Entomological News* 90: 159-165.
- PANTEL, J. 1896. Notes orthoptérologiques. V. Les Orthoptères du "Sitio" dans la Sierra de Cuenca. *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, 25: 59-118.
- PARDO, J.E. & GÓMEZ, R. 1995. Orthopteroidea de los sistemas montañosos de Castilla la Mancha (España). III. *Caelifera*. *Anales de Biología*, 20 (Biología Animal, 9): 7-46.
- PASCUAL, F. 1978a. Estudio preliminar de los Ortópteros de Sierra nevada, III: Distribución ecológica. *Trabajos Monográficos del Departamento de Zoología de la Universidad de Granada (N.S.)*, 1 (2): 65-121.
- PASCUAL, F. 1978b. Estudio preliminar de los Ortópteros de Sierra nevada, IV: Distribución altitudinal. *Boletín de la Asociación española de Entomología*, 2: 49-63.
- PERDECK, A.C. 1957. The isolating value of specific song patterns in two sibling species of grasshoppers (*Chorthippus brunneus* Thunb. and *C. biguttulus* L.). *Behaviour*, 12: 1-75.
- POPOV, A.V, SHUVALOV, V. F, KNYAZEVA, A.N. KLAR-SPASOVSKAYA, N.A. 1974. Calling songs of crickets (Orthoptera. Gryllidae) of Southwestern Tadzhikistan. *Entomological Review (Washle)*, 53 (2): 11-24

- POPOV, A V.. & SHUVALOV, V. F. 1977. Phonotactic behavior of crickets. *Journal of Comparative Physiology*, **119**: 111-126.
- POULTON, E.B. 1896. On the courtship of certain European Acridiidae. *Transactions of the Entomological Society of Londo*, **1896**: 233-252.
- PRESA, J.J. & MONSERRAT, V. J. 1978. Contribución al conocimiento de los Acridoidea de Cádiz (Orth.). *Boletín de la Asociación española de Entomología*, **2**: 41-48.
- PRESA, J.J. & LLORENTE, V. 1979. Sobre el género *Acrotylus* Fieber (Orthoptera: Acrididae) en la Península Ibérica. *Acrida*, **8** (3): 133 - 150
- PROCHONOW, O. 1907. Die Lautapparate der Insekten. Ein Beitrag zur Zoophysik und Deszendenz-Theorie. *Internationale Entomologische Zeitschrift*, **1**:133-135, 141-143, 150-152, 157-159, 168-169, 173-174, 181-183, 190-191, 198-199, 207-208, 214-215, 221-223, 229-231, 237-239, 245-247, 253-255, 261-264, 269-271, 277-279, 285-287, 293-296, 302-304, 317-318, 333-334, 341, 349-350, 357-358, 368-370, 373-375, 377-379, 386-387.
- PUMPHREY, R.J. 1940. Hearing in insects. *Biological Review*, **15**: 107-32.
- RAGGE, D.R.. 1965. *Grasshoppers, crickets and cockroaches of the British Isles*. London & New York (Warne). xii + 299 pp.
- RAGGE D.R. & REYNOLDS, W.J., 1998 *The songs of the grasshoppers and crickets of Western Europe*. Harley Books. Colchester, Essex, England. 591 pp.
- RAMBUR, P. 1838. *Faune de l'Andalusie. t.II*. 95 pp
- REGEN, J. 1902. Neue Beobachtungen über die Stridulationsorgane der saltatoren Orthopteren. *Zoologischer Anzeiger*, **25**: 489-491.
- REGEN, J. 1903. Neue Beobachtungen über die Stridulationsorgane der saltatoren Orthopteren. *Arbeiten aus den Zoologischen Instituten der Universität Wien und der Zoologischen Station in Triest*, **14**: 359-422.
- RHEINLANDER, J. & KALMRING, 1973: Die afferente Hörbahn im Bereich des Zentralnervensystem von *Decticus verrucivorus* (Tettigoniidae). *Journal of Comparative Physiology*, **85**: 361-340.
- RIEDE, K. 1998. Acoustic monitoring of Orthoptera and its potential for conservation. *Journal of Insect Conservation*, **2**: 217-223.
- RÖMER, H. 1976. Die Informationsverarbeitung tympanaler Rezeptorelemente von *Locusta migratoria* (Acrididae, Orthoptera). *Journal of Comparative Physiology*, **109**: 101-122.
- SEABRA, A.F. 1942. Contribucoes para o inventário da fauna lusitânica. Insecta. Orthoptera (Saltatoria, Phasmida, Dermaptera, Blattaria e Mantodea). *Memórias e Estudos do Museu Zoológico da Universidade de Coimbra*, **127**: 1-26.

- SCHMIDT, G.H. 1996. Verbreitung, Phänologie und syntopes Auftreten der Acrotylus-Arten auf der iberischen Halbinsel (Orthopteroidea: Caelifera: Acrididae). *Articulata*, **11** (2): 15-31
- SCHMIDT, G. H. & BAUMGARTEN, M. 1977. Untersuchungen zur räumlichen Verteilung, Eiblage und Stridulation der Saltatorien am Sperbensee im Natur park Steigerwald. *Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg*, **15** (1974): 33-83.
- SCHMIDT, G.H. & LILGE, R. 1997. *Geographische Verbreitung der Oedipodinae (Orthopteroidea, Caelifera, Acrididae) in Europa und Ranggebieten mit Hinweisen zur Ökologie und Biologie*. Verlag Dr. Kovac, Hamburg;149 pp.
- SIMPSON, G.C. 1961. *Principles of Animal Taxonomy*. (Columbia Univ. Press), New York and London. 247 pp.
- STÄGER, R. 1930. Beiträge zur Biologie einiger einheimischer Heuschreckenarten. *Zeitschrift für Wissenschaftliche Insektenbiologie*, **25**: 53-70.
- STIEDL, O. 1991. *Akusto-vibratorische Verhaltensuntersuchungen an Ehippigerinen im Labor und im Biotop*. Ph.D. Dissertation, Philipps University, Marburg, Germany.
- STEPHEN, R.O. & BENNET-CLARK, C. 1982. The Anatomical and Mechanical Basis of Stimulation and Frequency Analysis in the Locust Ear. *Journal of Experimental Biology*, **99**, 279-314.
- STUMPNER, A & VON HELVERSEN, D. 1992. recognition of a two –element song in ghe grasshopper *Chorthippus dorsatus* (Orthoptera: Gomphocerinae). *Journal of Comparative Physiology A*, **171**: 405-412.
- STUMPNER, A. & VON HELVERSEN, O. 1994. Song production and song recognition in a group of sibling grasshopper species (*Chorthippus dorsatus*, *Ch. dichrous* and *Ch.loratus*: Orthoptera, Acrididae). *Bioacoustic*, **6**:1-23.
- THOMPSON, Q. W. 1910. *Historia animalium*. The works of Aristotle translated into English under the editorship of J.A. Smith M.A. [and] W.d. Ross M.A. Oxford (Clarendon Press). **4**, XV + [484] pp.
- TASCHENBERG, E.L.1871. Orthopterologische Studien aus den hinterlassenen Papieren des Oberlehrers Carl Wanckel zu Dresden. *Zeitschrift für die Gesammten Naturwissenschaften Halle*, **38**: 1-28.
- TUTTLE M.D. & RYAN M.J. 1982. The role of synchronized calling, ambient light, and ambient noise, in anti-bat-predator behavior of a treefrog. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, **11**: 125-131.
- UVAROV, B. 1966. *Grasshoppers and Locusts, a handbook of general acridology*. Vol 1. (Centre for overseas pest research) Cambridge. 481 pp.

- UVAROV, B. 1977. *Grasshoppers and Locusts*. Vol 2. Centre for overseas pest research. London. 613 pp.
- VOISIN, J.F. (coord.). 2003. Atlas des Orthoptères (Insecta: Orthoptera) et des Mantides (Insecta: Mantodea) de France. *Patrimoines Naturels*, **60**: 104p.
- WALKER, T.J. 1957. Specificity in the response of female tree crickets (Orthoptera, Gryllidae, Oecanthinae) to calling songs of the males. *Annals of Entomological Society of America*, **50**: 626-636
- WALKER T.J. 1969 Acoustic synchrony: two mechanisms in the snowy tree cricket. *Science*, **166**: 891-894.
- WALLIN, L. 1979. *Svenska gräshopps och vårbitares sånglåten*. Uppsala (Uppsala Universitet). 9 pp.
- WELLS, K.D. 1977. The social behaviour of anuran amphibians. *Animal Behaviour* **25**: 666-693.
- WEBER, H.E. 1984. Bestimmungsschlüssel für Heuschrecken und Grillen in Westfalen nach akustischen Merkmalen. *Natur und Heimat*, **44**: 1-19.
- WILLEMSE, C. 1943. Het sjirpen van *Mecostethus grossum* L. de groote wedesprinkhaan. *Natuurhistorisch Maandblad*, **32**: 7-8.
- YERSIN, 1854. Mémoire sur quelques faits relatifs à la stridulation des Orthoptères et à leur distribution géographique en Europe. *Bulletins de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*, **4**: 108-128.

APÉNDICE I. *Acrotylus insubricus*.

I. Sonido producido por percusión: Canto de interacción.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	0,521	0,767	0,602
Macho 2	3	0,356	0,846	0,475
Macho 3	3	0,567	0,765	0,637
Macho 5	3	0,577	0,730	0,730
Macho 6	3	0,349	0,595	0,492

Tabla 1. Duración de los esquemas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	8	11	10
Macho 2	3	7	15	9
Macho 3	3	10	12	11
Macho 5	3	9	12	12
Macho 6	3	7	11	9

Tabla 2. Número de sílabas por esquema.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	14,342	16,611	15,355
Macho 2	3	17,730	19,663	18,947
Macho 3	3	15,686	17,637	17,268
Macho 5	3	15,598	16,438	16,438
Macho 6	3	18,293	20,057	18,487

Tabla 3. Tasa de producción de sílabas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	26	0,061	0,100	0,073
Macho 2	28	0,049	0,073	0,059
Macho 3	30	0,054	0,099	0,063
Macho 5	30	0,059	0,082	0,069
Macho 6	24	0,050	0,069	0,060

Tabla 4. Silencio entre sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	4400	5006	4582
Macho 2	3	4587	4611	4610
Macho 3	3	4476	5710	4476
Macho 5	3	4590	5340	5150
Macho 6	3	3990	4998	3990

Tabla 5. Frecuencia inferior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	8062	9480	8548
Macho 2	3	7620	7787	7634
Macho 3	3	9632	10359	9650
Macho 5	3	8340	9000	8710
Macho 6	3	7690	8080	7957

Tabla 6. Frecuencia superior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	3055	5070	3966
Macho 2	3	3010	3199	3023
Macho 3	3	3930	5882	5156
Macho 4	3	3180	4120	3650
Macho 5	3	2958	4080	3700

Tabla 7. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	5830	6380	6375
Macho 2	3	5100	5718	5150
Macho 3	3	5777	6560	6134
Macho 4	3	5900	6320	6000

Tabla 8. Pico de frecuencia 1.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	5700	5748	5701
Macho 2	3	5191	5261	5230
Macho 3	3	5677	6600	5888
Macho 4	3	5670	6090	5760
Macho 5	3	5430	5513	5480

Tabla 9. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	6369	6380	6380
Macho 2	3	5976	6530	6070
Macho 3	3	7435	7646	7590
Macho 4	3	7120	7210	7170
Macho 5	3	6070	6390	6260

Tabla 10. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	7971	8540	8021
Macho 2	3	7587	9190	7746
Macho 3	3	9840	10306	10154
Macho 4	3	9230	10920	10640
Macho 5	3	7417	8890	7880

Tabla 11. Cuartil superior

II. Sonido producido por estridulación: Canto de cortejo

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	4	0,064	0,221	0,065
Macho 4	1	0,448	0,448	0,448
Macho 5	3	0,275	0,548	0,532

Tabla 1. Duración del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	4	1	2	1
Macho 4	1	3	3	3
Macho 5	3	2	3	3

Tabla 2. Número de sílabas por canto.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	6	0,041	0,071	0,065
Macho 4	2	0,054	0,060	0,057
Macho 5	8	0,044	0,063	0,053

Tabla 3. Duración de las sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	1	0,086	0,086	0,086
Macho 4	2	0,146	0,148	0,147
Macho 5	5	0,151	0,218	0,181

Tabla 4. Silencio entre sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	5	2030	2950	2760
Macho 4	3	3280	3350	3320
Macho 5	8	2360	3670	3265

Tabla 5. Frecuencia inferior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	5	6910	10960	7660
Macho 4	3	8340	8600	8550
Macho 5	8	8480	9580	9125

Tabla 6. Frecuencia superior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	5	3960	8620	5620
Macho 4	3	5010	5320	5200
Macho 5	8	5080	6460	5945

Tabla 7. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	5	2950	3490	3040
Macho 4	3	3560	4380	4380
Macho 5	8	3750	4780	4425

Tabla 8. Pico de frecuencia 1.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	5	6020	6700	6490
Macho 4	3	6210	6840	6720
Macho 5	6	6090	8340	7565

Tabla 9. Pico de Frecuencia 2.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	5	4500	5390	5290
Macho 4	3	5170	5250	5170
Macho 5	8	4380	6000	4645

Tabla 10. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	5	6280	6720	6600
Macho 4	3	6790	6820	6790
Macho 5	8	6750	7140	6970

Tabla 11. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	5	6910	10960	7660
Macho 4	3	8340	8600	8550
Macho 5	8	8480	9580	9125

Tabla 12. Cuartil superior.

APÉNDICE II. *Acrotylus patruelis*

I. Sonido producido por estridulación: Canto de cortejo

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	0,415	1,300	0,879
Macho 2	3	0,572	1,510	0,845
Macho 3	6	0,042	1,140	0,837
Macho 4	5	0,086	1,530	0,743

Tabla 1. Duración del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	0	3	0,5
Macho 2	3	0	5	2
Macho 3	6	0	2	0,5
Macho 4	5	0	3	1

Tabla 2. Número de sílabas simples.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	0	9	4,5
Macho 2	3	2	4	4
Macho 3	6	0	6	3
Macho 4	5	1	7	3

Tabla 3. Número de sílabas dobles.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	5	0,034	0,053	0,045
Macho 2	6	0,026	0,050	0,030
Macho 3	5	0,035	0,052	0,042
Macho 4	5	0,035	0,042	0,037

Tabla 4. Duración de las sílabas simples.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	27	0,062	0,096	0,073
Macho 2	10	0,070	0,088	0,074
Macho 3	18	0,060	0,092	0,077
Macho 4	11	0,065	0,077	0,072

Tabla 5. Duración de las sílabas dobles

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	2	0,206	0,210	0,208
Macho 2	4	0,128	0,231	0,156
Macho 3	2	0,236	0,458	0,347
Macho 4	2	0,210	0,316	0,263

Tabla 6. Silencio entre sílabas simples.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	22	0,060	0,383	0,099
Macho 2	7	0,078	0,222	0,115
Macho 3	12	0,047	0,683	0,110
Macho 4	8	0,053	0,149	0,094

Tabla 7. Silencio entre sílabas dobles

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	2	0,087	0,115	0,101
Macho 2	2	0,123	0,133	0,128
Macho 3	2	0,124	0,144	0,134
Macho 4	3	0,086	0,212	0,174

Tabla 8. Silencio entre simples y dobles.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	32	2360	4310	3700
Macho 2	17	2430	4470	3420
Macho 3	22	2760	4450	3385
Macho 4	25	2220	4350	3700

Tabla 9. Frecuencia inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	32	5810	10170	8235
Macho 2	17	6490	9700	8060
Macho 3	22	6960	9280	7880
Macho 4	25	7680	11230	9000

Tabla 10. Frecuencia superior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	32	1870	6980	5225
Macho 2	17	2600	6900	4710
Macho 3	22	3280	6370	4470
Macho 4	25	3320	8950	5390

Tabla 11. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	32	3180	4920	3990
Macho 2	17	2513	4540	3980
Macho 3	22	2900	5010	3750
Macho 4	25	3320	4730	4030

Tabla 12. Pico de frecuencia 1.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	32	6370	8760	7660
Macho 2	17	5800	8760	7025
Macho 3	22	6320	7820	7000
Macho 4	25	6230	8950	8060

Tabla 13. Pico de Frecuencia 2.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	32	3600	4990	4200
Macho 2	17	3420	5530	4350
Macho 3	22	3770	5740	4500
Macho 4	25	3650	5020	4310

Tabla 14. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	32	4850	7000	6065
Macho 2	17	5690	7030	6230
Macho 3	22	4850	7030	6350
Macho 4	25	4870	7450	6230

Tabla 15. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	32	7190	8740	7845
Macho 2	17	7120	8390	7850
Macho 3	22	6040	8100	7680
Macho 4	25	6980	8810	8250

Tabla 16. Cuartil superior.

APÉNDICE III. *Aiolopus strepens*

I. Sonido producido por percusión: Canto de interacción

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	11	0,0329	0,349	0,242
Macho 3	61	0,0181	1,26	0,192
Macho 4	24	0,0336	0,514	0,164

Tabla 1. Duración de los esquemas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	11	3	22	14
Macho 3	61	2	75	12
Macho 4	24	3	34	10,5

Tabla 2. Número de sílabas por esquema.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	11	46,95	91,19	64,72
Macho 3	61	30,88	110,5	63,68
Macho 4	24	51,55	89,29	66,01

Tabla 3. Tasa de producción de sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	146	0,007	0,050	0,017
Macho 3	824	0,011	0,038	0,017
Macho 4	234	0,012	0,044	0,016

Tabla 4. Intervalo entre sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	11	4705	5530	5100
Macho 3	61	4400	5760	5200
Macho 4	24	4590	5710	5200

Tabla 5. Frecuencia inferior del canto.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	11	8103	9180	9010
Macho 3	61	7870	9560	8680
Macho 4	24	7920	9160	8760

Tabla 6. Frecuencia superior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	11	3000	4070	3890
Macho 3	61	2170	4990	3380
Macho 4	24	2320	4380	3545

Tabla 7. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	11	5888	6820	6392
Macho 3	61	5710	7960	6460
Macho 4	24	5760	6520	6370

Tabla 8. Pico de frecuencia.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	11	5600	6370	6035
Macho 3	61	5820	6570	6150
Macho 4	24	5900	6370	6000

Tabla 9. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	11	7120	9837	7751
Macho 3	61	6560	8480	7510
Macho 4	24	6790	8150	7210

Tabla 10. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	11	9980	15632	12790
Macho 3	61	7960	14430	10505
Macho 4	24	8810	13170	10075

Tabla 11. Cuartil superior.

II. Sonido producido por estridulación: Canto de cortejo

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	6	0,041	1,12	0,558
Macho 3	3	0,186	0,777	0,199
Macho 4	3	0,115	0,773	0,366

Tabla 1. Duración del canto.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	15	0,017	0,069	0,059

Tabla 2. Duración de las sílabas simples.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	3	0,097	0,115	0,107
Macho 3	2	0,098	0,104	0,101
Macho 4	2	0,108	0,118	0,113

Tabla 3. Duración esquemas de 2 sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	3	0,179	0,199	0,186

Tabla 4. Duración esquemas de 3 sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	15	2290	3820	3040
Macho 3	5	3570	4570	3820
Macho 4	5	3670	4590	4070

Tabla 5. Frecuencia inferior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	15	6560	8550	7280
Macho 3	5	7070	8600	8320
Macho 4	5	7920	9040	8320

Tabla 6. Frecuencia superior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	15	3420	5130	4210
Macho 3	5	3580	4820	4570
Macho 4	5	3910	4920	4400

Tabla 7. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	15	2824	3980	3390
Macho 3	5	3608	4784	4392
Macho 4	5	3820	5200	4280

Tabla 8. Pico de frecuencia 1.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	15	5100	7260	6210
Macho 3	5	6560	7960	7610
Macho 4	5	6431	7765	6667

Tabla 9. Pico de frecuencia 2.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	15	3560	5340	4170
Macho 3	5	4920	5640	5170
Macho 4	5	4310	5200	4590

Tabla 10. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	15	6000	6980	6370
Macho 3	5	5760	7470	6730
Macho 4	5	5950	7260	6750

Tabla 11. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	15	7170	11150	7730
Macho 3	5	6860	8010	7940
Macho 4	5	8030	8850	8810

Tabla 12. Cuartil superior.

APÉNDICE IV: Aiolopus thalassinus.**I. Sonido producido por percusión: Canto de interacción**

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	5	0,106	1,02	0,23
Macho 2	1	0,09	0,09	0,09
Macho 3	1	0,196	0,196	0,196
Macho 4	7	0,035	0,908	0,08

Tabla 1. Duración de los esquemas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	5	7	48	17
Macho 2	1	5	5	5
Macho 3	1	14	14	14
Macho 4	7	4	64	7

Tabla 2. Número de sílabas por esquema.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	5	47,06	73,91	55,56
Macho 2	1	55,56	55,56	55,56
Macho 3	1	71,43	71,43	71,43
Macho 4	7	65,16	113,31	75

Tabla 3. Tasa de producción de sílabas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	113	0,008	0,049	0,020
Macho 2	4	0,016	0,035	0,020
Macho 3	13	0,010	0,025	0,013
Macho 4	126	0,006	0,045	0,013

Tabla 4. Intervalo entre sílabas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	16	560	2600	725
Macho 2	4	650	1400	745
Macho 3	4	700	1500	1100
Macho 4	12	700	3100	3000

Tabla 5. Frecuencia inferior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	16	8150	9840	9325
Macho 2	4	5340	7210	6415
Macho 3	4	8800	9000	8900
Macho 4	12	6700	8600	8400

Tabla 6. Frecuencia superior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	16	5800	9180	8575
Macho 2	4	4680	6560	5290
Macho 3	4	7500	8200	7600
Macho 4	12	3500	7300	5400

Tabla 7. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	16	3000	3700	3090
Macho 2	4	3180	3180	3180
Macho 3	4	6100	7500	6700
Macho 4	12	3900	5200	3900

Tabla 8. Pico de frecuencia.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	16	3180	3750	3280
Macho 2	4	2620	3000	2760
Macho 3	4	3500	6000	4900
Macho 4	12	3300	4600	4100

Tabla 9. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	16	4590	6000	5385
Macho 2	4	3650	4210	4075
Macho 3	4	6300	7500	7100
Macho 4	12	4600	6000	5400

Tabla 10. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	16	7030	7800	7500
Macho 2	4	5340	6370	6280
Macho 3	4	7800	8200	8000
Macho 4	12	6300	7500	6600

Tabla 11. Cuartil superior.

APÉNDICE V: *Calephorus compressicornis***I. Sonido producido por crepitación**

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	6	0,018	0,039	0,020
Macho 3	12	0,015	0,021	0,019

Tabla 1. Duración de la crepitación

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	6	0,018	0,039	0,020
Macho 3	12	0,015	0,021	0,019

Tabla 2. Intervalo entre sílabas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	1	5530	5530	5530
Macho 3	2	5640	7540	6590

Tabla 3. Frecuencia inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	1	22920	22920	22920
Macho 3	2	20710	23320	22015

Tabla 4. Frecuencia superior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	1	17390	17390	17390
Macho 3	2	13170	17670	15420

Tabla 5. Amplitud de banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	1	7610	7610	7610
Macho 3	2	7000	8460	7730

Tabla 6. Pico de frecuencia 1.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	1	17360	17360	17360
Macho 3	2	16590	17060	16825

Tabla 7. Pico de frecuencia 2.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	1	8430	8430	8430
Macho 3	2	8500	10890	9695

Tabla 8. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	1	15510	15510	15510
Macho 3	2	15210	16260	15735

Tabla 9. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	1	18370	18370	18370
Macho 3	2	18090	20530	19310

Tabla 10. Cuartil superior.

II. Sonido producido por estridulación: Canto de interacción

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	12	3	0,087	0,778
Macho 3	8	1	0,144	0,144
Macho 4	4	1	0,125	0,125

Tabla 1. Duración de la secuencia de esquemas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	12	1	12	2
Macho 3	8	3	10	5,5
Macho 4	4	1	4	2

Tabla 2. Número de esquemas por secuencia.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	42	0,015	0,037	0,022
Macho 3	50	0,014	0,036	0,021
Macho 4	9	0,019	0,032	0,026

Tabla 3. Duración de los esquemas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	30	0,016	0,061	0,028
Macho 3	42	0,024	0,061	0,037
Macho 4	5	0,067	0,116	0,078

Tabla 4. Silencio entre esquemas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	12	2290	6040	4960
Macho 3	8	2900	6230	3765
Macho 4	3	5390	5810	5530

Tabla 5. Frecuencia inferior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	12	19030	23530	22235
Macho 3	8	16870	23320	20060
Macho 4	3	16730	20810	20760

Tabla 6. Frecuencia superior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	12	13780	21230	17500
Macho 3	8	11390	19710	15300
Macho 4	3	11200	15370	15000

Tabla 7. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	12	5340	8850	7330
Macho 3	8	6350	8430	7355
Macho 4	3	7070	7540	7170

Tabla 8. Pico de frecuencia.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	12	6140	7960	6930
Macho 3	8	6510	7680	6980
Macho 4	3	6840	7170	7120

Tabla 9. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	12	7920	11760	9560
Macho 3	8	8100	10820	9085
Macho 4	3	10400	11340	11150

Tabla 10. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	12	13780	17950	15980
Macho 3	8	13350	17150	16305
Macho 4	3	17480	18000	17710

Tabla 11. Cuartil superior.

III. Sonido producido por estridulación: Canto de cortejo

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	0,087	0,778	0,299
Macho 5	1	0,144	0,144	0,144
Macho 6	1	0,125	0,125	0,125

Tabla 1. Duración de los canto.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	1	3	3
Macho 5	1	1	1	1
Macho 6	1	1	1	1

Tabla 2. Número de esquemas por canto.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	0,038	0,163	0,092
Macho 5	1	0,144	0,144	0,144
Macho 6	1	0,125	0,125	0,125

Tabla 3. Duración de los esquemas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	1	0,018	0,393	0,13

Tabla 4. Silencio entre esquemas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	4119	5410	5290
Macho 5	1	5414	5414	5414
Macho 6	1	4248	4248	4248

Tabla 5. Frecuencia inferior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	7550	8770	8100
Macho 5	1	10458	10458	10458
Macho 6	1	9316	9316	9316

Tabla 6. Frecuencia superior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	2140	4400	2850
Macho 5	1	5044	5044	5044
Macho 6	1	5068	5068	5068

Tabla 7. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	6100	7400	6830
Macho 5	1	6861	6861	6861
Macho 6	1	7230	7230	7230

Tabla 8. Pico de frecuencia.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	5670	6190	5876
Macho 5	1	6082	6082	6082
Macho 6	1	5718	5718	5718

Tabla 9. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	6670	7280	6770
Macho 5	1	7511	7511	7511
Macho 6	1	6779	6779	6779

Tabla 10. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	7590	9830	7890
Macho 5	1	9984	9984	9984
Macho 6	1	7546	7546	7546

Tabla 11. Cuartil superior.

APÉNDICE VI: *Jacobsiella imitans*

I. Sonido producido por estridulación: Canto de interacción

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	10	0,289	1,400	0,555
Macho 2	9	0,470	1,260	0,628
Macho 3	8	0,278	0,449	0,400

Tabla 1. Duración de los esquemas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	10	25	124	51,5
Macho 2	9	46	125	57
Macho 3	8	23	39	34,5

Tabla 2. Número de sílabas por esquema.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	10	85,39	112,98	91,01
Macho 2	9	87,58	99,21	95,06
Macho 3	8	81,56	88,84	85,05

Tabla 3. Tasa de producción de sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	607	0,004	0,024	0,011
Macho 2	563	0,004	0,030	0,011
Macho 3	246	0,004	0,031	0,012

Tabla 4. Intervalo entre sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	10	4940	6960	6125
Macho 2	9	5190	6240	5780
Macho 3	8	4570	6490	5815

Tabla 5. Frecuencia inferior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	10	17900	22850	20735
Macho 2	9	19510	23437	21940
Macho 3	8	17640	23250	22425

Tabla 6. Frecuencia superior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	10	11810	16730	14830
Macho 2	9	13850	17408	16160
Macho 3	8	11150	18600	16565

Tabla 7. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	10	6350	8740	7330
Macho 2	7	6970	8106	7015
Macho 3	8	7310	9180	7810

Tabla 8. Pico de frecuencia 1.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	10350	14690	13235
Macho 2	8	11150	13120	11644
Macho 3	4	11760	15580	13095

Tabla 9. Pico de frecuencia 2.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	8	15930	16800	16580
Macho 2	9	14578	16990	16210
Macho 3	5	14530	15580	15510

Tabla 10. Pico de frecuencia 3.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	1	18750	18750	18750
Macho 2	3	18592	19639	19033
Macho 3	1	17950	17950	17950

Tabla 11. Pico de frecuencia 4.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	10	7240	8460	7705
Macho 2	9	7050	10171	8710
Macho 3	8	7330	8490	7705

Tabla 12. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	10	10730	14220	12685
Macho 2	9	10750	15404	13610
Macho 3	8	9600	13080	10085

Tabla 13. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	10	16260	17810	17115
Macho 2	9	14770	16830	16650
Macho 3	8	15750	17440	16060

Tabla 14. Cuartil superior.

II. Sonido producido por estridulación: Canto de cortejo

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	14	1,15	4,36	2,525
Macho 2	12	1,38	4,83	2,53
Macho 3	2	1,95	6,15	4,05

Tabla 1. Duración del canto.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	14	0,289	0,662	0,451
Macho 2	12	0,184	0,642	0,315
Macho 3	2	0,3	0,444	0,372

Tabla 2. Duración de los esquemas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	14	4	19	13
Macho 2	12	5	25	9,5
Macho 3	2	5	20	12,5

Tabla 3. Número de clics por esquema.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	14	0,020	0,16	0,084
Macho 2	12	0,072	0,421	0,095
Macho 3	2	0,062	0,181	0,122

Tabla 4. Intervalo: esquema - clic 1.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	176	0,0311	0,624	0,139
Macho 2	131	0,13	0,819	0,159
Macho 3	23	0,126	1,19	0,182

Tabla 5. Intervalo entre clics

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	13	4890	6980	5550
Macho 2	12	4120	5100	4845
Macho 3	3	4570	5760	5670

Tabla 6. Pico de frecuencia, inicio esquema.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	13	7000	8780	7590
Macho 2	12	5570	8900	6205
Macho 3	3	5810	5850	5830

Tabla 7. Pico de frecuencia, final esquema.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	13	700	3280	2150
Macho 2	12	650	4780	1430
Macho 3	3	50	1260	180

Tabla 8. Diferencia entre picos.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	26	4120	6530	4905
Macho 2	24	4070	7120	4870
Macho 3	6	4000	5530	4435

Tabla 9. Frecuencia inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	26	6090	9300	7850
Macho 2	24	5600	11900	7635
Macho 3	6	6750	9230	8315

Tabla 10. Frecuencia superior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	26	1170	4540	2130
Macho 2	24	1070	6560	2575
Macho 3	6	1210	5170	3895

Tabla 11. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	26	4640	6890	5890
Macho 2	24	4450	7030	5130
Macho 3	6	4610	5710	5315

Tabla 12. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	26	5320	7920	6805
Macho 2	24	5700	7590	6370
Macho 3	6	6000	6600	6100

Tabla 13. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	26	6420	9000	7695
Macho 2	24	6510	10730	9045
Macho 3	6	6650	8710	7765

Tabla 14. Cuartil superior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	11	6370	9180	8430
Macho 2	11	7210	8900	8810
Macho 3	18	6930	9560	8430

Tabla 15. Pico de frecuencia 1. Clic.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	13960	15600	14620
Macho 2	8	11060	13780	11925
Macho 3	2	13210	13260	13235

Tabla 16. Pico de frecuencia 2. Clic.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	5	16500	18090	17900
Macho 3	1	16590	16590	16590

Tabla 17. Pico de frecuencia 3. Clic.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	20	5900	17060	11900
Macho 2	20	10030	17810	16545
Macho 3	20	2760	17620	12630

Tabla 18. Amplitud de Banda. Clic.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	20	5620	13500	6370
Macho 2	20	5340	7500	6090
Macho 3	20	5100	6750	5810

Tabla 19. Frecuencia inferior. Clic.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	20	12090	23430	19235
Macho 2	20	17530	23620	22545
Macho 3	20	8430	23200	18745

Tabla 20. Frecuencia superior. Clic.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	20	7210	13310	8905
Macho 2	20	7310	9930	8365
Macho 3	20	6600	8710	7730

Tabla 21. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	20	9790	17150	13260
Macho 2	20	8530	13310	11460
Macho 3	20	7210	12930	9840

Tabla 22. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	20	13500	19120	16875
Macho 2	20	10780	16920	15720
Macho 3	20	8480	17200	14575

Tabla 23. Cuartil superior.

APÉNDICE VII. *Leptopternis candidus lusitanicus***I. Sonido producido por estridulación: Canto mixto**

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	8	0,180	0,315	0,263
Macho 2	10	0,208	0,384	0,268
Macho 3	11	0,124	0,353	0,217
Macho 4	3	0,128	0,306	0,157
Macho 5	7	0,078	0,259	0,245

Tabla 1. Duración de los esquemas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	8	7	12	12
Macho 2	10	10	17	12,5
Macho 3	11	8	18	13
Macho 4	3	9	14	9
Macho 5	7	5	15	13

Tabla 2. Número de sílabas por esquema.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	8	28,571	57,971	44,364
Macho 2	10	44,118	59,091	46,737
Macho 3	11	36,827	76,471	66,667
Macho 4	3	45,752	70,313	57,325
Macho 5	7	48,980	64,516	57,692

Tabla 3. Tasa de producción de sílabas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	79	0,007	0,074	0,022
Macho 2	119	0,008	0,049	0,021
Macho 3	131	0,008	0,044	0,015
Macho 4	29	0,004	0,039	0,017
Macho 5	78	0,010	0,041	0,018

Tabla 4. Intervalo entre sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	8	3500	5810	4400
Macho 2	10	4300	5430	5030
Macho 3	11	3370	6000	5200
Macho 4	3	4590	5430	4960
Macho 5	7	4310	6180	5000

Tabla 5. Frecuencia inferior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	8	16800	21280	18140
Macho 2	10	16800	19870	17700
Macho 3	11	17150	22210	19590
Macho 4	3	17150	19210	19030
Macho 5	7	19030	21100	19800

Tabla 6. Frecuencia superior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	8	11600	15460	14435
Macho 2	10	12300	14430	12830
Macho 3	11	11900	17060	14340
Macho 4	3	12560	14060	13780
Macho 5	7	14000	16310	14150

Tabla 7. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	8	6100	8400	7495
Macho 2	10	6460	7800	7400
Macho 3	11	6700	8340	7800
Macho 4	3	6180	7310	6280
Macho 5	7	6560	8150	7300

Tabla 8. Pico de frecuencia.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	8	6100	7590	7210
Macho 2	10	6650	7400	6900
Macho 3	11	5810	7800	7310
Macho 4	3	6460	7310	6750

Tabla 9. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	8	6700	9180	8300
Macho 2	10	7400	8810	7740
Macho 3	11	7870	10300	8900
Macho 4	3	8620	9560	9180

Tabla 10. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	8	8800	14710	10690
Macho 2	10	8400	14810	9095
Macho 3	11	10500	15180	13780
Macho 4	3	12280	16030	13310

Tabla 11. Cuartil superior.

II. Sonido producido por estridulación: Canto de cortejo

	N	Mínimo	Maximo	Media	s
Macho 3	8	0,020	0,030	0,025	0,004

Tabla 1. Duración de las sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	0,094	0,448	0,378
Macho 3	2	0,234	0,428	0,331
Macho 4	16	0,072	0,520	0,186
Macho 5	2	0,097	0,202	0,149

Tabla 2. Duración de los esquemas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	2953	3500	3423
Macho 3	10	1960	8340	3770
Macho 4	16	2530	3908	3310
Macho 5	2	2430	2800	2615

Tabla 3. Frecuencia inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	6509	9389	9112
Macho 3	10	4120	13500	8785
Macho 4	16	5900	11030	8470
Macho 5	2	6300	7380	6840

Tabla 4. Frecuencia superior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	3556	6038	5609
Macho 3	10	3420	10210	5810
Macho 4	16	2261	7780	5215
Macho 5	2	3500	4940	4220

Tabla 5. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	3433	4391	4303
Macho 3	10	3433	4960	4375
Macho 4	16	3180	5226	4375

Macho 5	2	2550	3000	2775
---------	---	------	------	------

Tabla 6. Pico de frecuencia 1.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	5771	6832	6830
Macho 3	5	5868	7120	6190
Macho 4	10	6275	7623	6795
Macho 5	2	6052	6445	6249

Tabla 7. Pico de frecuencia 2.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	8	7350	9840	8995
Macho 4	10	7230	9320	8345
Macho 5	1	7382	7382	7382

Tabla 8. Pico de frecuencia 3.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	3600	4530	4466
Macho 3	10	3823	4960	4330
Macho 4	16	3750	4760	4365
Macho 5	2	3100	3910	3505

Tabla 9. Cuartil inferior

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	5129	7280	6663
Macho 3	10	4350	7330	5480
Macho 4	16	4870	8080	5724
Macho 5	2	6000	6960	6480

Tabla 10. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	7631	13660	13492
Macho 3	10	4590	14800	8385
Macho 4	16	8753	16260	12010
Macho 5	2	9000	13190	11095

Tabla 11. Cuartil superior.

APÉNDICE VIII. *Mioscirtus wagneri maghrebi***I. Crepitación en el suelo de los machos**

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	30	0,082	0,207	0,160
Macho 2	4	0,058	1,552	0,932
Macho 3	1	0,032	0,032	0,032

Tabla 1. Duración de los esquemas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	5	12	9
Macho 2	4	4	72	43,5
Macho 3	1	3	3	3

Tabla 2. Número de sílabas por esquema.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	56,250	60,976	57,971
Macho 2	4	45,145	68,966	47,834
Macho 3	1	93,750	93,750	93,750

Tabla 3. Tasa de producción de sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	23	0,016	0,024	0,019
Macho 2	159	0,013	0,027	0,022
Macho 3	2	0,016	0,016	0,016

Tabla 4. Intervalo entre sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	1810	4470	3100
Macho 2	4	1830	4340	2040
Macho 3	1	3040	3040	3040

Tabla 5. Frecuencia inferior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	8090	10400	9840
Macho 2	4	6940	10200	9295
Macho 3	1	7890	7890	7890

Tabla 6. Frecuencia superior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	4990	8580	5360
Macho 2	4	4940	8370	6075
Macho 3	1	4850	4850	4850

Tabla 7. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	2980	4880	3100
Macho 2	4	2080	3870	3365
Macho 3	1	3860	3860	3860

Tabla 8. Pico de frecuencia 1.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	7400	8710	8410
Macho 2	4	5780	7770	6810
Macho 3	1	7310	7310	7310

Tabla 9. Pico de Frecuencia 2.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	4480	5920	4990
Macho 2	4	4520	5720	5075
Macho 3	1	3750	3750	3750

Tabla 10. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	7920	8090	8060
Macho 2	4	6900	7980	7630
Macho 3	1	5830	5830	5830

Tabla 11. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	11540	12720	12570
Macho 2	4	10610	12890	12560
Macho 3	1	8760	8760	8760

Tabla 12. Cuartil superior.

II. Crepitación en el suelo de las hembras

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	1	0,103	0,103	0,103
Hembra 2	2	0,397	0,413	0,405

Tabla 1. Duración de los equemas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	1	10	10	10
Hembra 2	2	18	21	20

Tabla 2. Número de sílabas por equema.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	1	97,087	97,087	97,087
Hembra 2	2	45,340	50,847	48,094

Tabla 3. Tasa de producción de sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	9	0,006	0,019	0,011
Hembra 2	37	0,010	0,032	0,023

Tabla 4. Intervalo entre sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	1	3440	3440	3440
Hembra 2	2	3040	3770	3405

Tabla 5. Frecuencia inferior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	1	13160	13160	13160
Hembra 2	2	11940	12930	12435

Tabla 11. Cuartil superior

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	1	9090	9090	9090
Hembra 2	2	8550	8900	8725

Tabla 6. Frecuencia superior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	1	5650	5650	5650
Hembra 2	2	4780	5850	5315

Tabla 7. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	1	8710	8710	8710
Hembra 2	2	6100	7660	6880

Tabla 8. Pico de Frecuencia.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	1	6630	6630	6630
Hembra 2	2	5780	5880	5830

Tabla 9. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	1	8630	8630	8630
Hembra 2	2	7640	7780	7710

Tabla 10. Cuartil medio.

Sonido producido por estridulación: Canto de cortejo

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	0,057	0,128	0,115
Macho 2	1	0,068	0,068	0,068
Macho 3	1	0,090	0,090	0,090
Macho 4	1	0,069	0,069	0,069
Macho 5	1	0,088	0,088	0,088

Tabla 1. Duración de las sílabas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	2790	3120	3065
Macho 2	1	2670	2670	2670
Macho 3	1	3000	3000	3000
Macho 4	1	3180	3180	3180
Macho 5	1	3630	3630	3630

Tabla 2. Frecuencia inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	7100	8520	7975
Macho 2	1	7400	7400	7400
Macho 3	1	7960	7960	7960
Macho 4	1	8200	8200	8200
Macho 5	1	8620	8620	8620

Tabla 3. Frecuencia superior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	3980	5680	4925
Macho 2	1	4730	4730	4730
Macho 3	1	4960	4960	4960
Macho 4	1	5010	5010	5010
Macho 5	1	4990	4990	4990

Tabla 4. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	3440	3660	3470
Macho 2	1	4560	4560	4560
Macho 3	1	3890	3890	3890
Macho 4	1	3930	3930	3930
Macho 5	1	3650	3650	3650

Tabla 5. Pico 1 de frecuencia.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	6607	7100	6715
Macho 2	1	7230	7230	7230
Macho 3	1	7540	7540	7540
Macho 4	1	8060	8060	8060
Macho 5	1	7420	7420	7420

Tabla 6. Pico 2 de frecuencia.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	3720	4430	3750
Macho 2	1	4040	4040	4040
Macho 3	1	4120	4120	4120
Macho 4	1	3890	3890	3890
Macho 5	1	5760	5760	5760

Tabla 7. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	6090	6710	6390
Macho 2	1	5340	5340	5340
Macho 3	1	7400	7400	7400
Macho 4	1	4640	4640	4640
Macho 5	1	7280	7280	7280

Tabla 8. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	8180	9810	8320
Macho 2	1	7320	7320	7320
Macho 3	1	12420	12420	12420
Macho 4	1	9230	9230	9230
Macho 5	1	8080	8080	8080

Tabla 9. Cuartil superior.

APÉNDICE IX. *Morphacris fasciata*

I. Clic: Canto de interacción

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	1	0,446	0,446	0,446
Macho 5	1	0,621	0,621	0,621
Macho 6	4	0,154	0,63	0,164

Tabla 1. Duración de las series de clics.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	1	2	2	2
Macho 3	1	2	2	2
Macho 5	4	2	3	2,5

Tabla 2. Número de clics por serie.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	1	4,484	4,484	4,484
Macho 3	1	3,221	3,221	3,221
Macho 5	4	4,762	18,182	12,628

Tabla 3. Tasa de producción de clics

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	1	0,446	0,446	0,446
Macho 3	1	0,621	0,621	0,621
Macho 5	6	0,081	0,315	0,159

Tabla 4. Intervalo entre clics

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	1	5150	5150	5150
Macho 3	1	4800	4800	4800
Macho 5	4	2710	6280	3460

Tabla 5. Frecuencia inferior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	1	23150	23150	23150
Macho 3	1	23800	23800	23800
Macho 5	4	8900	23340	19965

Tabla 6. Frecuencia superior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	1	18000	18000	18000
Macho 3	1	18900	18900	18900
Macho 5	4	6180	17430	16310

Tabla 7. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	1	7310	7310	7310
Macho 3	1	6900	6900	6900
Macho 5	4	6090	7590	6650

Tabla 8. Pico de frecuencia 1.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	1	16210	16210	16210
Macho 3	1	18900	18900	18900
Macho 5	4	16680	18180	17430

Tabla 9. Pico de Frecuencia 2.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	1	7590	7590	7590
Macho 3	1	7800	7800	7800
Macho 5	4	5530	7500	6415

Tabla 10. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	1	13960	13960	13960
Macho 3	1	14000	14000	14000
Macho 5	4	6750	9370	8385

Tabla 11. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	1	17530	17530	17530
Macho 3	1	19100	19100	19100
Macho 5	4	10500	17340	15745

Tabla 12. Cuartil superior.

II. Sonido producido por percusión: Canto de interacción

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	1	19	19	19
Macho 2	3	1,82	11,4	7,76
Macho 3	1	3,5	3,5	3,5

Tabla 1. Duración de los equemas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	1	30	30	30
Macho 2	3	3	19	12
Macho 3	1	5	5	5

Tabla 2. Número de sílabas por equema.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	1	1,579	1,579	1,579
Macho 2	3	1,546	1,667	1,648
Macho 3	1	1,429	1,429	1,429

Tabla 3. Tasa de producción de sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	28	0,078	1,470	0,546
Macho 2	30	0,050	1,500	0,706
Macho 3	5	0,041	1,330	0,678

Tabla 4. Intervalo entre sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	20	0,017	0,028	0,025
Macho 2	16	0,012	0,029	0,021
Macho 3	4	0,020	0,024	0,022

Tabla 5. Intervalo en las sílabas dobles.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	1	1210	1210	1210
Macho 2	3	1210	1960	1260
Macho 3	1	1640	1640	1640

Tabla 6. Frecuencia inferior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	1	8760	8760	8760
Macho 2	3	9370	10310	9930
Macho 3	1	8850	8850	8850

Tabla 7. Frecuencia superior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	1	7540	7540	7540
Macho 2	3	7400	9090	8670
Macho 3	1	7210	7210	7210

Tabla 8. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	1	3790	3790	3790
Macho 2	3	2810	3750	3700
Macho 3	1	3000	3000	3000

Tabla 9. Pico de frecuencia 1.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	1	7120	7120	7120
Macho 2	3	6370	7210	6420
Macho 3	1	6000	6000	6000

Tabla 10. Pico de frecuencia 2.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	1	3600	3600	3600
Macho 2	3	3750	3980	3930
Macho 3	1	5250	5250	5250

Tabla 11. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	1	5620	5620	5620
Macho 2	3	6140	6370	6280
Macho 3	1	6560	6560	6560

Tabla 12. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	1	8200	8200	8200
Macho 2	3	7590	9180	8620
Macho 3	1	8250	8250	8250

Tabla 13. Cuartil superior.

III. Sonido producido por estridulación: Canto de cortejo

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	15	0,045	0,681	0,379
Macho 2	7	0,047	0,370	0,218
Macho 3	2	0,083	0,311	0,197
Macho 4	3	0,131	0,258	0,164
Macho 5	8	0,059	1,230	0,324

Tabla 1. Duración del canto.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	2	0,045	0,054	0,049
Macho 2	2	0,047	0,056	0,051
Macho 3	1	0,083	0,083	0,083
Macho 4	3	0,018	0,083	0,059

Tabla 2. Duración de las sílabas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	14	0,102	0,681	0,354
Macho 2	5	0,116	0,370	0,233
Macho 3	1	0,311	0,311	0,311
Macho 4	3	0,131	0,258	0,164
Macho 5	9	0,082	0,330	0,150

Tabla 3. Duración de los esquemas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	1	0,236	0,236	0,236
Macho 5	4	0,066	0,403	0,081

Tabla 4. Duración del silencio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	16	3960	5724	5059
Macho 2	7	3460	6000	4690
Macho 3	2	5430	5460	5445
Macho 4	3	3100	4330	3890
Macho 5	12	4260	6460	5340

Tabla 5. Frecuencia inferior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	16	8425	9980	9156
Macho 2	7	8431	9550	8900
Macho 3	2	8890	9510	9200
Macho 4	3	8000	9420	8480
Macho 5	12	8900	10470	9570

Tabla 6. Frecuencia superior del canto.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	16	2958	5920	4413
Macho 2	7	2910	5340	4830
Macho 3	2	3430	4070	3750
Macho 4	3	4140	5530	4800
Macho 5	12	2530	5695	4485

Tabla 7. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	16	6181	7850	7194
Macho 2	7	6080	7248	6720
Macho 3	2	5760	6710	6235
Macho 4	3	6230	8030	7100
Macho 5	12	6210	7780	6840

Tabla 8. Pico de frecuencia.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	16	5620	7100	6527
Macho 2	7	5841	6700	6300
Macho 3	2	6160	6640	6400
Macho 4	3	5810	6300	6280
Macho 5	12	6230	7500	6669

Tabla 9. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	16	7634	8500	7854
Macho 2	7	7960	9000	8500
Macho 3	2	8020	8030	8025
Macho 4	3	7100	8460	7500
Macho 5	12	7820	8970	8410

Tabla 10. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	16	10710	14670	12820
Macho 2	7	13400	16623	15180
Macho 3	2	12850	15140	13995
Macho 4	3	11640	13920	11800
Macho 5	12	11060	14570	12650

Tabla 11. Cuartil superior.

APÉNDICE X. *Oedaleus decorus*

I. Sonido producido por estridulación: Canto de interacción

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	0,23	1,575	0,389
Macho 2	9	0,238	1,579	0,47
Macho 3	3	0,344	0,932	0,84

Tabla 1. Duración de los esquemas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	5	28	8
Macho 2	9	5	27	9
Macho 3	3	7	17	16

Tabla 2. Número de sílabas por esquema.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	17,778	21,767	19,182
Macho 2	9	17,012	22,028	19,339
Macho 3	3	18,234	20,331	19,046

Tabla 3. Tasa de producción de sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	76	0,04	0,11	0,057
Macho 2	103	0,042	0,121	0,057
Macho 3	37	0,046	0,069	0,057

Tabla 4. Intervalo entre sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	4220	7320	6300
Macho 2	9	3610	8010	5500
Macho 3	3	6000	6460	6100

Tabla 5. Frecuencia inferior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	9130	13000	11020
Macho 2	9	8900	14800	11450
Macho 3	3	10100	16400	13120

Tabla 11. Cuartil superior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	9130	19460	18080
Macho 2	9	15590	19100	17740
Macho 3	3	17250	18560	18500

Tabla 6. Frecuencia superior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	2410	15070	11880
Macho 2	9	9900	14200	12000
Macho 3	3	10780	12560	12300

Tabla 7. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	7900	9640	8520
Macho 2	9	7490	9300	8400
Macho 3	3	7210	9090	8000

Tabla 8. Pico de frecuencia.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	4900	8690	7270
Macho 2	9	6800	7900	7320
Macho 3	3	7100	7590	7120

Tabla 9. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	7830	9730	8520
Macho 2	9	8000	9900	8700
Macho 3	3	8200	10400	9180

Tabla 10. Cuartil medio.

APÉNDICE XI. *Oedipoda caerulescens*

I. Sonido producido por percusión: Canto de interacción.

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Macho 4	11	0,054	0,109	0,059	0,071

Tabla 1. Duración de los esquemas.

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Macho 4	11	2	3	2,273	0,467

Tabla 2. Número de sílabas por esquema.

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Macho 4	11	27,523	37,037	33,032	3,735

Tabla 3. Tasa de producción de sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Macho 4	14	0,051	0,065	0,055	0,056

Tabla 4. Intervalo entre sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Macho 4	25	4500	5620	4988	250

Tabla 5. Frecuencia inferior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Macho 4	25	6700	8620	7866	507

Tabla 6. Frecuencia superior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Macho 4	25	1800	4030	2864	616

Tabla 7. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Media	S
Macho 4	25	5060	6460	5979	363

Tabla 8. Pico de frecuencia.

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Macho 4	25	5430	5900	5623	136

Tabla 9. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Macho 4	25	6000	6930	6371	301

Tabla 10. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Macho 4	25	7100	9280	7907	564

Tabla 11. Cuartil superior.

II. Sonido producido por estridulación: Canto de cortejo

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	18	0,079	0,844	0,172
Macho 2	10	0,045	0,850	0,070
Macho 3	3	0,178	0,493	0,227
Macho 4	19	0,054	1,090	0,268
Macho 5	1	0,771	0,771	0,771

Tabla 1. Duración del canto.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	18	0,063	0,118	0,097
Macho 2	14	0,045	0,086	0,062
Macho 3	1	0,066	0,066	0,066
Macho 4	24	0,045	0,123	0,072

Tabla 2. Duración de las sílabas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	11	0,159	0,248	0,175
Macho 2	2	0,172	0,178	0,175
Macho 3	14	0,100	0,284	0,189
Macho 5	1	0,138	0,138	0,138

Tabla 3. Duración de los esquemas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	10	0,173	0,556	0,300
Macho 2	4	0,270	0,512	0,427
Macho 3	1	0,256	0,256	0,256
Macho 4	16	0,100	0,485	0,204

Tabla 4. Intervalo entre los elementos

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	29	2033	3925	3250
Macho 2	15	2340	3300	2950
Macho 3	4	2340	4120	3060
Macho 4	31	2220	3790	2950
Macho 5	2	2900	2920	2910

Tabla 5. Frecuencia inferior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	29	7170	9357	8290
Macho 2	15	6280	8810	7380
Macho 3	4	7990	9460	8775
Macho 4	31	6770	12660	8010
Macho 5	2	7570	7870	7720

Tabla 6. Frecuencia superior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	29	3509	6580	5150
Macho 2	15	3230	6280	4070
Macho 3	4	4750	6570	5535
Macho 4	31	3840	9700	5200
Macho 5	2	4640	4960	4800

Tabla 7. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	24	3386	5273	4100
Macho 2	11	2810	4280	3370
Macho 3	4	3560	4280	4015
Macho 4	30	2900	7920	3815
Macho 5	2	3240	3350	3295

Tabla 8. Pico de frecuencia 1.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	24	6193	8340	7715
Macho 2	11	5570	6820	6460
Macho 3	4	6230	8200	6825
Macho 4	30	5920	9460	7285
Macho 5	2	6490	6650	6570

Tabla 9. Pico de Frecuencia 2.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	5	4470	6210	5630
Macho 2	4	3020	3650	3450
Macho 4	1	5900	5900	5900

Tabla 10. Pico de frecuencia 3.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	29	3980	4798	4280
Macho 2	15	3460	4260	3720
Macho 3	4	4350	5890	4860
Macho 4	31	3480	5430	4210
Macho 5	2	5060	5640	5350

Tabla 11. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	29	6630	8690	8060
Macho 2	15	7030	11290	8430
Macho 3	4	9180	11740	10445
Macho 4	31	7330	13920	9890
Macho 5	2	11620	12840	12230

Tabla 12. Cuartil medio

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	29	5150	6700	5710
Macho 2	15	4400	6560	5570
Macho 3	4	6720	7750	7090
Macho 4	31	4850	8320	6930
Macho 5	2	6840	6840	6840

Tabla 13. Cuartil superior.

III. Sonido producido por percusión: Hembras

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	4	0,060	0,548	0,098
Hembra 2	3	0,065	0,290	0,157
Hembra 3	5	0,069	0,150	0,117

Tabla 1. Duración de los esquemas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	4	2	5	3
Hembra 2	3	2	4	3
Hembra 3	5	2	3	3

Tabla 2. Número de sílabas por esquema.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	4	9,124	33,333	30,769
Hembra 2	3	13,793	30,769	19,108
Hembra 3	5	20	28,986	25,641

Tabla 3. Tasa de producción de sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	9	0,03	0,224	0,061
Hembra 2	5	0,066	0,103	0,091
Hembra 3	8	0,056	0,085	0,064

Tabla 4. Intervalo entre sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	13	4400	5250	5060
Hembra 2	9	2000	6180	5800
Hembra 3	13	1960	7030	5710

Tabla 5. Frecuencia inferior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	13	7120	14060	8150
Hembra 2	9	9460	20600	16100
Hembra 3	13	7870	11900	9180

Tabla 6. Frecuencia superior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	13	4400	5250	5060
Hembra 2	9	2000	6180	5800
Hembra 3	13	1960	7030	5710

Tabla 7. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	13	5060	7960	6460
Hembra 2	9	6500	8900	7310
Hembra 3	13	6230	8620	7120

Tabla 8. Pico de frecuencia 1.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	13	5250	6000	5530
Hembra 2	9	6650	7780	6930
Hembra 3	13	5430	7030	6460

Tabla 9. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	13	6560	8060	7210
Hembra 2	9	8340	11800	8900
Hembra 3	13	7120	8340	7960

Tabla 10. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	13	7870	11060	9370
Hembra 2	9	12560	17800	14200
Hembra 3	13	8900	13120	10310

Tabla 11. Cuartil superior.

APÉNDICE XII. *Oedipoda charpentieri***I. Sonido producido por estridulación: Canto de cortejo**

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	0,065	0,082	0,082
Macho 2	15	0,020	1,330	0,708
Macho 3	20	0,014	2,280	0,503

Tabla 1. Duración de los cantos

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	8	0,003	0,007	0,006
Macho 2	35	0,007	0,017	0,012
Macho 3	72	0,005	0,034	0,012

Tabla 2. Duración sílabas simples.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	1	0,023	0,023	0,023
Macho 2	21	0,021	0,055	0,038
Macho 3	31	0,019	0,064	0,036

Tabla 3. Duración sílabas dobles.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	2	0,068	0,076	0,072

Tabla 4. Duración de los esquemas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	0,017	0,038	0,029
Macho 2	36	0,033	0,283	0,168
Macho 3	98	0,024	0,297	0,148

Tabla 5. Silencio entre elementos.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	1800	4800	2150
Macho 2	15	1820	7600	5600
Macho 3	20	2150	5800	4450

Tabla 6. Frecuencia inferior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	19400	19930	19800
Macho 2	15	15500	21700	20600
Macho 3	20	18560	21700	20950

Tabla 7. Frecuencia superior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	14900	17780	17500
Macho 2	15	9900	18840	14000
Macho 3	20	13590	18980	16635

Tabla 8. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	5600	7960	6500
Macho 2	15	8060	9500	9100
Macho 3	20	6460	9100	7600

Tabla 9. Pico de frecuencia 1.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	17200	17440	17200
Macho 2	15	14600	16500	15560
Macho 3	20	13500	18840	16800

Tabla 10. Pico de Frecuencia 2.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	6700	7230	7000
Macho 2	15	7210	9700	8600
Macho 3	20	6600	9700	7900

Tabla 11. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	13040	16000	13200
Macho 2	15	9750	14200	12370
Macho 3	20	8430	14200	11855

Tabla 12. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	17440	17700	17500
Macho 2	15	14200	16800	16100
Macho 3	20	12000	17800	16210

Tabla 13. Cuartil superior.

APÉNDICE XIII. *Oedipoda fuscocincta caerulea*

I. Sonido producido por estridulación: Canto de cortejo

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	1	1,329	1,329	1,329
Macho 2	1	0,275	0,275	0,275
Macho 3	1	0,055	0,055	0,055
Macho 4	3	0,224	1,103	0,427

Tabla 1. Duración del canto.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	1	0,043	0,043	0,043
Macho 4	3	0,021	0,029	0,023

Tabla 2. Duración de las sílabas simples.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	5	0,06	0,086	0,074
Macho 2	1	0,069	0,069	0,069
Macho 3	1	0,055	0,055	0,055
Macho 4	8	0,031	0,066	0,052

Tabla 3. Duración de las sílabas dobles.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	0,19	0,332	0,22
Macho 2	1	0,163	0,163	0,163
Macho 3	7	0,132	0,242	0,187
Macho 4	4	0,19	0,332	0,22

Tabla 4. Silencio entre sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	5	2360	2920	2710
Macho 2	2	1730	1830	1780
Macho 3	1	4400	4400	4400
Macho 4	10	2850	3840	3425

Tabla 5. Frecuencia inferior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	5	6700	8780	7640
Macho 2	2	10170	11580	10875
Macho 3	1	15180	15180	15180
Macho 4	10	17670	21980	18105

Tabla 6. Frecuencia superior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	5	3980	5850	4920
Macho 2	2	8330	9850	9090

Macho 3	1	10780	10780	10780
Macho 4	10	13870	19000	14705

Tabla 7. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	5	2690	3630	3180
Macho 2	2	2740	3280	3010
Macho 3	1	4500	4500	4500
Macho 4	7	3650	4590	4070

Tabla 8. Pico de frecuencia 1.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	5	5710	7540	6600
Macho 2	2	6830	7820	7325
Macho 3	1	6560	6560	6560
Macho 4	6	6750	7680	7475

Tabla 9. Pico de Frecuencia 2.

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Macho 4	4	4140	6750	5210	1180

Tabla 10. Pico único de frecuencia.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	5	3840	5710	4240
Macho 2	2	3790	4060	3925
Macho 3	1	6460	6460	6460
Macho 4	10	5340	6180	5760

Tabla 11. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	5	7400	9370	7680
Macho 2	2	6000	6000	6000
Macho 3	1	7780	7780	7780
Macho 4	10	7590	10100	7990

Tabla 12. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	5	14810	17430	16450
Macho 2	2	7780	8090	7935
Macho 3	1	14060	14060	14060
Macho 4	10	11530	16330	13520

Tabla 13. Cuartil superior.

APÉNDICE XIV. *Oedipoda germanica***I. Sonido producido por estridulación: Canto de cortejo**

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	1	0,982	0,982	0,982
Macho 2	2	0,072	0,508	0,290
Macho 3	6	0,045	0,751	0,586
Macho 4	6	0,300	1,160	0,498
Macho 5	6	0,467	1,470	0,660
Macho 6	4	0,036	1,240	0,552

Tabla 1. Duración del canto.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	1	7	7	7
Macho 2	2	1	3	2
Macho 3	6	1	4	3
Macho 4	6	2	5	3
Macho 5	6	3	8	4
Macho 6	4	1	5	2,5

Tabla 2. Número de elementos por canto.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	0,035	0,047	0,041
Macho 2	1	0,047	0,047	0,047
Macho 3	6	0,045	0,067	0,054
Macho 4	7	0,018	0,046	0,042
Macho 5	2	0,020	0,037	0,028
Macho 6	6	0,031	0,038	0,036

Tabla 3. Duración de las sílabas simples.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	3	0,069	0,075	0,072
Macho 3	11	0,105	0,130	0,124
Macho 4	12	0,063	0,115	0,086
Macho 5	26	0,052	0,093	0,076
Macho 6	4	0,038	0,053	0,047

Tabla 4. Duración de las sílabas dobles

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	0,101	0,134	0,116
Macho 2	2	0,146	0,171	0,159
Macho 3	11	0,060	0,194	0,121
Macho 4	13	0,103	0,306	0,162
Macho 5	22	0,074	0,247	0,106
Macho 6	7	0,235	0,334	0,273

Tabla 5. Silencio entre elementos del canto.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	3040	4500	3530
Macho 2	4	4310	4870	4505
Macho 3	17	2870	5600	3230
Macho 4	10	2200	4310	2875
Macho 5	28	2080	4820	3640
Macho 6	5	2620	3750	3370

Tabla 6. Frecuencia inferior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	15580	19380	18070
Macho 2	4	18720	21750	20150
Macho 3	17	21370	22450	22070
Macho 4	10	19120	23670	20820
Macho 5	28	16310	23200	19640
Macho 6	5	17670	23430	18840

Tabla 7. Frecuencia superior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	12230	15180	14530
Macho 2	4	14410	17270	15440
Macho 3	17	16330	19240	18670
Macho 4	10	14810	21460	18065
Macho 5	28	11760	20200	15865
Macho 6	5	14620	19680	15090

Tabla 8. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	5220	6350	5830
Macho 3	4	5950	6630	6090
Macho 4	17	3860	7820	6860
Macho 5	10	3840	7640	4245
Macho 6	28	4470	8410	7040

Tabla 9. Pico de frecuencia.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	5170	6040	5900
Macho 2	4	6040	6230	6160
Macho 3	17	4520	7050	6860
Macho 4	10	4500	7520	5765
Macho 5	28	5390	7210	6460
Macho 6	5	4400	6090	5620

Tabla 10. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	6350	8320	7540
Macho 2	4	7990	8760	8290
Macho 3	17	8500	13540	11850
Macho 4	10	6790	11970	9090
Macho 5	28	7170	11570	8045
Macho 6	5	7210	7960	7540

Tabla 11. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	8530	15770	14690
Macho 2	4	11850	15250	14430
Macho 3	17	17100	19270	18860
Macho 4	10	11900	17340	16040
Macho 5	28	9210	16400	13815
Macho 6	5	11150	16070	14430

Tabla 12. Cuartil superior.

APÉNDICE XV. *Paracinema tricolor bisignata*

I. Sonido producido por percusión: Canto de interacción

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	0,147	0,304	0,201
Macho 2	1	0,112	0,112	0,112
Macho 4	9	0,056	0,283	0,156
Macho 5	7	0,125	0,248	0,182
Macho 6	7	0,081	0,368	0,215
Macho 7	2	0,146	0,324	0,235

Tabla 1. Duración de los esquemas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	11	20	15
Macho 2	1	9	9	9
Macho 4	9	4	20	9
Macho 5	7	8	17	13
Macho 6	7	5	20	15
Macho 7	2	8	18	13

Tabla 2. Número de sílabas por esquema.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	86	0,006	0,036	0,015
Macho 2	8	0,011	0,017	0,015
Macho 4	76	0,010	0,049	0,015
Macho 5	111	0,006	0,037	0,015
Macho 6	72	0,009	0,038	0,016
Macho 7	24	0,012	0,034	0,018

Tabla 3. Intervalo entre sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	65,789	75	73,576
Macho 2	1	80,357	80,357	80,357
Macho 4	9	49,505	84,507	68,323
Macho 5	7	48,485	81,871	68,670
Macho 6	7	54,348	69,767	61,728
Macho 7	2	54,795	55,556	55,175

Tabla 4. Tasa de producción de sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	4970	5590	5545
Macho 2	1	5940	5940	5940
Macho 4	9	4210	5060	4500
Macho 5	7	5060	5600	5250
Macho 6	7	4500	5250	4870
Macho 7	2	4780	4920	4850

Tabla 5. Frecuencia inferior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	9110	9620	9235
Macho 2	1	10160	10160	10160
Macho 4	9	8530	9560	9280
Macho 5	7	8250	9700	8810
Macho 6	7	8530	10400	9280
Macho 7	2	8480	9210	8845

Tabla 6. Frecuencia superior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	3530	4650	3660
Macho 2	1	4220	4220	4220
Macho 4	9	4300	4890	4500
Macho 5	7	3000	4100	3590
Macho 6	7	3460	5530	4310
Macho 7	2	3700	4280	3990

Tabla 7. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	7080	7710	7395
Macho 2	1	7750	7750	7750
Macho 4	9	6140	7800	7031
Macho 5	7	6180	7800	7400
Macho 6	7	5810	7500	6560
Macho 7	2	5600	6560	6080

Tabla 8. Pico de frecuencia.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	6130	6580	6410
Macho 2	1	6970	6970	6970
Macho 4	9	5600	6750	6199
Macho 5	7	6080	7300	6460
Macho 6	7	6000	6460	6300
Macho 7	2	6110	6180	6145

Tabla 10. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	7590	7770	7600
Macho 2	1	8520	8520	8520
Macho 4	9	6700	8220	7634
Macho 5	7	7500	8200	7870
Macho 6	7	7210	8200	7590
Macho 7	2	7960	8060	8010

Tabla 12. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	9060	10960	9240
Macho 2	1	11800	11800	11800
Macho 4	9	9090	15560	9370
Macho 5	7	9750	15300	12560
Macho 6	7	8900	14250	10210
Macho 7	2	13680	15280	14480

Tabla 13. Cuartil superior.

II. Sonido producido por estridulación: Canto de cortejo

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	4	0,106	0,119	0,113
Macho 7	5	0,091	0,099	0,093

Tabla 1. Duración de las sílabas dobles

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	4	0,044	0,051	0,048
Macho 7	5	0,04	0,044	0,042

Tabla 2. Duración de la primera parte.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	4	0,053	0,063	0,058
Macho 7	5	0,044	0,050	0,047

Tabla 3. Duración de la segunda parte.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	9	0,014	0,097	0,047
Macho 7	4	0,022	0,034	0,032

Tabla 4. Silencio entre sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	4	7500	7590	7590
Macho 7	5	4600	7400	7310

Tabla 5. Pico de frecuencia. Primera parte. Medida 1.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	4	5810	6090	5950
Macho 7	5	4600	6090	6090

Tabla 6. Pico de frecuencia. Primera parte. Medida 2.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	4	1500	1690	1640
Macho 7	5	0	1310	1220

Tabla 7. Diferencia entre picos. Primera parte

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	8	4590	6000	5340
Macho 7	10	3300	7120	5055

Tabla 8. Frecuencia inferior. Primera parte.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	8	6280	9460	7960
Macho 7	10	5620	9900	7175

Tabla 9. Frecuencia superior. Primera parte.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	8	1500	4120	2905
Macho 7	10	370	6500	1545

Tabla 10. Amplitud de Banda. Primera parte.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	8	5340	7030	6275
Macho 7	10	4100	7310	5665

Tabla 11. Cuartil inferior. Primera parte

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	8	6000	7780	6980
Macho 7	10	5000	8060	6280

Tabla 12. Cuartil medio. Primera parte

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	8	7500	13120	9415
Macho 7	10	7500	13960	9890

Tabla 13. Cuartil superior. Primera parte

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	4	3700	3930	3815
Macho 7	5	4030	5060	4780

Tabla 14. Pico de frecuencia. Segunda parte. Medida 1.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	4	7600	8150	7920
Macho 7	5	7450	7600	7500

Tabla 15. Pico 2 de frecuencia. Segunda parte. Medida 1.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	4	5760	6040	5905
Macho 7	5	5430	6000	5715

Tabla 16. Pico 3 de frecuencia. Segunda parte. Medida 1.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	4	7450	7960	7730
Macho 7	5	5150	7590	7400

Tabla 17. Pico de frecuencia. Segunda parte. Medida 2.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	4	3660	4120	3915
Macho 7	5	90	3560	2620

Tabla 18. Diferencia entre picos. Segunda parte

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	8	2800	5810	4590
Macho 7	10	3230	6000	4545

Tabla 19. Frecuencia inferior. Segunda parte.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	8	8000	8530	8250
Macho 7	10	5850	10590	7915

Tabla 20. Frecuencia superior. Segunda parte.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	8	2530	5200	3795
Macho 7	10	2100	5810	3300

Tabla 21. Amplitud de Banda. Segunda parte.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	8	3900	6840	5430
Macho 7	10	4120	6930	4915

Tabla 22. Cuartil inferior. Segunda parte.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	8	7500	7870	7680
Macho 7	10	4960	8150	5995

Tabla 23. Cuartil medio. Segunda parte.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 3	8	11710	15700	12885
Macho 7	10	8570	12370	10635

Tabla 24. Cuartil superior. Segunda parte.

APÉNDICE XVI. *Parapleurus alliaceus*

I. Sonido producido por estridulación: canto de cortejo

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	0,265	0,581	0,512
Macho 2	5	0,475	0,771	0,632
Macho 3	5	0,246	0,401	0,339
Macho 4	4	0,371	0,567	0,439
Macho 5	1	0,585	0,585	0,585

Tabla 1. Duración de los esquemas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	3	6	5
Macho 2	5	5	7	6
Macho 3	5	3	5	5
Macho 4	4	4	6	5
Macho 5	1	6	6	6

Tabla 2. Número de sílabas por esquema.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	14	0,014	0,025	0,024
Macho 2	30	0,015	0,024	0,020
Macho 3	21	0,014	0,027	0,019
Macho 4	20	0,016	0,025	0,021
Macho 5	6	0,010	0,022	0,018

Tabla 3. Primera parte de las sílabas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	8	0,030	0,049	0,038
Macho 2	4	0,015	0,039	0,033
Macho 3	16	0,010	0,042	0,026
Macho 4	14	0,011	0,038	0,028
Macho 5	5	0,018	0,045	0,027

Tabla 4. Segunda parte de las sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	11	0,067	0,095	0,076
Macho 2	25	0,071	0,152	0,097
Macho 3	17	0,007	0,070	0,066
Macho 4	16	0,059	0,083	0,079
Macho 5	5	0,075	0,079	0,077

Tabla 5. Silencio entre las primeras partes de las sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	0,036	0,076	0,043
Macho 2	3	0,051	0,071	0,051
Macho 3	12	0,020	0,048	0,037
Macho 4	11	0,038	0,081	0,048
Macho 5	3	0,037	0,063	0,053

Tabla 6. Silencio entre sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	4260	4500	4260
Macho 2	5	3840	4680	4400
Macho 3	5	3980	5620	4500
Macho 4	4	4680	6000	4965
Macho 5	1	4400	4400	4400

Tabla 7. Frecuencia inferior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	20570	23340	22450
Macho 2	5	20250	22350	20620
Macho 3	5	17060	21930	19730
Macho 4	4	18790	23620	21980
Macho 5	1	23390	23390	23390

Tabla 8. Frecuencia superior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	16070	19070	18180
Macho 2	5	15840	18180	16590
Macho 3	5	12560	17950	15180
Macho 4	4	14100	18320	16660
Macho 5	1	18980	18980	18980

Tabla 9. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	5710	8670	5900
Macho 2	5	5530	7500	6000
Macho 3	5	6180	7170	6560
Macho 4	4	6090	8010	7050
Macho 5	1	7920	7920	7920

Tabla 10. Pico de frecuencia 1.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	15230	17900	16540
Macho 2	5	15650	19210	18370
Macho 3	5	17150	17340	17245
Macho 4	4	14200	19960	16170
Macho 5	1	18460	18460	18460

Tabla 11. Pico de Frecuencia 2.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	6040	7120	6320
Macho 2	5	5710	7310	6090
Macho 3	5	6460	7120	6560
Macho 4	4	6320	7400	7165
Macho 5	1	7120	7120	7120

Tabla 12. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	9790	10870	10540
Macho 2	5	8150	11060	9000
Macho 3	5	9040	10960	9980
Macho 4	4	9000	12090	10610
Macho 5	1	13960	13960	13960

Tabla 13. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	17480	17950	17570
Macho 2	5	16960	18180	17250
Macho 3	5	14060	16310	15180
Macho 4	4	14760	18180	16565
	1	18560	18560	18560

Tabla 14. Cuartil superior.

APÉNDICE XVII. *Psophus stridulus*

I. Sonido producido por percusión: Canto de interacción

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	0,264	0,437	0,327
Macho 2	5	0,304	0,385	0,358
Macho 3	10	0,225	0,466	0,415
Macho 4	7	0,084	0,385	0,298
Macho 5	6	0,262	0,419	0,286

Tabla 1. Duración del canto.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	5	7	5,5
Macho 2	5	5	7	6
Macho 3	10	4	8	7
Macho 4	7	3	7	6
Macho 5	6	5	7	5

Tabla 2. Número de sílabas por esquema.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	16,018	18,939	16,854
Macho 2	5	16,086	19,293	16,760
Macho 3	10	15,021	17,778	16,608
Macho 4	7	17,241	35,714	19,084
Macho 5	6	16,706	19,084	17,637

Tabla 3. Tasa de producción de sílabas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	19	0,063	0,076	0,072
Macho 2	25	0,059	0,081	0,068
Macho 3	55	0,031	0,084	0,071
Macho 4	32	0,039	0,074	0,063
Macho 5	28	0,059	0,082	0,068

Tabla 4. Intervalo entre sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	1960	3230	2740
Macho 2	5	2060	3280	3017
Macho 3	10	2430	5100	3255
Macho 4	7	1780	4870	2710
Macho 5	6	1800	5250	3300

Tabla 5. Frecuencia inferior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	8810	9840	9395
Macho 2	5	8530	17670	9386
Macho 3	10	7780	9000	8525
Macho 4	7	7960	18000	8900
Macho 5	6	8570	15180	11105

Tabla 6. Frecuencia superior del canto.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	6090	7210	6720
Macho 2	5	5340	15510	6369
Macho 3	10	3370	6180	5315
Macho 4	7	4030	16120	5620
Macho 5	6	4820	11900	7425

Tabla 7. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	3750	3790	3750
Macho 2	2	3750	3790	3770
Macho 3	4	3280	4120	3465
Macho 4	5	2760	4030	3930
Macho 5	3	3420	3960	3510

Tabla 8. Pico de frecuencia 1.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	6180	6980	6750
Macho 2	2	6930	7350	7140
Macho 3	4	5430	8100	6020
Macho 4	5	5620	6930	5900
Macho 5	3	5640	7350	5850

Tabla 9. Pico de Frecuencia 2.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	1	6000	6000	6000
Macho 2	3	4933	7030	5430
Macho 3	6	5390	7210	5875
Macho 4	2	6890	8060	7475
Macho 5	3	5060	6890	5760

Tabla 10. Pico único

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	4030	6140	5105
Macho 2	5	3650	5430	5250
Macho 3	10	4120	5950	5175
Macho 4	7	4070	6180	4350
Macho 5	6	4680	5760	5315

Tabla 11. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	6840	7450	7075
Macho 2	5	5810	8100	6275
Macho 3	10	6180	7210	6675
Macho 4	7	6140	8060	6840
Macho 5	6	6600	7350	6720

Tabla 12. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	8710	10070	9580
Macho 2	5	7870	14570	9785
Macho 3	10	8620	11250	9070
Macho 4	7	8390	12420	9180
Macho 5	6	8430	11430	9485

Tabla 13. Cuartil superior.

II. Sonido producido por estridulación: Canto de cortejo

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	5	0,118	0,183	0,146
Macho 2	4	0,082	0,192	0,140
Macho 3	6	0,110	0,202	0,166
Macho 4	4	0,116	0,171	0,156

Tabla 1. Duración de los esquemas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	5	4400	6150	5550
Macho 2	4	2600	4410	4025
Macho 3	6	3120	6090	4700
Macho 4	4	3820	5420	4930

Tabla 4. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	5	2330	3040	2760
Macho 2	4	3050	3360	3185
Macho 3	6	2420	3070	2870
Macho 4	4	2950	3190	3145

Tabla 2. Frecuencia inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	5	3620	4050	3750
Macho 2	4	3150	4040	3405
Macho 3	6	3240	3720	3575
Macho 4	4	3490	3970	3840

Tabla 5. Pico de frecuencia principal.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	5	7450	8480	8340
Macho 2	4	5960	7470	7210
Macho 3	6	5980	8760	7595
Macho 4	4	7010	8570	7975

Tabla 3. Frecuencia superior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	1	6080	6080	6080
Macho 2	3	5390	6820	5900
Macho 3	6	5780	6620	6225
Macho 4	3	6780	7610	6850

Tabla 6. Pico 2 de frecuencia

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	5	3630	3990	3820
Macho 2	4	3530	4130	3780
Macho 3	6	3390	3820	3555
Macho 4	4	3770	4240	3910

Tabla 7. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	5	4730	5920	5130
Macho 2	4	4610	6700	5465
Macho 3	6	4780	6040	5355
Macho 4	4	4400	6430	5885

Tabla 8. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	5	7610	8130	7940
Macho 2	4	6980	11780	8060
Macho 3	6	7240	8500	7595
Macho 4	4	7540	8660	8260

Tabla 9. Cuartil superior.

APÉNDICE XVIII: *Sphingonotus arenarius***I. Sonido producido por estridulación: Canto de cortejo y mixto. Machos**

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	0,115	0,157	0,119
Macho 2	5	0,060	0,115	0,080
Macho 3	2	0,117	0,131	0,124
Macho 4	5	0,098	0,212	0,157

Tabla 1. Duración de los esquemas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	10	17	13
Macho 2	5	5	14	9
Macho 3	2	18	18	18
Macho 4	5	9	19	13

Tabla 2. Número de sílabas por esquema.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	81,301	113,043	110,662
Macho 2	5	83,333	121,739	112,500
Macho 3	2	137,405	153,846	145,625
Macho 4	5	82,278	101,911	91,667

Tabla 3. Tasa de producción de sílabas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	49	0,005	0,022	0,010
Macho 2	35	0,005	0,023	0,009
Macho 3	34	0,002	0,013	0,007
Macho 4	63	0,004	0,025	0,012

Tabla 4. Intervalo entre sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	3900	5760	4825
Macho 2	5	3100	5420	4950
Macho 3	2	4570	5900	5235
Macho 4	5	4716	6000	4780

Tabla 5. Frecuencia inferior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	13150	14490	13845
Macho 2	5	10160	13860	11620
Macho 3	2	14950	15840	15395
Macho 4	5	10880	14780	14490

Tabla 13. Cuartil superior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	9040	17540	16775
Macho 2	5	8350	13430	9620
Macho 3	2	12930	18930	15930
Macho 4	5	9120	16863	12630

Tabla 6. Frecuencia superior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	3280	12830	12350
Macho 2	5	3400	8010	4990
Macho 3	2	8360	13030	10695
Macho 4	5	3500	12146	7850

Tabla 7. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	7100	8370	8045
Macho 2	5	6890	8440	7570
Macho 3	2	6930	8570	7750
Macho 4	5	6160	7660	6840

Tabla 8. Pico de frecuencia 1.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	6830	7210	7170
Macho 2	5	5720	6970	6800
Macho 3	2	6910	7030	6970
Macho 4	5	6330	6930	6840

Tabla 10. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	8050	8780	8750
Macho 2	5	7700	9040	8260
Macho 3	2	8850	9560	9205
Macho 4	5	7860	9370	8777

Tabla 12. Cuartil medio.

II. Sonido producido por estridulación: Canto mixto. Hembras

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	2	0,204	0,246	0,225
Hembra 2	7	0,095	0,152	0,143
Hembra 3	3	0,180	0,267	0,210

Tabla 1. Duración de los esquemas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	2	23	31	27
Hembra 2	7	10	16	14
Hembra 3	3	16	26	24

Tabla 2. Número de sílabas por esquema.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	2	112,479	125,804	119,141
Hembra 2	7	92,050	106,554	103,248
Hembra 3	3	88,962	114,459	97,319

Tabla 3. Tasa de producción de sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	51	0,004	0,017	0,009
Hembra 2	85	0,007	0,018	0,011
Hembra 3	63	0,004	0,021	0,010

Tabla 4. Intervalo entre sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	2	3670	4710	4190
Hembra 2	7	4310	5740	5070
Hembra 3	3	4370	5100	5080

Tabla 5. Frecuencia inferior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	2	14480	15020	14750
Hembra 2	7	11060	15770	12280
Hembra 3	3	9640	11670	10810

Tabla 13. Cuartil superior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	2	9840	19070	14455
Hembra 2	7	9170	14620	10040
Hembra 3	3	9020	11080	9210

Tabla 6. Frecuencia superior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	2	5130	15390	10260
Hembra 2	7	4100	8880	4750
Hembra 3	3	3910	6710	4120

Tabla 7. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	2	7000	7030	7015
Hembra 2	7	6890	7940	7310
Hembra 3	3	6860	6980	6980

Tabla 8. Pico de frecuencia 1.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	2	6180	6210	6195
Hembra 2	7	6380	6690	6440
Hembra 3	3	6050	6530	6510

Tabla 11. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	2	8600	8920	8760
Hembra 2	7	7480	9070	7850
Hembra 3	3	7170	7610	7350

Tabla 12. Cuartil medio.

XIX. APÉNDICE *Sphingonotus azurescens***I. Sonido producido por estridulación: Canto de cortejo**

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	17	0,149	0,939	0,514
Macho 2	5	0,357	0,718	0,427

Tabla 1. Duración de los esquemas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	17	5	30	16
Macho 2	5	12	25	14

Tabla 2. Número de sílabas por esquema.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	258	0,004	0,013	0,007
Macho 2	111	0,003	0,011	0,007

Tabla 3. Duración de las sílabas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	17	28,668	33,557	30,612
Macho 2	5	32,033	36,023	33,613

Tabla 4. Tasa de producción de sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	242	0,019	0,059	0,027
Macho 2	105	0,016	0,033	0,026

Tabla 5. Silencio entre sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	16	3180	6650	5295
Macho 2	5	3750	4590	4310

Tabla 6. Frecuencia inferior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	16	13780	19300	16015
Macho 2	5	14620	16800	16590

Tabla 7. Frecuencia superior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	16	8430	13960	10895
Macho 2	5	10030	12840	12280

Tabla 8. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	16	6840	8900	7680
Macho 2	5	6560	9090	7870

Tabla 9. Pico de frecuencia.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	16	6370	7680	7355
Macho 2	5	6280	7590	6560

Tabla 10. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	16	8200	10680	9065
Macho 2	5	8060	9370	8400

Tabla 11. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	16	11900	16030	15325
Macho 2	5	11000	13780	12280

Tabla 12. Cuartil superior.

APÉNDICE XX. *Sphingonotus caerulans caerulans***I. Sonido producido por estridulación: Canto de interacción. Machos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Macho 1	8	0,267	0,508	0,353	0,084

Tabla 1. Duración de los esquemas

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Macho 1	8	8	14	10,375	2,134

Tabla 2. Número de sílabas por esquema.

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Macho 1	8	27,559	31,746	29,525	1,162

Tabla 3. Tasa de producción de sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Macho 1	75	0,031	0,044	0,038	0,003

Tabla 4. Intervalo entre sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Macho 1	8	2080	4019	3112	791

Tabla 5. Frecuencia inferior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Macho 1	8	13100	15972	14204	889

Tabla 6. Frecuencia superior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Macho 1	8	9975	12770	11089	1237

Tabla 7. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Macho 1	8	4740	6533	5626	652

Tabla 8. Pico de frecuencia 1.

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Macho 1	8	5100	6210	5438	449

Tabla 11. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Macho 1	8	6767	9600	7698	954

Tabla 12. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Macho 1	8	13582	16860	14311	1059

Tabla 13. Cuartil superior.

II. Sonido producido por estridulación: Canto de interacción. Hembras

	N	Mínimo	Máximo	Media	S
Hembra 1	4	0,143	0,352	0,298	0,103

Tabla 1. Duración de los esquemas

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Hembra 1	4	5	11	9,5	3

Tabla 2. Número de sílabas por esquema.

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Hembra 1	4	31,250	34,965	32,359	1,752

Tabla 3. Tasa de producción de sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Hembra 1	34	0,030	0,039	0,035	0,003

Tabla 4. Intervalo entre sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Hembra 1	4	3609	3700	3674	44

Tabla 5. Frecuencia inferior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Hembra 1	4	7180	12420	9537	2161

Tabla 6. Frecuencia superior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Hembra 1	4	3490	8710	5860	2149

Tabla 7. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Hembra 1	4	5179	7277	6082	923

Tabla 8. Pico de frecuencia 1.

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Hembra 1	4	5285	6011	5579	307

Tabla 11. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Hembra 1	4	7500	9278	8630	786

Tabla 12. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Hembra 1	4	13920	16341	15377	1041

Tabla 13. Cuartil superior.

III. Sonido producido por estridulación: Canto de cortejo. Machos

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Macho 1	5	0,185	0,330	0,258	0,064

Tabla 1. Duración de los esquemas

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Macho 1	5	2010	2690	2312	339

Tabla 2. Frecuencia inferior del canto de cortejo.

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Macho 1	5	7000	7820	7294	320

Tabla 3. Frecuencia superior del canto de cortejo.

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Macho 1	5	4500	5340	4982	310

Tabla 4. Amplitud de banda del canto de cortejo.

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Macho 1	5	3770	4070	3990	125

Tabla 5. Pico de frecuencia 1 del canto de cortejo.

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Macho 1	2	6181	6525	6353	244

Tabla 6. Pico de frecuencia 2 del canto de cortejo.

	N	Mínimo	Máximo	Media	S
Macho 1	5	3360	3770	3500	159

Tabla 7. Cuartil inferior del canto de cortejo.

	N	Mínimo	Máximo	Media	S
Macho 1	5	4730	5400	5016	298

Tabla 8. Cuartil medio del canto de cortejo.

	N	Mínimo	Máximo	Media	S
Macho 1	5	10580	13420	11700	1150

Tabla 9. Cuartil superior del canto de cortejo

APÉNDICE XXI: *Sphingonotus octofasciatus*

I. Sonido producido por estridulación: Canto mixto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	13	0,045	0,114	0,063
Macho 2	7	0,049	0,084	0,064
Macho 3	21	0,059	0,106	0,084
Macho 4	12	0,054	0,097	0,083

Tabla 1. Duración de los esquemas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	13	4	9	5
Macho 2	7	4	6	5
Macho 3	21	5	8	6
Macho 4	12	4	7	5,5

Tabla 2. Número de sílabas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	13	65,617	109,689	80,808
Macho 2	7	65,359	93,458	81,633
Macho 3	21	52,356	86,849	75,094
Macho 4	12	48,485	93,110	69,349

Tabla 3. Tasa de producción de sílabas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	67	0,005	0,023	0,013
Macho 2	14	0,008	0,020	0,012
Macho 3	120	0,007	0,028	0,012
Macho 4	54	0,007	0,025	0,013

Tabla 4. Intervalo entre sílabas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	9	1870	3770	2290
Macho 2	7	2810	4750	3480
Macho 3	21	2020	4950	3310
Macho 4	9	2080	4960	3290

Tabla 5. Frecuencia inferior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	9	7260	16790	8950
Macho 2	7	7610	16500	16000
Macho 3	21	7283	16590	8820
Macho 4	9	7680	15920	9650

Tabla 6. Frecuencia superior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	9	3490	14740	6070
Macho 2	7	4130	13640	11420
Macho 3	21	3615	13870	5540
Macho 4	9	4130	13200	6350

Tabla 7. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	5	3980	4520	4000
Macho 2	3	3040	3430	3090
Macho 3	2	3370	3750	3560
Macho 4	1	3380	3380	3380

Tabla 8. Pico de frecuencia 1.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	12	6230	7750	6535
Macho 2	7	6090	7780	7130
Macho 3	21	4790	7869	6210
Macho 4	12	6220	8060	7075

Tabla 9. Pico de frecuencia 2.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	5	12930	16360	15960
Macho 3	4	12930	15840	14770
Macho 4	3	13680	16730	15460

Tabla 10. Pico de frecuencia 3.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	13	4310	6030	5130
Macho 2	7	4240	5950	5220
Macho 3	21	4660	5890	5330
Macho 4	12	4860	5960	5540

Tabla 11. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	13	6410	7890	7120
Macho 2	7	6910	7950	7550
Macho 3	21	5770	7400	6970
Macho 4	12	6820	7600	7215

Tabla 13. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	13	8960	13280	11810
Macho 2	7	8150	15650	14420
Macho 3	21	6770	11350	9550
Macho 4	12	9350	11840	10325

Tabla 14. Cuartil superior.

II. Sonido producido por estridulación: Canto de cortejo

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	0,042	0,398	0,070
Macho 2	29	0,031	1,790	0,423
Macho 3	27	0,062	1,330	0,103
Macho 4	31	0,050	2,350	0,182

Tabla 1. Duración del canto.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	1	2	1
Macho 2	29	1	5	2
Macho 3	27	1	4	1
Macho 4	31	1	5	1

Tabla 2. Número de elementos por canto.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	2	0,150	0,152	0,151
Macho 2	15	0,098	0,156	0,122
Macho 3	10	0,103	0,209	0,144
Macho 4	39	0,103	0,224	0,141

Tabla 3. Duración de los esquemas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	3	0,066	0,072	0,067
Macho 2	18	0,055	0,113	0,068
Macho 3	26	0,062	0,157	0,094
Macho 4	11	0,065	0,182	0,103

Tabla 4. Duración de las sílabas dobles.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	2	0,034	0,042	0,038
Macho 2	20	0,031	0,067	0,055
Macho 4	5	0,050	0,067	0,060

Tabla 5. Duración sílabas simples

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	1	0,214	0,214	0,214
Macho 2	22	0,229	0,491	0,349
Macho 3	9	0,197	0,474	0,284
Macho 4	17	0,113	0,492	0,352

Tabla 6. Silencio entre sílabas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	1350	2540	2150
Macho 2	53	1310	2900	2130
Macho 3	37	1350	2340	1810
Macho 4	56	1310	2695	1980

Tabla 7. Frecuencia inferior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	7170	8710	8245
Macho 2	53	6180	10960	8400
Macho 3	37	5670	9750	6980
Macho 4	56	3980	8760	6531,5

Tabla 8. Frecuencia superior del canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	4750	7350	6225
Macho 2	53	3630	9370	6510
Macho 3	37	3490	8390	5190
Macho 4	56	1523	7050	4432

Tabla 9. Amplitud de Banda

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	2620	3650	3015
Macho 2	53	2200	3970	3020
Macho 3	37	2050	3035	2480
Macho 4	56	1910	3738	2965

Tabla 10. Pico de frecuencia 1.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	6000	6790	6395
Macho 2	52	5500	7500	6300
Macho 3	23	4640	6900	5630
Macho 4	7	5370	6020	5980

Tabla 11. Pico de frecuencia 2.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	2850	3350	3080
Macho 2	53	2740	4400	3230
Macho 3	37	2360	3840	2640
Macho 4	56	2400	3510	2890

Tabla 12. Cuartil inferior

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	4350	5530	4740
Macho 2	53	4100	6840	5340
Macho 3	37	3790	5970	4910
Macho 4	56	2820	5070	3447

Tabla 13. Cuartil medio

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	6000	6790	6395
Macho 2	53	5500	7500	6300
Macho 3	37	4640	6900	5630
Macho 4	56	3160	6020	5870

Tabla 14. Cuartil superior

APÉNDICE XXII. *Sphingonotus rubescens*

I. Sonido producido por estridulación: Canto mixto. Machos

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	0,165	0,218	0,196
Macho 2	6	0,240	0,332	0,245
Macho 4	12	0,195	0,406	0,291
Macho 6	4	0,194	0,262	0,246

Tabla 1. Duración de los esquemas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	7	9	8
Macho 2	6	11	16	12
Macho 4	12	7	22	13,5
Macho 6	4	12	17	14

Tabla 2. Número de sílabas por esquema

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	40,404	42,424	41,284
Macho 2	6	39,157	65,306	47,015
Macho 4	12	32,154	57,441	50,702
Macho 6	4	53,435	66,929	60,464

Tabla 3. Tasa de producción de sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	50	0,024	0,034	0,027
Macho 2	69	0,009	0,034	0,020
Macho 4	153	0,010	0,041	0,021
Macho 6	53	0,010	0,038	0,017

Tabla 4. Intervalo entre sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	3093	4810	4359
Macho 2	6	3574	4260	4058
Macho 4	12	4371	5620	5127
Macho 6	4	2537	4195	3203

Tabla 5. Frecuencia inferior del canto.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	9460	10787	10259
Macho 2	6	8964	20160	16478
Macho 4	12	8570	15539	12220
Macho 6	4	12919	14375	14223

Tabla 6. Frecuencia superior

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	4680	7693	5736
Macho 2	6	4828	15900	12696
Macho 4	12	4048	10400	7828
Macho 6	4	9808	11689	10553

Tabla 7. Amplitud de Banda

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	6210	6990	6304
Macho 2	6	5449	8890	6000
Macho 4	12	6216	7634	6667
Macho 6	4	6439	6779	6770

Tabla 8. Pico de frecuencia 1.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	5	8103	8589	8534
Macho 2	4	7690	7860	7775
Macho 4	8	6730	8654	7930

Tabla 9. Pico de frecuencia 2

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	4	9017	9320	9090
Macho 2	2	8890	8890	8890
Macho 4	4	8280	10265	9360

Tabla 10. Pico de frecuencia 3.

	N	Mínimo	Máximo	Media	s
Macho 4	3	11800	12164	12037	205

Tabla 11. Pico de frecuencia 4.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	5760	6228	5970
Macho 2	6	5513	6020	5810
Macho 4	12	6017	6900	6689
Macho 6	4	5460	5900	5551

Tabla 12. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	7453	7921	7705
Macho 2	6	7440	8250	7912
Macho 4	12	6638	9770	8090
Macho 6	4	6544	6773	6626

Tabla 13. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	7	9263	9943	9550
Macho 2	6	13450	14835	13883
Macho 4	12	9404	14200	11739
Macho 6	4	9076	11197	10114

Tabla 14. Cuartil superior

II. Sonido producido por estridulación: Canto de cortejo. Machos

r	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	8	1,040	2,510	1,160
Macho 2	8	1,120	2,130	1,580
Macho 3	5	1,180	2,350	1,350
Macho 5	5	1,710	1,940	1,830
Macho 6	4	1,430	2,400	1,685

Tabla 1. Duración del canto de cortejo (s).

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	8	0,266	0,479	0,387
Macho 2	8	0,471	0,537	0,504
Macho 3	5	0,371	0,478	0,441
Macho 5	5	0,360	0,430	0,396
Macho 6	4	0,326	0,637	0,492

Tabla 2. Duración del esquema (s).

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	8	4	10	4,5
Macho 2	8	3	10	6
Macho 3	5	3	4	4
Macho 5	5	3	8	7
Macho 6	4	3	8	6

Tabla 3. Número de clic por canto.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	8	0,029	0,117	0,065
Macho 2	8	0,040	0,096	0,052
Macho 3	5	0,076	0,502	0,100
Macho 5	5	0,051	0,118	0,076
Macho 6	4	0,063	0,150	0,112

Tabla 4. Silencio entre el esquema y el primer pulso.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	38	0,136	0,373	0,188
Macho 2	38	0,148	0,380	0,196
Macho 3	13	0,206	0,876	0,246
Macho 5	27	0,174	0,951	0,200
Macho 6	19	0,208	0,464	0,242

Tabla 5. Silencio entre clics.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	16	2430	5710	4405
Macho 2	16	2370	5060	3465
Macho 3	10	2640	4210	3125
Macho 5	12	2970	4100	3415
Macho 6	8	2414	4170	3179

Tabla 6. Frecuencia inferior del esquema.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	16	4520	7820	6194
Macho 2	16	3780	7350	6080
Macho 3	10	4000	7330	5955
Macho 5	12	4660	7530	6805
Macho 6	8	5320	6890	6794

Tabla 7. Frecuencia superior del esquema.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	16	980	5390	1750
Macho 2	16	930	4310	2005
Macho 3	10	650	4500	2095
Macho 5	12	820	4270	3530
Macho 6	8	1870	4464	3535

Tabla 8. Amplitud de Banda del esquema.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	8	3380	4990	4045
Macho 2	8	3210	3650	3360
Macho 3	5	3160	3910	3420
Macho 5	6	3420	4070	3805
Macho 6	4	3638	3896	3773

Tabla 9. Pico de frecuencia al inicio del equema.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	8	5250	7050	5590
Macho 2	8	4960	6000	5295
Macho 3	5	4420	5430	4500
Macho 5	6	4030	6000	4685
Macho 6	4	4820	5260	5025

Tabla10. Pico de frecuencia al finalizar el equema.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	8	260	2880	1495
Macho 2	8	1540	2790	1980
Macho 3	5	510	1990	1130
Macho 5	6	240	2580	625
Macho 6	4	1094	1380	1288

Tabla11. Diferencia entre picos.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	16	3440	6090	4515
Macho 2	16	3120	5430	4120
Macho 3	10	3230	4820	3955
Macho 5	12	3480	5290	4085
Macho 6	8	3673	4820	3999

Tabla12. Cuartil inferior del equema.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	16	4240	6670	5125
Macho 2	16	3750	6000	5220
Macho 3	10	3910	6010	4945
Macho 5	12	4260	6430	5055
Macho 6	8	4916	6632	5105

Tabla13. Cuartil medio del equema.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	16	5390	8170	6750
Macho 2	16	5360	13120	8480
Macho 3	10	5390	12980	7815
Macho 5	12	5500	13310	8050
Macho 6	8	6090	14724	8875

Tabla14. Cuartil superior del equema.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	74	2200	5710	3500
Macho 2	19	3000	5900	3840
Macho 3	38	1870	6460	4030
Macho 5	23	1500	5900	3840
Macho 6	19	2480	5670	3420

Tabla15. Frecuencia inferior de los clics.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	74	6560	22300	17565
Macho 2	19	6650	21180	19590
Macho 3	38	11620	23430	19590
Macho 5	23	9840	22500	19310
Macho 6	19	7540	10590	9000

Tabla16. Frecuencia superior de los clics.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	74	2430	18700	13915
Macho 2	19	3560	17900	15280
Macho 3	38	7120	19500	15370
Macho 5	23	4310	20900	15560
Macho 6	19	3140	7730	5570

Tabla17. Amplitud de banda de los clics.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	74	3700	8600	5850
Macho 2	19	6280	9090	7590
Macho 3	38	4100	11530	7400
Macho 5	23	5250	9650	8340
Macho 6	19	5080	7170	5710

Tabla18. Pico de frecuencia de los clics.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	74	4120	7300	5340
Macho 2	19	5530	7780	6750
Macho 3	38	4960	7960	7075
Macho 5	23	5150	7780	6750
Macho 6	19	4500	5850	5200

Tabla 19. Cuartil inferior de los clic.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	74	5900	9500	7170
Macho 2	19	6280	9650	8710
Macho 3	38	7210	11340	9230
Macho 5	23	7210	9650	8810
Macho 6	19	6090	7640	6930

Tabla 20. Cuartil medio de los clic.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	74	7960	18500	13300
Macho 2	19	9280	14250	12930
Macho 3	38	10680	17060	13635
Macho 5	23	10400	17060	13120
Macho 6	19	8150	11810	10210

Tabla 21. Cuartil superior de los clic.

III. Sonido producido por estridulación: Canto de interacción. Hembras

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	15	0,139	0,387	0,188
Hembra 2	5	0,321	0,571	0,404

Tabla 1. Duración del esquema.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	15	2419	7080	4240
Hembra 2	5	3867	11680	4054

Tabla 7. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	15	5	12	6
Hembra 2	5	11	19	13

Tabla 2. Número de sílabas por esquema.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	15	5120	6910	6280
Hembra 2	5	6530	7646	7277

Tabla 8. Pico de frecuencia.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	15	27,933	35,971	33,333
Hembra 2	5	29,101	37,383	32,178

Tabla 3. Tasa de producción de sílabas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	15	5230	6520	5690
Hembra 2	5	6240	7271	6562

Tabla 9. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	91	0,020	0,049	0,036
Hembra 2	64	0,024	0,070	0,033

Tabla 4. Intervalo entre sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	15	6978	8770	7890
Hembra 2	5	7195	8806	7992

Tabla 10. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	15	2490	5390	4681
Hembra 2	5	4370	5625	4798

Tabla 5. Frecuencia inferior del canto.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	15	11620	14960	13530
Hembra 2	5	12855	16025	13750

Tabla 11. Cuartil superior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Hembra 1	15	7599	10820	8670
Hembra 2	5	8683	16050	9035

Tabla 6. Frecuencia superior del canto.

APÉNDICE XXIII. *Sphingonotus uvarovi*

I. Sonido producido por estridulación: Canto mixto.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	2	0,198	0,624	0,411
Macho 2	10	0,252	0,948	0,446
Macho 3	10	0,119	0,821	0,267
Macho 4	7	0,089	0,800	0,340
Macho 5	4	0,076	0,249	0,193

Tabla 1. Duración de los esquemas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	2	7	23	15
Macho 2	10	10	35	16,5
Macho 3	10	4	22	8,5
Macho 4	7	4	34	13
Macho 5	4	3	10	7

Tabla 2. Número de sílabas por canto

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	2	42,498	50,644	46,571
Macho 2	10	25,233	34,656	27,178
Macho 3	10	27,864	40,173	37,250
Macho 4	7	26,809	43,893	33,608
Macho 5	4	30,430	52,861	40,008

Tabla 3. Tasa de producción de sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	28	0,014	0,042	0,034
Macho 2	160	0,010	0,050	0,029
Macho 3	95	0,013	0,045	0,036
Macho 4	103	0,009	0,042	0,023
Macho 5	23	0,013	0,043	0,035

Tabla 4. Intervalo entre sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	2	3760	4400	4080
Macho 2	10	3867	5964	5439
Macho 3	10	3246	6714	5260
Macho 4	7	4570	7210	5530
Macho 5	4	4050	7400	5970

Tabla 5. Frecuencia inferior

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	2	9000	17540	13270
Macho 2	10	8039	17800	11640
Macho 3	10	8460	16670	11127
Macho 4	7	14390	22590	20280
Macho 5	4	9510	20250	14830

Tabla 6. Frecuencia superior

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	2	4590	13780	9185
Macho 2	10	2501	12750	6433
Macho 3	10	3940	12570	5887
Macho 4	7	9169	17060	13860
Macho 5	4	5460	13870	8335

Tabla 7. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	2	5060	6120	5590
Macho 2	10	6150	8607	7315
Macho 3	10	6090	8140	6995
Macho 4	7	6181	8530	7960
Macho 5	4	7030	7590	7190

Tabla 8. Pico de frecuencia.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	2	5060	5540	5300
Macho 2	10	5950	7359	6690
Macho 3	10	5941	7277	6430
Macho 4	7	6158	8060	7460
Macho 5	4	6250	7680	7075

Tabla 9. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	2	6650	7500	7075
Macho 2	10	7617	8994	8194
Macho 3	10	7280	8876	7695
Macho 4	7	7790	10910	9370
Macho 5	4	8290	9370	9210

Tabla 10. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	2	9750	12500	11125
Macho 2	10	10350	16142	13622
Macho 3	10	11894	17109	13870
Macho 4	7	13440	18280	15000
Macho 5	4	12370	17620	16200

Tabla 11. Cuartil superior

II. Sonido producido por estridulación: Canto de cortejo.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana	s
Macho 5	11	0,061	0,083	0,074	0,007

Tabla 1. Duración de los esquemas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana	s
Macho 5	5	0,021	0,032	0,027	0,004

Tabla 2. Duración de las sílabas

	N	Mínimo	Máximo	Mediana	s
Macho 5	16	4400	5490	4860	288

Tabla 3. Frecuencia inferior del canto.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana	s
Macho 5	16	6900	8530	7490	491

Tabla 4. Frecuencia superior del canto.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana	s
Macho 5	16	2080	4030	2615	509

Tabla 5. Amplitud de Banda

	N	Mínimo	Máximo	Mediana	s
Macho 5	16	4960	6930	5845	551

Tabla 6. Pico de frecuencia.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana	s
Macho 5	16	5010	5940	5535	278

Tabla 7. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana	s
Macho 5	16	5820	6780	6350	349

Tabla 8. Cuartil medio

	N	Mínimo	Máximo	Mediana	s
Macho 5	16	7170	11250	8255	1239

Tabla 9. Cuartil superior

APÉNDICE XXIV. *Stetophyma grossum*

I. Sonido producido por estridulación tibia-tegmina: Canto de llamada.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	0,01	16,5	8,63
Macho 2	4	0,042	12,02	8,276
Macho 3	4	1,703	10,911	6,289
Macho 4	2	2,88	3,105	2,992
Macho 5	6	0,018	11,939	3,894
Macho 6	6	0,01	16,5	8,63

Tabla 1. Duración del canto.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	1	18	12
Macho 2	4	1	14	11
Macho 3	4	3	15	5
Macho 4	2	4	5	4,5
Macho 5	6	1	17	5
Macho 6	1	3	3	3

Tabla 2. Número de clic por canto.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	63	0,005	0,019	0,010
Macho 2	36	0,006	0,016	0,009
Macho 3	33	0,009	0,016	0,011
Macho 4	9	0,009	0,015	0,011
Macho 5	43	0,006	0,018	0,010
Macho 6	63	0,005	0,019	0,010

Tabla 3. Duración de los clics.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	57	0,459	1,590	0,803
Macho 2	32	0,687	1,478	0,814
Macho 3	29	0,659	1,767	0,771
Macho 4	7	0,644	1,111	0,829
Macho 5	37	0,289	1,396	0,782
Macho 6	57	0,459	1,590	0,803

Tabla 4. Duración del silencio entre clics.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	16	0,002	0,006	0,004
Macho 3	11	0,002	0,008	0,004
Macho 4	1	0,006	0,006	0,006
Macho 5	5	0,003	0,005	0,004

Tabla 5. Duración de los clics de baja intensidad.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	16	0,009	0,035	0,021
Macho 3	11	0,005	0,033	0,024
Macho 4	1	0,016	0,016	0,016
Macho 5	5	0,004	0,022	0,017

Tabla 6. Silencio entre clics de alta y baja intensidad

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	3370	4590	3700
Macho 2	4	3560	4600	3750
Macho 3	4	2250	5530	4075
Macho 4	2	4120	4780	4450
Macho 5	6	2620	6000	3980
Macho 6	1	4400	4400	4400

Tabla 7. Frecuencia inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	22680	23810	22870
Macho 2	4	18300	23620	21230
Macho 3	4	19800	23430	22780
Macho 4	2	18930	21370	20150
Macho 5	6	18180	22780	20195
Macho 6	1	23620	23620	23620

Tabla 8. Frecuencia superior

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	18930	20150	19120
Macho 2	4	13600	20060	17480
Macho 3	4	15300	21180	18185
Macho 4	2	14810	16590	15700
Macho 5	6	12930	20150	15560
Macho 6	1	19210	19210	19210

Tabla 9. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	5710	18000	7565
Macho 2	4	6090	8250	7030
Macho 3	4	6700	16780	11575
Macho 4	2	7590	8900	8245
Macho 5	6	6930	16030	7730
Macho 6	1	6650	6650	6650

Tabla 10. Pico 1 de frecuencia.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	16210	17810	16825
Macho 2	4	12700	16870	15980
Macho 3	4	14800	19400	17855
Macho 4	2	12090	15750	13920
Macho 5	6	13960	17710	16495
Macho 6	1	18930	18930	18930

Tabla 13. Cuartil superior.

II. Sonido producido por percusión: Canto de interacción

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	14	0,021	0,088	0,047
Macho 4	4	0,027	0,183	0,086

Tabla 1. Intervalo entre sílabas.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	3	370	3840	2060
Macho 4	3	930	2430	2340

Tabla 2. Frecuencia inferior..

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	3	9560	9930	9890
Macho 4	3	9840	10120	9840

Tabla 3. Frecuencia superior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	5810	7960	7450
Macho 2	4	6300	7780	6930
Macho 3	4	6500	9930	8435
Macho 4	2	6280	7500	6890
Macho 5	6	6000	8340	7030
Macho 6	1	8430	8430	8430

Tabla 11. Cuartil inferior.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 1	6	7870	13400	11810
Macho 2	4	7800	11060	9840
Macho 3	4	8400	16780	12840
Macho 4	2	8810	9180	8995
Macho 5	6	8150	13780	9930
Macho 6	1	14810	14810	14810

Tabla 12. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	3	6090	9510	7500
Macho 4	3	7400	8900	7780

Tabla 4. Amplitud de Banda.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	3	6560	7310	6930
Macho 4	3	5710	5710	5710

Tabla 5. Pico de frecuencia.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	3	4990	5710	5430
Macho 4	3	4870	5340	4870

Tabla 6. Cuartil inferior

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	3	7030	7310	7120
Macho 4	3	6000	6840	6090

Tabla 7. Cuartil medio.

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Macho 2	3	8620	9160	8620
Macho 4	3	8340	8430	8430

Tabla 8. Cuartil superior.

