

Emisión de sonido en los estados inmaduros de 18 especies de Lycaenidae ibéricos y su posible significado biológico (Lepidoptera: Lycaenidae)

M. Álvarez, M. L. Munguira, E. Ruiz, J. M. Hernández & M. D. Martínez-Ibáñez

Resumen

Se han grabado y analizado las emisiones acústicas en 18 especies de Lycaenidae de la Península Ibérica, tanto mirmecófilas como amirmecófilas. Las especies estudiadas pertenecen a 15 géneros y corresponden a una especie de la tribu Theclini, una de Eumaeini, dos de Lycaenini y 14 Polyommattini. En cinco de ellas sólo se han estudiado las emisiones de la larva y en las otras trece las producidas tanto por la larva como por la pupa. Las larvas de todas las especies estudiadas emitieron sonidos, así como el 77% de las pupas. Se ha estudiado la frecuencia y estructura de la señal emitida en cada especie. El mecanismo de emisión acústica es diferente en larvas y pupas: en las primeras no se ha observado la existencia de un aparato estridulador, mientras que las pupas presentan aparatos estriduladores intersegmentales abdominales. Las larvas de dos especies de *Lycaena*, así como *Cacyreus marshalli* y *Agriades pyrenaicus* producen sonidos en la fase de larva, pero son amirmecófilas. No se han encontrado diferencias en la emisión de sonido entre larvas mirmecófilas y amirmecófilas. Las pupas de las especies no mirmecófilas no emiten sonido, con la excepción de *Lycaena phlaeas*. Tres de las especies estudiadas (*Glaucopsyche alexis*, *Iolana debilitata* y *Pseudophilotes panoptes*) no emiten sonido en la fase de pupa aunque son mirmecófilas. Estos resultados indican que la producción de sonido no es un carácter inicialmente relacionado con la mirmecofilia, pero podría estar relacionado con mecanismos de alarma y/o defensa, aunque secundariamente pueda reforzar algunos comportamientos mirmecófilos.

PALABRAS CLAVE: Lepidoptera, Lycaenidae, comportamiento, larva, mirmecofilia, producción de sonido, pupa, Península Ibérica.

Sound production in the immature stages of 18 species of Iberian Lycaenidae and its probable biological function (Lepidoptera: Lycaenidae)

Abstract

We recorded and analysed the acoustic signals of 18 lycaenid butterfly species from the Iberian Peninsula, including myrmecophilous and amymecophilous species. The studied species belong to 15 genera and are one Theclini, one Eumaeini, two Lycaenini, and 14 Polyommattini. For five species we studied only the sounds produced by larvae and for 13 the sounds of the larvae and the pupae. Sounds were produced by all the studied larvae and 77% of the pupae. We studied the frequency and structure of the sounds for each species. Sound producing mechanisms are different in larvae and pupae: larvae were not observed to have stridulatory organs while the pupae have intersegmental abdominal stridulatory organs. The larvae of two species of *Lycaena*, *Cacyreus marshalli*, and *Agriades pyrenaicus* produce sounds but are amymecophilous. We did not detect sound production differences between myrmecophilous and amymecophilous larvae. Pupae of amymecophilous

species do not produce sound, with the exception of *Lycaena phlaeas*. Three of the studied species (*Glaucopsyche alexis*, *Iolana debilitata*, and *Pseudophilotes panoptes*) are myrmecophilous, but do not produce sounds during the pupal stage. Our results therefore show that sound producing behaviour is not initially related with myrmecophily, but could be related with an alarm and/or defense mechanism, that could secondarily be linked with myrmecophilous behaviours.

KEY WORDS: Lepidoptera, Lycaenidae, behaviour, larva, myrmecophily, pupa, sound production, Iberian Peninsula.

Introducción

La emisión de sonido es un método muy extendido de comunicación inter e intraespecífica tanto en los insectos sociales (HALLIDAY & SLATER, 1983; KIRCHNER, 1997; BILLEN, 2006; CLARIDGE, 2006; HUNT & RICHARD, 2013) como en los Lepidoptera, (FEDERLEY, 1905; YACK *et al.*, 2001; ELIOPOULOS, 2006; BOWEN *et al.*, 2008). En los lepidópteros, la emisión de sonido puede producirse en las fases de larva, pupa y adulto. En los adultos puede originarse al frotar estructuras estriadas de las alas con las patas, como es el caso de algunos Noctuidae (HASKELL, 1961) y en los Sphingidae mediante la expulsión de aire (HINTON, 1948). En las familias Lycaenidae y Riodinidae las larvas y las pupas de la mayoría de las especies producen sonido, mientras que esto no es frecuente en las otras familias de Lepidoptera (DOWNEY & ALLYN, 1973; De VRIES, 1991a; PIERCE *et al.*, 2002; ÁLVAREZ, 2009; ÁLVAREZ *et al.*, 2005). Por otra parte, una elevada proporción de los Lycaenidae y Riodinidae están asociados con hormigas, situación excepcional en los Lepidoptera, por lo que algunos autores piensan que la producción de sonido puede tener relación con la mirmecofilia (De VRIES, 1990; BARBERO *et al.*, 2009a; THOMAS *et al.*, 2010).

El método de producción sonora en las larvas de los Lycaenidae no es conocido. Algunos autores indican que puede deberse a contracciones musculares y compresión del aire a través de las tráqueas (SCHURIAN & FIELDLER, 1991; BARBERO *et al.*, 2009b, 2012; SALA *et al.*, 2014). KITCHING *et al.* (1999) describen el sonido emitido por las larvas del Lycaenidae australiano *Jalmenus evagoras* Donovan, 1805, indicando que el aparato estridulador podría estar situado en los márgenes de cada segmento abdominal, por encima de la línea del espiráculo. Para otros autores la emisión del sonido puede ser el resultado de una estridulación, y según opinaba NASH (2005), la región tapizada de rugosidades de la cutícula intersegmental en las larvas de cuarta edad del género *Phengaris* podría ser utilizada para producir señales vibratorias.

El sonido producido por las larvas de Lycaenidae, ha sido analizado en escasos trabajos: De VRIES, 1990; 1991a, b; De VRIES *et al.*, 1993 y ELFFERICH, 1998. El último autor, ha estudiado el sonido emitido por las larvas de diferentes especies indicando que las larvas de las especies ibéricas *Lycaena phlaeas* (Linnaeus, 1760), *Favonius quercus* (Linnaeus, 1758), *Satyrium ilicis* (Esper, 1779) y *Zizeeria knysna* (Trimen, 1862) emiten sonidos. RIVA *et al.* (2017), también han analizado el sonido de las larvas de doce especies de Lycaenidae, de las cuales *Cacyreus marshalli* (Butler, 1898) y *Scolitantides orion* (Pallas, 1771) son especies ibéricas. Otros autores como BARBERO *et al.* (2009b, 2012) y SALA *et al.* (2014), han registrado la emisión de sonido en larvas y pupas de varias especies de *Phengaris* y su relación con hormigas del género *Myrmica*. Por otra parte, TRAVASSOS & PIERCE (2000), han descrito los diferentes tipos de señales que se producen en la emisión de sonido de las larvas y las pupas del Lycaenidae australiano *Jalmenus evagoras*. Otros trabajos han descrito la emisión sonora en distintas especies sin realizar grabaciones o estudios de sonido (PRELL, 1913; DOWNEY 1966; FIEDLER, 1992).

KLEEMAN en 1774 (citado en DOWNEY, 1966), fue el primer naturalista que observó que las pupas de Lycaenidae emitían sonidos. PRELL (1913) describe el sonido producido por *F. quercus*, indicando que puede deberse a las contracciones de los músculos longitudinales de las zonas dorsolaterales del abdomen. HINTON (1948) indica que los músculos de la pupa están unidos por tonofibrillas a la membrana de la zona intersegmental situadas entre los segmentos abdominales

quinto y sexto, sin quedar claro si esas bandas de músculos pertenecen a la pupa o son estructuras larvarias persistentes. DOWNEY (1966) y DOWNEY & ALLYN (1973) señalan que los sonidos de las pupas pueden producirse por movimientos rápidos dorsoventrales del abdomen, que hacen rozar una placa estriduladora y un rascador presentes en la zona intersegmental de algunos segmentos abdominales. En una completa monografía, ÁLVAREZ *et al.* (2014) describen la estructura del aparato estridulador de las pupas de 35 especies de Lycaenidae ibéricos de las tribus Theclini, Eumaeini, Lycaenini y Polyommattini. Estos autores señalan que la placa estriduladora, localizada en la región posterior del quinto segmento, puede estar constituida por dientes, tubérculos o estrías, mientras que el rascador, situado en la zona anterior del sexto segmento, está formado por dientes.

El primero en describir el sonido emitido por las pupas es PRELL (1913). DOWNEY (1966) menciona el sonido de la pupa de *L. phlaeas* y observa la presencia del aparato estridulador. HOEGH-GULDBERG (1972) describe el sonido en las pupas de algunas especies de Lycaenidae. DOWNEY & ALLYN (1978) identifican tres formas de emisión como resultado de sus análisis de sonido en las pupas de los Lycaenidae: a) señales primarias de pulsos repetidos, audibles por el oído humano, con duración de 5-50 ms y resultantes de perturbaciones sobre la pupa; b) señales secundarias inaudibles para el oído humano (por lo que necesitan amplificación para ser detectadas), formadas por series de pulsos, de una amplitud aproximadamente la mitad que la de las señales primarias y no inducidas; y c) señales terciarias continuas, de intensidad baja y similares a sonidos de fondo. SILVA *et al.* (2014), estudiando Lycaenidae Eumaeini antófagos, señalan que se produce una emisión de sonido al mover el recipiente que contiene las pupas.

Con respecto al significado biológico de las emisiones sonoras, HINTON (1948) establece que dentro de las posibles funciones que puede tener la emisión de sonido en las pupas, la principal sería de tipo defensivo, ya que la pupa estridula cuando es molestada. Por otro lado DOWNEY (1966), especula sobre el papel sexual de la emisión de sonido de las pupas, indicando que éste podría atraer a insectos adultos próximos del sexo opuesto, facilitando que el apareamiento se produzca inmediatamente después de la emergencia del adulto. Sin embargo, también relaciona la emisión de sonido en las pupas con la simbiosis con hormigas (SETTELE *et al.*, 2011) e, incluso, con la función de protección frente a depredadores (DOWNEY, 1967). Para DOWNEY & ALLYN (1973) y DOWNEY (1967) el sonido en las pupas sería un carácter ancestral que apareció inicialmente con una función defensiva y ha podido tener importancia posteriormente en relación con la comunicación con las hormigas. HOEGH-GULDBERG (1972), indica que la hipótesis de mecanismo defensivo en las especies que no están sujetas a depredación se dirigiría hacia la evitación de parásitos más que a la mirmecofilia. Tanto en larvas como en pupas de Lycaenidae han sido descritos diversos parasitoides (OBREGÓN *et al.*, 2015) y, de hecho, varios de los individuos estudiados por nosotros se encontraban parasitados. En ÁLVAREZ *et al.* (2014) se indica que la producción de sonido sería un carácter ancestral y ha podido ser utilizado por algunas especies en un contexto de mirmecofilia. En esta línea, en el Lycaenidae australiano *Jalmenus evagoras*, las señales acústicas parecen intervenir en el reclutamiento de hormigas acompañantes (PIERCE & NASH, 1999).

En el presente trabajo se han realizado registros sonoros y se analizan las características del sonido emitido por las larvas y pupas de 18 especies de Lycaenidae pertenecientes a las cuatro tribus de esta familia presentes en la Península Ibérica. Se ha ampliado el número de especies estudiadas desde el punto de vista acústico hasta el momento y se discute el posible significado biológico de las emisiones acústicas.

Material y métodos

RECOGIDA DE MUESTRAS

La mayoría de los ejemplares han sido recogidos en el campo en la fase de larva en localida-

des del centro y sur de España fundamentalmente. Otros procedieron de plantas en macetas de jardines particulares (*Cacyreus marshalli*), o de huevos puestos por hembras en el laboratorio. Las especies estudiadas y las localidades y fechas de captura se detallan en la Tabla 1. Todas las larvas se han criado hasta llegar a la fase de adulto para asegurar una correcta identificación de la especie, para lo que ha sido necesario disponer de las plantas nutricias específicas de las larvas de cada una de las especies. Las larvas se separaron individualmente en una placa de petri, la cual se identificaba con el nombre de la especie y a la que se asignaba un código, mantenido para la identificación en las grabaciones de sonido. Dicha placa incluía un papel de filtro humedecido y la planta nutricia de la especie, todo ello se conservó a temperatura ambiente. Las fechas de recogida de los ejemplares comprendieron los años 2004 a 2008, fundamentalmente entre los meses de marzo y julio. La nomenclatura utilizada corresponde a la de Fauna Ibérica (GARCÍA-BARRIOS *et al.*, 2013), con ligeras modificaciones.

Tabla 1.– Especies de Lycaenidae ibéricos utilizadas para las grabaciones de larvas y pupas, localidades, provincias y fechas de captura.

Especies estudiadas	Localidad
Tribu Lycaenini	
<i>Lycaena phlaeas</i> (Linnaeus, 1760)	Oteruelo del valle (Madrid) 7-X-2004
<i>L. bleusei</i> (Oberthür, 1884)	Campo Real (Madrid) 15-VI-2004, Oteruelo del valle (Madrid) 7-X-2004
Tribu Theclini	
<i>Favonius quercus</i> (Linnaeus, 1758)	Soto del Real (Madrid) 20-V-2005, La Granja (Segovia) 28-V-2005
Tribu Eumaeini	
<i>Satyrrium ilicis</i> (Esper, 1779)	Miraflores (Madrid) 20-V-2005, La Granja (Segovia) 22-V-2005
Tribu Polyommataini	
<i>Lampides boeticus</i> (Linnaeus, 1767)	Campo Real (Madrid) 15-VI-2004; 29-VI-2004, Puebla de Beleña (Guadalajara) 11-VII-2004
<i>Cacyreus marshalli</i> Butler, 1898	Tres Cantos (Madrid) 24-IX-2008
<i>Zizeeria knysna</i> (Trimen, 1862)	Jerez de los Caballeros (Badajoz) 15-X-2005
<i>Cupido minimus</i> (Fuessly, 1775)	Uña (Cuenca) 17-VI-2005
<i>Scolitantides orion</i> (Pallas, 1771)	Santa Casilda (Burgos) 7-VII-2005
<i>Pseudophilotes panoptes</i> (Hübner, 1813)	Durón (Guadalajara) 29-V-2005
<i>Glaucopsyche alexis</i> (Poda, 1761)	Campo Real (Madrid) 15-VI-2004; 27-V-2005
<i>G. melanops</i> (Boisduval, 1828)	Loeches (Madrid) 29-VI-2004
<i>Iolana debilitata</i> (Schultz, 1905)	Campo Real (Madrid) 15-VI-2004; 29-VI-2004
<i>Polyommatus thersites</i> (Cantener, 1835)	Campo Real (Madrid) 15-VI-2004
<i>Aricia morronensis</i> (Ribbe, 1910)	Puerto del Tejo, Sierra de Cazorla (Jaén) 5-V-2005
<i>A. cramer</i> (Eschscholtz, 1821)	Oteruelo del Valle (Madrid) 20-VII-2004
<i>Kretania hesperica</i> (Rambur, 1839)	Campo Real (Madrid) 22-III-2004; 15-VI-2004; 29-VI-2004
<i>Agriades pyrenaicus</i> (Boisduval, 1840)	Áliva, Picos de Europa (Santander) 1-V-2005

REGISTRO DEL SONIDO

La grabación de los ejemplares, tanto de las larvas como de las pupas, se llevó a cabo en el laboratorio, a temperatura ambiente (20° C-24° C), realizándose una grabación por individuo en

el interior de un vial de plástico, en cuyo fondo se colocó una membrana conectada a un micrófono dinámico omnidireccional con un rango de frecuencia de 100 a 20.000 Hz. De esta forma, se registraba cualquier vibración transmitida tanto por el aire como por el sustrato que tuviese lugar en la cámara. El ruido de fondo se captó en las grabaciones y no ha sido filtrado, pero se ha eliminado en el análisis de sonido. En aquellos ejemplares en los que se efectuaron perturbaciones sobre la pupa para obtener emisiones acústicas, estas se realizaron mediante el roce de un pincel sobre la zona dorsal de la misma. La grabación de las emisiones de sonido en las pupas se ha realizado en varios momentos de su desarrollo: en las etapas iniciales, intermedias y próximas a la eclosión. La señal del micrófono se enviaba a un preamplificador de señal con potenciómetro de entrada que, a su vez dirigía la señal a un digitalizador Creative Audigy ZS, provisto de ganancia de micro. La grabación se digitalizó en formato WAVE PCM monofónico a 32 bits y 44.100 Hz. El sonido se grabó en un ordenador personal dotado del software para la grabación de sonido digital: Creative Wave Studio 5.0 (Adobe, 2007).

ANÁLISIS DEL SONIDO

Una vez obtenida la señal y registrada en soporte digital, se procedió al análisis de la misma mediante el empleo de los programas Adobe Audition 1.5 (Adobe, 2007) y Gold Wave 5.0 (Gold Wave, 2007) que permiten la visualización del sonograma, así como la obtención del espectro de frecuencias parcial y total. Los espectrogramas se obtuvieron con una FFT (Transformación Rápida de Fourier) de 256 y función de ventana Hamming. Con los programas mencionados se realizaron las siguientes medidas a partir de la grabación obtenida: frecuencia de emisión (rango completo), frecuencia principal de emisión (rango en el que se da la intensidad más alta del sonido), duración de la secuencia de estridulación, presencia de equemas (agrupación de sílabas), estructura silábica de la secuencia de estridulación, duración de las sílabas y hemisílabas, duración del silencio entre sílabas, duración del silencio entre hemisílabas, tasa de emisión (sílabas por segundo) y emisión de sílabas atípicas.

Las grabaciones se encuentran depositadas en el Banco de emisiones sonoras de animales del Departamento de Zoología y Antropología Física de la Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid (España). Los ejemplares adultos y las exuvias de las pupas grabadas se encuentran depositados en la Colección de Entomología del Departamento de Biología de la Universidad Autónoma de Madrid (España).

Resultados

LARVAS

Se han estudiado las emisiones sonoras de las larvas de 18 especies de licénidos ibéricos pertenecientes a 15 géneros (63% de los géneros de licénidos ibéricos), correspondientes a las tribus Theclini (una especie), Eumaeini (una especie), Lycaenini (dos especies) y Polyommataini (14 especies) (Tablas 1, 2 y 3). Todas las especies estudiadas han emitido sonido, en 15 de ellas de forma espontánea y en las tres restantes (*Pseudophilotes panoptes*, *Kretania hesperica* y *Agriades pyrenaicus*) como respuesta a una perturbación. Los individuos de las diferentes especies estudiadas, emiten sonidos formados por sílabas simples (Fig. 1). Una excepción a lo anterior es la especie *Satyrium ilicis*, que tiene el sonido estructurado en sílabas dobles o triples, siendo las primeras mayoritarias con respecto a las segundas (Fig. 2). La emisión del sonido se ha producido con un espectro de frecuencias comprendido entre 100 y 3.000 Hz, con unas frecuencias principales situadas generalmente en un intervalo de entre 100 y 700 Hz (Tabla 3). Estas frecuencias entran dentro del espectro audible por el ser humano, aunque en ocasiones, la poca amplitud del sonido emitido hace que sea difícilmente detectable sin amplificación.

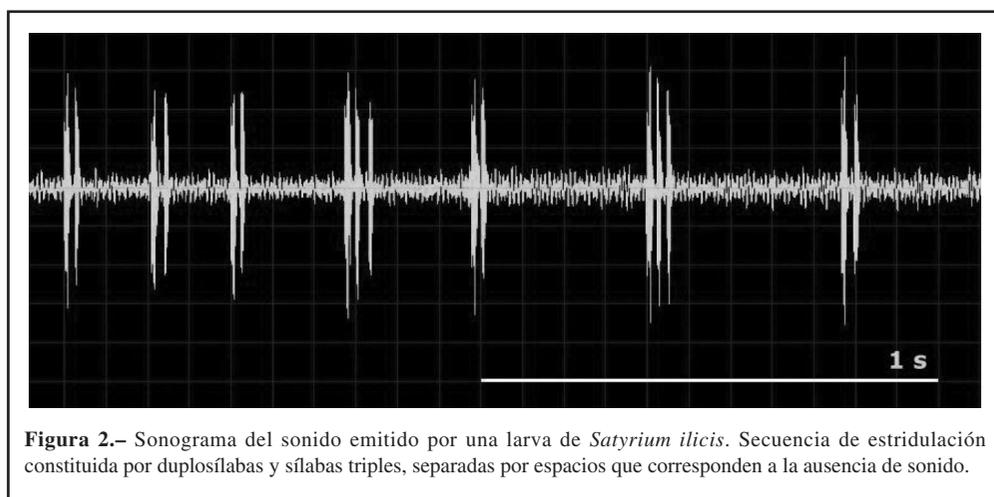
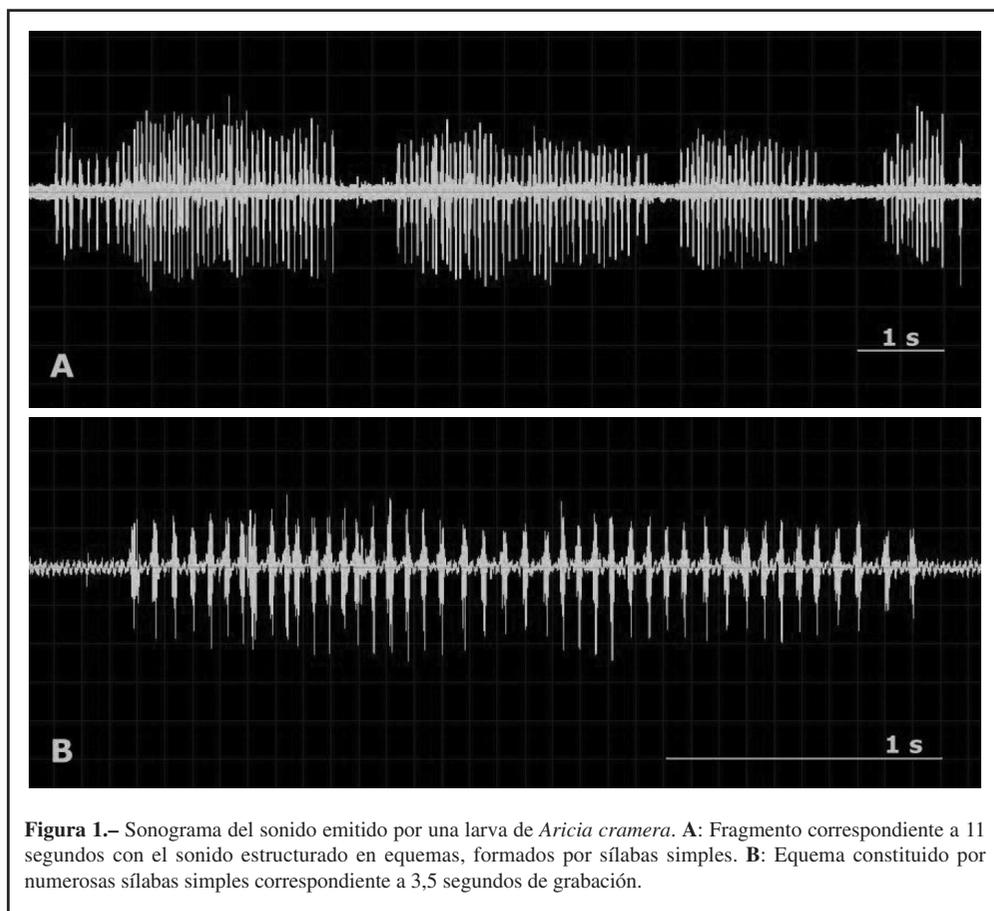


Tabla 2.– Registro de sonido en las especies de Lycaenidae estudiadas en las fases de larva y pupa. Se indica si son o no mirmecófilas y la presencia o ausencia de aparato estridulador en las pupas. Las líneas discontinuas indican que no se dispuso de pupas para el estudio de esa especie. * Descrito en la literatura. ** Se estudió en la pupa la emisión de sonido sin obtener resultados.

	Sonido larva	Sonido pupa	Mirmecofilia	Aparato estridulador	Perturbación en la pupa
Tribu Lycaenini					
<i>Lycaena phlaeas</i>	Si	Si	No	Si	No
<i>L. bleusei</i>	Si	----	No	Si*	----
Tribu Theclini					
<i>Favonius quercus</i>	Si	Si	Si	Si	Si
Tribu Eumaeini					
<i>Satyrium ilicis</i>	Si	----	Si	Si*	----
Tribu Polyommattini					
<i>Lampides boeticus</i>	Si	Si	Si	Si	No
<i>Cacyreus marshalli</i>	Si	Si	No	No	Si
<i>Zizeeria knysna</i>	Si	Si	Si	Si	Si
<i>Cupido minimus</i>	Si	----	Si	----	----
<i>Scolitantides orion</i>	Si	----	Si	No*	----
<i>Pseudophilotes panoptes</i>	Si	No	Si	No	**
<i>Glaucopsyche alexis</i>	Si	No	Si	No	**
<i>G. melanops</i>	Si	----	Si	No*	----
<i>Iolana debilitata</i>	Si	No	Si	No	**
<i>Polyommatus thersites</i>	Si	Si	Si	Si	No
<i>Aricia cramera</i>	Si	Si	Si	Si	Si
<i>A. morronensis</i>	Si	Si	Si	Si	No
<i>Kretania hesperica</i>	Si	Si	Si	Si	No
<i>Agriades pyrenaicus</i>	Si	No	No	Si	**

La duración media de las sílabas en la mayoría de las especies se sitúa entre 30 y 60 ms (media 46,1 ms, SD= 16,4 ms, N= 18, Tabla 3), con valores menos frecuentes por debajo de 30 ms (20 ms en *Cupido minimus*) y por encima de 60 ms (82 ms en *S. ilicis* y 85 ms en *Cacyreus marshalli*). En cuanto a la organización de las emisiones de sonido de las 18 especies analizadas, 11 emiten el sonido estructurado en esquemas (grupos de sílabas separados por pausas de duración variable, Fig. 3), cinco no presentan esquemas y dos especies (*Agriades pyrenaicus* y *Aricia cramera*) presentan variabilidad en este carácter, con individuos que emiten el sonido organizado en esquemas y otros que no. Las especies del mismo género presentan parámetros de sonido similares, sobre todo por lo que se refiere a la duración de las sílabas (Tabla 3). Sin embargo, aparecen diferencias en el intervalo entre sílabas y las frecuencias principales, lo que podría deberse a diferencias interespecíficas, que necesitarían estudios más detallados para corroborarse.

Se ha observado la emisión de señales acústicas cuando las larvas estaban tanto en reposo como en movimiento, aunque los sonidos eran más intensos durante los desplazamientos de éstas. Algunos ejemplares al ser molestados arquean su cuerpo y dejan de emitir sonido (*Cupido minimus*), mientras que otros emítan sonido aun cuando su cuerpo se arqueaba (*S. ilicis*). Hemos podido observar algunos casos de larvas parasitadas que también producían sonido.

PUPAS

Se han estudiado las pupas de 13 especies de licénidos pertenecientes a 12 géneros (50% de

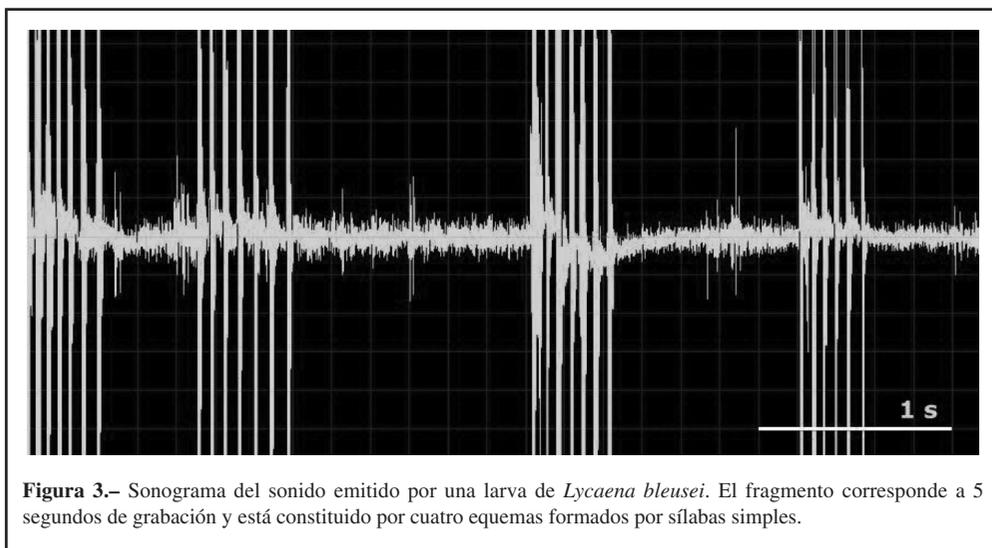


Tabla 3.– Número de individuos y grabaciones obtenidas en las larvas de las 18 especies de Lycaenidae ibéricos estudiadas. Para cada especie se proporcionan las medias de duración y el espacio entre sílabas, así como el rango de frecuencias y la frecuencia principal de las emisiones de sonido.

	Nº individuos	Duración sílaba (ms)		Duración espacio entre sílabas (ms)		Rango de Frecuencias (Hz)	Frecuencia principal (Hz)
		\bar{X}	SD	\bar{X}	SD		
Tribu Lycaenini							
<i>Lycaena phlaeas</i>	2	42,4	29,5	15,0	143,8	100-1800	160/779
<i>L. bleusei</i>	2	31,8	9,6	32,7	14,8	100-3000	100/204
Tribu Theclini							
<i>Favonius quercus</i>	2	58,8	15,2	68,1	19,5	100-1200	100/1200
Tribu Eumaeini							
<i>Satyrium ilicis</i>	1	81,9	11,1	-----	719,9	200-2300	106/609
Tribu Polyommattini							
<i>Lampides boeticus</i>	2	41,4	12,8	103,9	148,9	100-1800	203/563
<i>Cacyreus marshalli</i>	2	84,6	23,4	15823,0	150,0	100-1000	150
<i>Zizeeria knysna</i>	2	43,1	40,0	564,3	2364,8	100-700	218
<i>Cupido minimus</i>	1	20,4	5,6	26,4	230,3	100-3000	233
<i>Scolitantides orion</i>	1	49,4	7,8	61,9	45,8	100-1400	162/584
<i>Pseudophilotes panoptes</i>	2	32,7	14,6	38,2	18,5	100-1200	185
<i>Glaucopsyche alexis</i>	2	38,6	5,6	51,7	13,9	100-2600	500
<i>G. melanops</i>	1	31,7	5,0	25,9	14,1	100-1400	227
<i>Iolana debilitata</i>	2	38,8	18,8	137,5	686,5	100-3000	164
<i>Polyommatus thersites</i>	1	37,8	8,1	24,0	9,4	100-1400	256
<i>Aricia cramera</i>	2	47,0	15,0	94,8	126,0	100-1100	223/1100
<i>A. morronensis</i>	2	37,6	10,1	124,6	42,0	300-1500	450
<i>Kretania hesperica</i>	1	56,6	9,4	-----	143,0	100-1500	155/1500
<i>Agriades pyrenaicus</i>	1	50,6	11,1	89,6	53,1	100-1600	502

los géneros de licénidos ibéricos), una de cada una de las tribus Theclini y Lycaenini y 11 de la tribu Polyommattini (Tablas 1, 2 y 4). De ellas nueve especies han emitido sonido y cuatro no. Tres de las ocho especies (38%) necesitaron una perturbación para comenzar a emitir sonido (Tabla 2 y Fig. 4). Todas las especies que no han emitido sonido pertenecen a la tribu Polyommattini: *Glaucophyche alexis*, *Iolana debilitata*, *P. panoptes* y *A. pyrenaicus*). Estas especies no fonadoras no presentan aparato estridulador, pero *A. pyrenaicus* sí presenta esta estructura y ello nos lleva a pensar que las condiciones de grabación no hayan sido favorables para esta especie de alta montaña. En los individuos de las diferentes especies estudiadas, las sílabas presentes en las emisiones de sonido son sílabas simples, excepto en *Polyommatus thersites* que presenta tanto sílabas simples como dobles. La frecuencia de emisión se encuentra en un rango entre 100 y 4.500 Hz, situándose la mayor parte de frecuencias principales entre los 300 y 600 Hz.

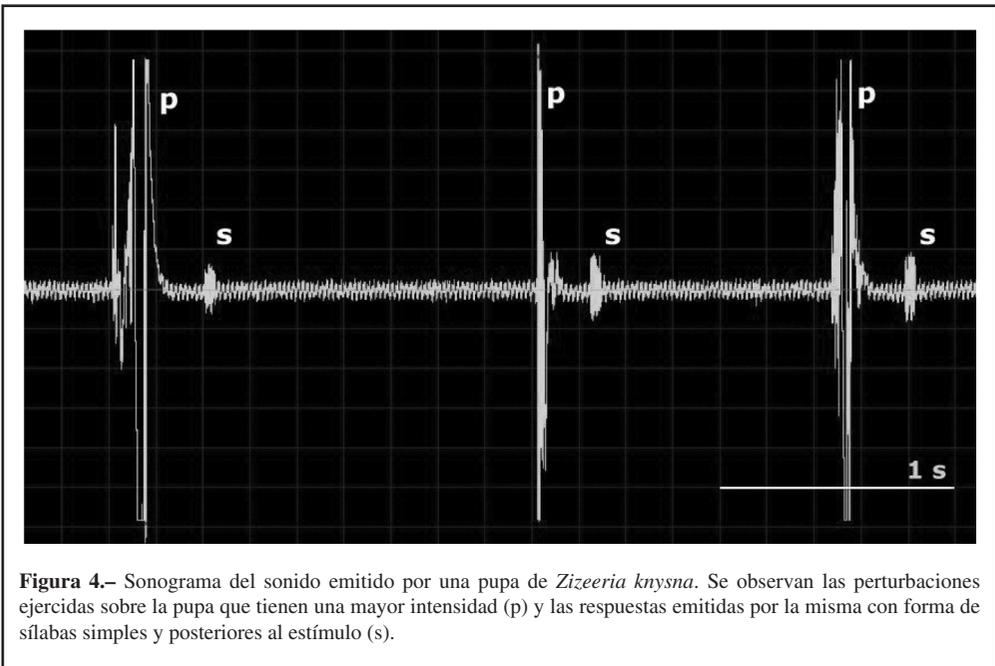


Figura 4.— Sonograma del sonido emitido por una pupa de *Zizeeria knysna*. Se observan las perturbaciones ejercidas sobre la pupa que tienen una mayor intensidad (p) y las respuestas emitidas por la misma con forma de sílabas simples y posteriores al estímulo (s).

La duración media de las sílabas es de 47,3 ms (SD= 18,1; N= 9) y presenta valores comprendidos entre 18 y 108 ms (Tabla 4). La especie con mayor duración de las sílabas es *C. marshalli*, que también resultó ser la especie con un valor más alto para este rasgo en el caso del estado larvario. El intervalo medio entre las sílabas en las diferentes especies es muy heterogéneo, debido a que la emisión de algunas de ellas consiste en una única sílaba separada por silencios muy variables, ya sea por emisión espontánea o tras una perturbación. En este último caso, la tasa de emisión suele ir ralentizándose a medida que transcurre el tiempo tras el estímulo. Por lo que se refiere a las diferencias entre especies del mismo género, solo poseemos datos del género *Aricia*, que presenta, en las dos especies estudiadas, parámetros bastante similares en las variables consideradas (Tabla 4).

Tabla 4.– Características del sonido en las pupas de las nueve especies de Lycaenidae ibéricos estudiadas que emitieron sonido. Se muestra el número de individuos registrados, la duración media de las sílabas emitidas y el rango de frecuencias y frecuencias principales de las emisiones.

	Nº individuos	Duración sílaba (ms)		Rango de Frecuencias (Hz)	Frecuencia principal (Hz)
		\bar{x}	SD		
Tribu Lycaenini					
<i>Lycaena phlaeas</i>	3	42,2	10,8	100-3000	319
Tribu Theclini					
<i>Favonius quercus</i>	1	18,2	11,3	600-3000	----
Tribu Polyommataini					
<i>Lampides boeticus</i>	1	40,2	23,1	500-4000	1013
<i>Cacyreus marshalli</i>	1	108,3	34,1	300-1800	373
<i>Zizeeria knysna</i>	3	70,7	11,6	200-1700	310
<i>Polyommatus thersites</i>	2	36,4	9,4	395-4500	400/4500
<i>Aricia cramera</i>	3	35,5	22,0	200-1000	500
<i>A. morronensis</i>	5	47,8	16,8	400-4000	574
<i>Kretania hesperica</i>	2	74,1	28,8	250-4500	500

Las emisiones de tres especies (*L. phlaeas*, *G. melanops* y *A. cramera*) presentan el sonido organizado en equemas, mientras las otras seis especies no. En las primeras etapas de desarrollo de la pupa de las especies fonadoras se ha comprobado la emisión de sonido. Sin embargo, cuando la pupa se encontraba próxima a la eclosión del imago dejaban de emitir, a excepción de un único caso en *Aricia morronensis*. En la mayor parte de los casos en los que el sonido se emite como respuesta a una perturbación, la tasa de emisión e incluso la intensidad son más elevadas al principio para ir relajándose con el tiempo. En la pupa de *A. morronensis* se observan además dos tipos de sonido, uno de menor amplitud y continuado que deja de emitirse cuando se emiten los pulsos de las sílabas simples y el otro el correspondiente a dichas sílabas, que es puntual y de mayor amplitud (Fig. 5).



Figura 5.– Sonograma del sonido emitido por una pupa de *Aricia morronensis*. En la imagen aparecen ocho sílabas simples intercaladas con un segundo tipo de sonido continuado que está presente durante toda la grabación, similar a un sonido de fondo.

Discusión

El presente trabajo amplía considerablemente el número de especies de Lycaenidae ibéricos para los que se conoce el comportamiento acústico. Presentamos datos para larvas de 18 especies (25% del total de Lycaenidae ibéricos) y pupas de 13 (18%), pertenecientes a las cuatro tribus de esta familia que están representadas en la fauna ibérica. Por estudios previos de las características del sonido de los Lycaenidae ibéricos se conocían las emisiones de seis especies en la fase larvaria y de una sola en la fase de pupa (*Phengaris alcon*), por lo que nuestra contribución amplía tanto el número de especies estudiadas como su cobertura taxonómica. Todas las larvas de las especies estudiadas han emitido sonido, datos que coinciden con los de ELFFERICH (1998), en cuyos estudios realizados con diferentes larvas de lepidópteros, observó que las larvas de Lycaenidae estudiadas producían vibraciones, lo que no ocurría con las larvas de otros lepidópteros. Nuestros resultados de larvas emitiendo sonidos en reposo no coinciden con los de DE VRIES (1991b), que destaca que las larvas solo emiten sonido cuando se están moviendo o cuando están comiendo, no emitiéndolo en reposo.

Todos los sonidos de larvas estudiados se asemejan a un tamborileo o repiqueteo y su estructura es en líneas generales es similar en las distintas especies. Sin embargo, PIERCE & NASH (1999), al analizar el sonido emitido por la larva del Lycaenidae australiano *Jalmenus evagoras*, encuentran una mayor variedad de sonidos, con tres tipos diferentes de señales, que denominan gruñidos, tamborileo y siseos.

Las emisiones se producen tanto en larvas amirmecófilas como mirmecófilas. Sin embargo, en algunas especies mirmecófilas, como *Cupido minimus*, la presencia de hormigas desencadena la emisión de sonido, aunque también se producía estridulación sin la presencia de éstas. En los estudios realizados por ELFFERICH (1998) se afirma que las larvas no experimentan cambios en la emisión del sonido aunque sean atendidas por hormigas, lo cual coincide con nuestros resultados. Por otro lado RIVA *et al.* (2017) y FIEDLER *et al.* (1995), señalan que las especies amirmecófilas emiten menos frecuentemente y de forma más simple que las de las mirmecófilas, reforzando las hipótesis de que la acústica en los Lycaenidae tiene un papel crucial en la interacción con las hormigas, mientras que presenta una función defensiva en especies que no están asociadas con éstas. TRAVASSOS & PIERCE (2000) señalan que la presencia de hormigas influye en la tasa de emisión de dos de los tres sonidos, concretamente en el gruñido y en el siseo, pero no del tamborileo. Nuestros datos (Tabla 2) no apoyan una diferencia de emisiones entre especies mirmecófilas y amirmecófilas, ya que las frecuencias y otros parámetros del sonido son similares en las cuatro especies amirmecófilas (género *Lycaena*, *Cacyreus marshalli* y *Agrides pyrenaicus*) que en el resto. Por ello estos resultados confirman la opinión de algunos autores (DOWNEY, 1967; DOWNEY & ALLYN, 1973; ÁLVAREZ *et al.*, 2014) de que inicialmente el sonido no está relacionado con la mirmecofilia, lo que no impide que aquellas que emiten sonido y son mirmecófilas lo utilicen secundariamente para dicha asociación.

En cuanto a la pupa, hemos encontrado dos tipos diferentes de sonidos en algunos casos, pudiendo responder no sólo al frotamiento del aparato estridulador presente en los segmentos quinto y sexto del abdomen, sino a estructuras de otros segmentos, como los dientes que aparecen en muchas especies (ÁLVAREZ *et al.*, 2014). Esto coincide con los datos aportados por DOWNEY & ALLYN (1973) que indican, que los dos tipos de sonido pueden ser atribuidos a diferentes regiones intersegmentales. También explican que los trenes de pulsos emitidos son el resultado de frotar el rascador contra la placa estriduladora, de manera que la velocidad con la que se realizan dichos movimientos dorsales y las diferentes estructuras implicadas en la emisión del sonido (estrías, dientes, tubérculos, ondulaciones) están relacionadas con que los tipos de sonido sean distintos. El número de especies estudiadas en la fase de pupa no nos permite corroborar esta idea, si bien la única especie de nuestro estudio que presenta estrías en el aparato estridulador (*Favonius quercus*) emite sonido con sílabas más cortas que las demás especies, aunque no presenta diferencias para otros parámetros del sonido (Tabla 4, Figura 6).

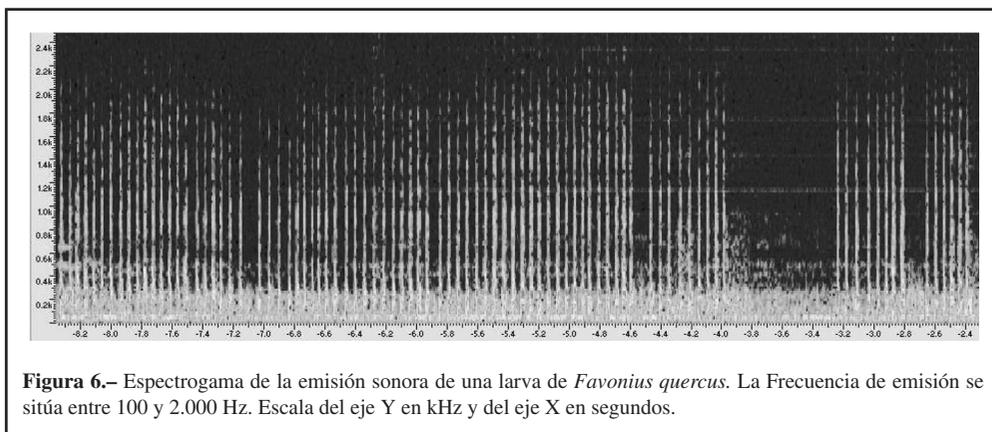


Figura 6.– Espectrograma de la emisión sonora de una larva de *Favonius quercus*. La Frecuencia de emisión se sitúa entre 100 y 2.000 Hz. Escala del eje Y en kHz y del eje X en segundos.

En los estudios que realiza DOWNEY (1966), indica que, en algunas especies, individuos ya próximos a la eclosión emitan sonidos, lo cual concuerda con nuestras observaciones durante la cría en laboratorio. SCHURIAN *et al.* (2006), al analizar los sonidos emitidos por la pupa de *Lysandra coridon* (Poda, 1761), en las distintas fases de pupación observó que había diferencias con respecto a la emisión de sonido. De la misma manera que en las larvas, la emisión de sonido aparece tanto en especies mirmecófilas como en las amirmecófilas (Tabla 2). Las especies que no presentan aparato estridulador (*Iolana debilitata*, *Glaucopsyche alexis* y *Pseudophilotes panoptes*) no emiten sonido, siendo sin embargo especies mirmecófilas. Esto apoyaría nuevamente las hipótesis de DOWNEY (1967) y ÁLVAREZ *et al.* (2014) de que el sonido no está inicialmente relacionado con la mirmecofilia. El sonido podría tener originalmente un carácter defensivo (tanto frente a predadores como a parasitoides) o de otro tipo, pudiendo ser utilizado secundariamente para otras funciones entre las que podría encontrarse la potenciación de las relaciones con formicidos, como proponen DOWNEY & ALLYN (1973) y BARBERO *et al.* (2009a, 2009b).

Las pupas de la especie amirmecófila *C. marshalli* no presentan aparato estridulador y sin embargo emiten sonidos. Esta sorprendente observación puede deberse a que el sonido se produzca en diferentes regiones intersegmentales, como se señala más arriba, sin que haya estructuras especializadas para la emisión de sonido. Por otro lado, *A. pyrenaicus* presenta aparato estridulador, pero no emitió sonido en nuestro estudio. Este resultado podría deberse, tal como hemos apuntado anteriormente, a que las condiciones de grabación no resultan adecuadas para esta especie de alta montaña.

Las observaciones de las pupas realizadas en este trabajo apoyan la idea de que existe una relación entre la emisión del sonido y una función defensiva o de alarma, puesto que en la mayoría de los casos en los que las pupas emiten sonido, éste es una respuesta a una perturbación. La pupa recibe un estímulo externo y responde a él mediante la emisión de un sonido. Como respuesta a la perturbación la tasa de emisión del sonido también es mayor, para poco a poco ir reduciéndose, conforme nos alejamos temporalmente del estímulo. Esto coincide con las hipótesis de PRELL (1913), para el que la función del sonido sería defensiva, y HINTON (1948) que se apoya para afirmar esto en el hecho de que la pupa estridula cuando es molestada. HOEGH-GULDBERG (1972) que considera la posibilidad de una función de defensa ante parásitos, también describe la emisión de sonidos espontáneos además de los producidos por perturbación, algo que hemos podido constatar en el presente estudio, especialmente en larvas. En contraste con nuestros datos y los de los autores mencionados, DOWNEY (1966) defiende que puede haber una relación entre la emisión del sonido y el comportamiento sexual, de forma que los sonidos de las pupas atraigan a los adultos de la proximidad a los nichos de éstas, para que la cópula pueda suceder inmediatamente después de que emerja el adulto.

SCHÖNROGGE *et al.* (2005) indican que todos los Lycaenidae atendidos por hormigas, mutualis-

tas y parásitos sociales, tienen la capacidad de estridular. Nuestros resultados indican sin embargo que no todos los Lycaenidae atendidos por hormigas estridulan en la fase de pupa, aunque pueden hacerlo en la fase de larva, como en la especie *I. debilitata*, cuya larva es atendida por hormigas y emite sonido, pero en la que la pupa no presenta aparato estridulador y tampoco emite sonido. A pesar del relativamente buen conocimiento que tenemos sobre las emisiones acústicas en Lycaenidae, todas estas incertidumbres y contradicciones hacen patente la necesidad de profundizar en el estudio de este comportamiento, tanto de las estructuras implicadas en la emisión de sonido, como en la función biológica de las mismas. Coincidimos con la opinión de SALA *et al.* (2014) de que las emisiones acústicas en Lycaenidae pueden transmitir un mensaje en varios contextos, ajustándose a la definición de comunicación biológica en la que ambas, señal y respuesta, son adaptativas.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido subvencionado a través del proyecto: *Análisis de la comunicación acústica entre Formícidos y Licénidos y sus posibles implicaciones en especies amenazadas* (GR/AMB/0266/2004), financiado por la Comunidad de Madrid, Dirección General de Universidades e Investigación y la Unión Europea. Agradecemos a Enrique García-Barros la donación de material para el presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- ADOBE AUDITION v. 1.5, 2007.– Adobe System® Inc. [programa informático] <http://www.adobe.com/es/products/audition.html>.
- ÁLVAREZ, M., 2009.– *Estudio de la comunicación acústica en licénidos (Lepidoptera, Lycaenidae) y formícidos (Hymenoptera, Formicidae)*: 264 pp. PhD Thesis, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- ÁLVAREZ, M., RUIZ, E., MUNGUIRA, M. L., MARTÍNEZ, M. D. & HERNÁNDEZ, J. M., 2005.– La emisión de sonido en hormigas y mariposas: ¿un sistema de comunicación entre especies? *In* Fundamental. Fundación Conjunto paleontológico de Teruel-Dinópolis.– *XVI Biental de la Real Sociedad Española de Historia Natural*: 39-42, Teruel.
- ÁLVAREZ, M., MUNGUIRA, M. L. & MARTÍNEZ-IBÁÑEZ, M. D., 2014.– Comparative study of the morphology of stridulatory organs of the Iberian lycaenid butterfly pupae (Lepidoptera).– *Journal of Morphology*, **275**: 414-430.
- BARBERO, F., BONELLI, S., THOMAS, J. A., BALLETO, E. & SCHÖNRÖGGE, K., 2009a.– Acoustical mimicry in a predatory social parasite of ants.– *The Journal of Experimental Biology*, **212**: 4084-4090.
- BARBERO, F., THOMAS, J. A., BONELLI, S., BALLETO, E. & SCHÖNRÖGGE, K., 2009b.– Queen ants make distinctive sounds that are mimicked by a butterfly social parasite.– *Science*, **323**: 782-785.
- BARBERO, F., PATRICELLI, D., WITEK, M., BALLETO, E., CASACCI, L. P., SALA, M., & BONELLI, S., 2012.– *Myrmica* Ants and Their Butterfly Parasites with Special Focus on the Acoustic Communication.– *Psyche*, **2012**: 1-11.
- BILLEN, J., 2006.– Signal variety and communication in social insects.– *Proceedings of the Netherlands Entomological Society Meeting*, **17**: 9-25.
- BOWEN, J. L., MAHONY, S. J., MASON, A. C. & YACK, J. E., 2008.– Vibration-mediated territoriality in the warty birch caterpillar *Drepana bilineata*.– *Physiological Entomology*, **33**: 238-250.
- CLARIDGE, M., 2006.– Insect Sounds and Communication. An Introduction.– *In* S. DROSOPOULOS & M. F. CLARIDGE (eds). *Insect Sounds and Communication*: pp. 3-10. Taylor & Francis Group, Boca de Ratón, Florida.
- DE VRIES, P. J., 1990.– Enhancement of symbioses between butterfly caterpillars and ants by vibrational communication.– *Science*, **248**: 1104-1106.
- DE VRIES, P. J., 1991a.– Call Production by Myrmecophilous Riodinid and Lycaenid Butterfly Caterpillars (Lepidoptera): Morphological, Acoustical, Functional, and Evolutionary Patterns.– *American Museum Novitates*, **3025**: 1-23.
- DE VRIES, P. J., 1991b.– Detecting and recording the calls produced by butterfly caterpillars and ants.– *Journal of Research on the Lepidoptera*, **28**(4): 258-262

- DE VRIES, P. J., COCROFT, R. B. & THOMAS, J. A., 1993.– Comparison of acoustical signals in *Maculinea* butterfly caterpillars and their obligate host *Myrmica* ants.– *Biological Journal of the Linnean Society*, **49**: 229-238.
- DOWNEY, J. C., 1966.– Sound Production in pupae of Lycaenidae.– *Journal of Lepidopterists' Society*, **20**(3): 129-155.
- DOWNEY, J. C., 1967.– Sound-Production in Netherland Lycaenidae.– *Entomologische Berichten*, **27**: 153- 157.
- DOWNEY, J. C. & ALLYN, A. C., 1973.– Butterfly ultrastructure. Sound Production and Associated Abdominal Structures in Pupae of Lycaenidae and Riodinidae.– *Bulletin of the Allyn Museum*, **14**: 1-47.
- DOWNEY, J. C. & ALLYN, A. C., 1978.– Sounds produced in pupae of Lycaenidae.– *Bulletin of the Allyn Museum*, **48**: 1-14.
- ELFFERICH, N. W., 1998.– Is the larval and imaginal signalling of Lycaenidae and other Lepidoptera related to communication with ants?– *Deinsea*, **4**: 91-95
- ELIOPOULOS, E., 2006.– Sound and Techniques in Sound Analysis.– In S. DROSOPOULOS & M. F. CLARIDGE (eds.). *Insect Sounds and Communication*: pp. 11-32. Taylor & Francis Group, Boca Ratón, Florida.
- FEDERLEY, H., 1905.– Sound produced by Lepidopterous Larvae.– *Journal of the New York Entomological Society*, **13**: 109-110.
- FIEDLER, K., 1992.– Recent contributions to the behavioural ecology and evolution of lycaenid-ant associations (Lepidoptera, Lycaenidae).– *Nota lepidopterologica*, Supplement **4**: 11-13.
- FIEDLER, K., SEUFERT, P., MASCHWITZ, U. & IDRIS, A., 1995.– Notes on larval biology and pupal morphology of Malaysian *Curetis* butterflies (Lepidoptera: Lycaenidae).– *Transactions of the Lepidopterological Society of Japan*, **45**(4): 287-299.
- GARCÍA-BARROS, E., MUNGUIRA, M. L., STEFANESCU, C. & VIVES MORENO, A., 2013.– Lepidoptera: Rhopalocera.– In M. A. RAMOS *et al.* (eds.). *Fauna Ibérica*, **37**: 1213 pp. Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC. Madrid.
- GOLDWAVE Audio Editor v. 5.19 2007. GoldWave® Inc. [programa informático] <https://www.goldwave.com/>
- HASKELL, P. T., 1961.– *Insect sounds. Aspects of Zoology Series*: 189 pp. H. F. & G. Witherby Ltd., London.
- HALLIDAY, T. R. & SLATER, P. J. B., 1983.– *Animal Behaviour. Communication*: 225 pp. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- HINTON, H. E., 1948.– Sound production in Lepidopterous pupae.– *The Entomologist*, **81**: 254-269.
- HOEGH-GULDBERG, O., 1972.– Pupal sound production of some Lycaenidae.– *Journal of Research on the Lepidoptera*, **10**(2): 127-147.
- HUNT, J. H. & RICHARD, F. J., 2013.– Intracolony vibroacoustic communication in social insects.– *Insectes Sociaux*, **60**: 403-417.
- KIRCHNER, W. H., 1997.– Acoustical communication in social insects.– In M. LEHRER. *Orientation and Communication in Arthropods*: 273-300. Birkhäuser Verlag, Basel.
- KITCHING, R. L., SCHEERMAYER, E., JONES, R. E. & PIERCE, N. E., 1999.– *The Biology of Australian Butterflies (Monographs on Australian Lepidoptera*, **6**: 395pp. CSIRO Press, Sydney.
- NASH, D. R., 2005.– Communication with the host ants. Kobenhavms Universitet. Available from <http://www.zi.ku.dk/personal/drnash/atta/pages/comm.html> (accessed 24 February 2005).
- OBREGÓN, R., SHAW, M. R., FERNÁNDEZ-HAEGER, J. & JORDANO, D., 2015.– Parasitoid and ant interactions of some Iberian butterflies (Insecta: Lepidoptera).– *SHILAP Revista de lepidopterología*, **43**(171): 439-454.
- PIERCE, N. & NASH, D., 1999.– The imperial Blue: *Jalmenus evagoras* (Lycaenidae).– In R. L. KITCHING, E. SCHEERMAYER, R. E. JONES & N. E. PIERCE (eds.). *The Biology of Australian Butterflies. Monographs on Australian Lepidoptera*, **6**: pp. 277-313. CSIRO Press, Sydney.
- PIERCE, N., BRABY, M. F., HEATH, A., LOHMAN, D. J., MATHEW, J., RAND, D. B. & TRAVASSOS, M. A., 2002.– The ecology and evolution of ant association in the Lycaenidae (Lepidoptera).– *Annual Review of Entomology*, **47**(1): 733-771.
- PRELL, H., 1913.– Über zirpende Schmetterlingspuppen.– *Biologisches Zentralblatt*, **33**: 496-501.
- RIVA, F., BARBERO, F., BONELLI, S., BALLETO, E. & CASACCI, L. P., 2017.– The acoustic repertoire of lycaenid butterfly larvae.– *Bioacoustics*, **26**: 77-90.
- SALA, M., CASACCI, L. P., BALLETO, E., BONELLI, S. & BARBERO, F., 2014.– Variation in butterfly larval acoustics as a strategy to infiltrate and exploit host ant colony resources.– *PLoS ONE*, **9**(4): e94341.
- SCHÖNRÖGGE, K., TOPHAM, E., WARDLAW, J. C., CHARLES, M., STANKIEWICZ, A., SIELEZNIEW, M. & THOMAS, J. A., 2005.– Acoustical interactions between *Maculinea alcon* and its host ants.– In J. SETTELE,

- E. KÜHN & J. THOMAS (eds.). *Species Ecology along a European Gradient: Maculinea Butterflies as a Model. Studies on the Ecology and Conservation of Butterflies in Europe*, **2**: pp 84-87. Pensoft, Sofía-Moscú.
- SCHURIAN, K. G. & FIEDLER, K., 1991.– Einfache Methoden zur Schallwahrnehmung bei Bläulingslarven (Lepidoptera, Lycaenidae).– *Entomologische Zeitschrift*, **101**(21): 393-398.
- SCHURIAN, K. G., GASCOIGNE-PEES, M. & DIRINGER, Y., 2006.– Contribution to the life-cycle, ecology and taxonomy of *Polyommatus (Lysandra) coridon nufrellensis* Schurian (1977) (Lepidoptera: Lycaenidae).– *Linneana Belgica*, **20**: 180-192.
- SETTELE, J., BARBERO, F., MUSCHE, M., THOMAS, J. A. & SCHÖNROGGE, K., 2011.– Singing the blues: from experimental biology to conservation application.– *The Journal of Experimental Biology*, **214**: 1407-1410.
- SILVA, N. A. P., DUARTE, M., ARAUJO, E. B. & MORAIS, H. C., 2014.– Larval Biology of anthophagous Eumaeini (Lepidoptera: Lycaenidae, Theclinae) in the Cerrado of Central Brazil.– *Journal of Insect Science*, **14**: 1-17
- THOMAS, J. A., SCHÖNROGGE, K., BONELLI, S., BARBERO, F. & BALLETTTO, E., 2010.– Corruption of ant acoustical signals by mimetic social parasites.– *Communicative & Integrative Biology*, **3**: 169-171.
- TRAVASSOS, M. A. & PIERCE, N. E., 2000.– Acoustics, context and function of vibrational signalling in a lycaenid butterfly-ant mutualism.– *Animal Behaviour*, **60**: 13-26.
- YACK, J. E., SMITH, M. L. & WEATHERHEAD, P. J., 2001.– Caterpillar talk: Acoustically mediated territoriality in larval Lepidoptera.– *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **98**: 11371-11375.

M. A.*

Centro Universitario de Magisterio ESCUNI
Adscrito a la Universidad Complutense de Madrid
Avenida Nuestra Señora de Fátima, 102
ES-28047 Madrid
ESPAÑA / SPAIN
E-mail: margabio@gmail.com

M. L. M.

Departamento de Biología
Universidad Autónoma de Madrid
Cantoblanco
ES-28049 Madrid
ESPAÑA / SPAIN
E-mail: munguira@uam.es
<https://orcid.org/0000-0002-1554-4380>

E. R., J. M. H., M. D. I.

Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución
Facultad de Ciencias Biológicas
Universidad Complutense de Madrid
ES-28040 Madrid
ESPAÑA / SPAIN
E-mail: edruiz@ucm.es
<https://orcid.org/0000-0001-5569-7982>
E-mail: jmh@bio.ucm.es
<https://orcid.org/0000-0002-1345-9852>
E-mail: lolahorm@bio.ucm.es
<https://orcid.org/0000-0003-2364-3685>

* Autor para la correspondencia/ *Corresponding author*

(Recibido para publicación / *Received for publication* 26-VIII-2017)

(Revisado y aceptado / *Revised and accepted* 20-X-2017)

(Publicado / *Published* 30-III-2018)