

IMPORTANZA DELLA BIOACUSTICA NELLA SISTEMATICA DEGLI ORTOTTERI

BRUNO MASSA (*)

(*) Dipartimento di Scienze agrarie e forestali, Università di Palermo, Viale Scienze 13, 90128 Palermo, Italy; bruno.massa@unipa.it
Lettura tenuta nella Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 16 febbraio 2013.

Importance of bioacoustics in the systematic of Orthoptera

In Italy 322 taxa (84.7%) out of a total of 380 (species and subspecies) Orthoptera emit a song; we know the song of 219 taxa (57.6% of total), while the song of 103 taxa is still unknown. Sound emission in Orthoptera occurs in different ways that involve wings, legs and other parts of the body. Generally, the male sings to attract the female, which approaches the male, but there are taxa where the female may reply with another song and others where only the female calls the male, which in turn approaches her. Songs recorded may be used as other morphological characters. Each echeme has its frequency and length, each gap has also its length and the number of syllables characterizes the whole stridulation. From mean and s.d. it is possible to carry out some statistics and compare songs of different populations of the presumed same taxon or songs of different related taxa. Small differences in the structure of file teeth (number of pegs, their height, curvature, distance, etc.) may change the sound produced. This should mean that if these changes are inherited, it is possible that different populations of one taxon may face an evolutionary changing in the relationships between emitted and heard songs. Some interesting examples on the importance of bioacoustics in the systematic of Orthoptera are here discussed.

KEY WORDS: Bioacoustics, recordings, stridulation, Ensifera, Caelifera

INTRODUZIONE

Diversi ordini di insetti sono capaci di produrre suoni per differenti finalità: Orthoptera, Plecoptera, Hemiptera, Neuroptera, Coleoptera, Hymenoptera. La stridulazione degli insetti ha diverse possibili origini; in alcuni casi sembra un mezzo di difesa, in altri è da ritenersi uno dei numerosi caratteri soggetti a selezione sessuale (DARWIN, 1871). Nel caso delle api, è stato mostrato che la sottospecie *Apis mellifera cypria* effettua una stridulazione di difesa ad alta frequenza contro *Vespa orientalis* nei casi di attacchi da parte di quest'ultima (PAPACHRISTOFOROU *et al.*, 2008). Alcune specie di coleotteri, se disturbati, emettono un suono prodotto con modalità diverse, ma sempre coinvolgente la parte superiore dell'addome (ad es. WESSEL, 2006; PANNETON *et al.*, 2005, a proposito di *Polyphylla occidentalis*; ARNONE & MASSA, 2010, a proposito del gen. *Bolbelasmus* Boucomont, 1911). È ampiamente noto che le diverse specie di cicale (Hemiptera Homoptera) emettono suoni differenti (DROSOPOULOS *et al.*, 2006; QUARTAU & SIMÕES, 2006) e recentemente sono state descritte specie in base al loro canto (HERTACH, 2011); solo in alcuni casi sono stati trovati anche altri caratteri morfologici. Tuttavia, come vedremo, la stridulazione può essere anche il prodotto di altri tipi di pressioni selettive.

Gli ortotteri, grilli, locuste, cavallette sono certa-

mente gli insetti più noti per quanto riguarda le emissioni sonore, tanto che la bioacustica è una tecnica largamente diffusa da tempi remoti (cfr. VON HELVERSEN & ELSNER, 1977; HELLER & VON HELVERSEN, 1986; HELLER, 2006). Questa breve rassegna vuole portare all'attenzione degli entomologi una serie di esempi del ruolo che ha avuto la bioacustica, cioè lo studio dei suoni prodotti dagli animali, nella sistematica di questo ordine.

QUALCHE INFORMAZIONE GENERALE SUI SUONI PRODOTTI DAGLI ORTOTTERI

GU *et al.* (2012) hanno segnalato e descritto il fossile di una specie di Tettigoniidae (*Archaboilus musicus*) risalente al Giurassico, le cui caratteristiche delle tegmine hanno rivelato che era in grado di emettere un suono ad una frequenza di 6,4 kHz e in base anche ai precedenti dati sintetizzati da HEADS & LEUZINGER (2011) è possibile ricostruire che i primi ortotteri canterini risalgono al Triassico (Fig. 1). Il canto si è evoluto poi, suddividendosi già in origine nelle sue diverse modalità di espressione, ampiamente dipendenti dalla morfologia stessa di questi insetti. Secondo JOST & SHAW (2006) la stridulazione alare e i timpani tibiali sono ancestrali negli Ensiferi e sono stati perduti più volte, soprattutto nei Gryllidae (Fig. 2).

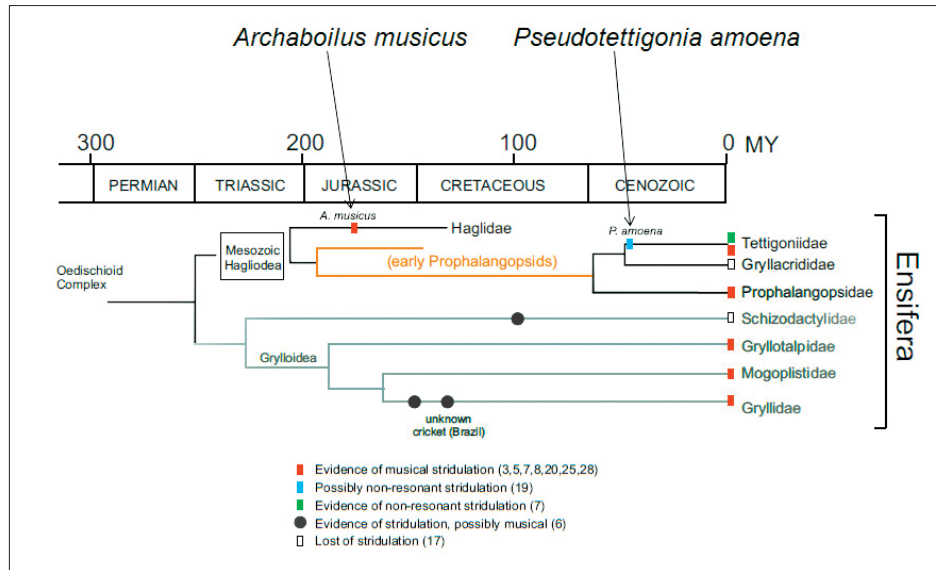


Fig. 1
Ricostruzione temporale dei primi Ortoteri in cui si è evoluto un meccanismo per l'emissione di suoni (secondo HEADS & LEUZINGER, 2011 e GU *et al.*, 2012).

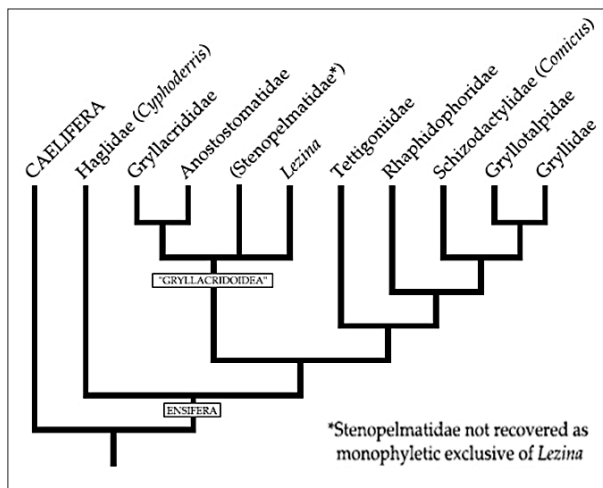


Fig. 2
Versione semplificata delle relazioni filogenetiche degli Ensiferi, riscontrate dalle analisi di tre loci molecolari da parte di JOST & SHAW (2006).

Per suono si intende secondo l'Oxford Dictionary una sensazione prodotta all'orecchio dalla vibrazione dell'aria circostante. Per stridulazione invece si intende il suono prodotto dal meccanismo di strofinamento che coinvolge movimenti fra due parti specializzate del corpo, in maniera regolare e costante. Il canto degli ortoteri è un fattore importante nel comportamento di copula. Grazie al suono emesso, i partner si incontrano e si riconoscono; per questo motivo il canto è specie-specifico e numerose sono le specie che possono essere identificate tramite i loro suoni. In Italia, su un totale di 380 taxa (tra specie e sottospecie) 322 (84,7%) emettono suoni, 219 dei quali (57,6% del totale dei taxa) sono stati

recentemente descritti e presentati in un dvd nella sintesi di MASSA *et al.* (2012). La maggior parte delle specie produce suoni, sfregando un plettro contro una fila di dentelli o creste. Generalmente cantano solo i maschi, in alcuni gruppi le femmine possono rispondere al canto del maschio. Negli Ensiferi (Tettigonioidea e Grylloidea) il plettro e la fila di dentelli si trovano nelle ali anteriori; di conseguenza il suono è il risultato dei movimenti di apertura e chiusura delle ali (Figg. 6-7). Nei Phaneropterini e Barbitistini (Tettigonioidea) la fila di dentelli è sulla superficie inferiore dell'ala anteriore sinistra, nei grilli (Grylloidea) è sulla superficie inferiore dell'ala anteriore destra. Le tegmine dei Grylloidea sono pressochè identiche. *L'arpa* amplifica il suono emesso con lo sfregamento delle corrispondenti *pars stridens* e *plectrum*. In molti grilli (Grylloidea) il suono prodotto dalle ali anteriori risuona ad una frequenza molto bassa, facilmente individuabile. I loro suoni, come quelli della maggioranza degli uccelli, possono essere riprodotti fischiando. La fila stridulatoria influenza il movimento dell'ala e di conseguenza il suono prodotto. Piccole differenze nella struttura della fila stridulatoria (numero di rilievi, loro altezza, curvatura, distanza, etc.) possono cambiare il suono prodotto. Questo significa in pratica che se questi cambiamenti sono ereditati, è possibile che differenti popolazioni di un taxon possono andare incontro ad un cambiamento evolutivo nella relazione tra suoni emessi e uditi.

Il suono prodotto risulta acusticamente differente in base al numero di dentelli, alla velocità e alla sequenza di movimento, ma anche alla forma stessa delle ali anteriori. I grilli hanno una forma e strut-

tura delle ali anteriori che produce un tipo di suono con una frequenza molto stretta (tono puro); ciò consente un facile riconoscimento in natura e la possibilità di imitarli fischiando. Al contrario, i Phaneropterini e i Barbitistini emettono suoni ticchettanti, fruscianti o ronzanti all'interno di un'ampia gamma di frequenze, spesso ultrasoniche. Negli Ephippigerini (Tettigoniidae Bradiporynae) la stridulazione del maschio è spesso seguita da un canto di richiamo della femmina; questo duetto può durare a lungo, e più a lungo dura il corteggiamento, più probabile sarà la copula. Infine nei Gomphocerini (Acrididae), il gruppo di Celiferi più canterino durante il giorno, il suono è prodotto da una fila di dentelli del lato interno dei femori posteriori che sfrega contro le ali anteriori. In aggiunta, poiché ogni zampa ha una fila di dentelli, produce il suo modello di canto; il risultato della stridulazione deriva dalla combinazione delle due stridulazioni femore-ala (Fig. 3). La frequenza dominante è generalmente nella gamma dell'udibile. Alcune specie di *Glomeremus* (Gryllacrididae) mostrano microscopiche file stridulatorie, coperte da peli, lungo i lati del 2° e 3° tergite; essi sono probabilmente coinvolti nella stridulazione (Fig. 4). Certe specie di Phalangopsidae dell'Africa tropicale (Grylloidea) hanno tegmine molto ridotte, che ricoprono una ricca pelosità, probabilmente usata per emettere suoni (Fig. 5). In anni recenti, la disponibilità di registratori poco costosi ha consentito di ottenere delle buone registrazioni digitali di canti di specie rare o difficili da trovare, in precedenza sconosciuti, come quello di una *Lezina* (Gryllacridoidea) della Giordania, per la prima volta registrata da C. Roesti.

Altri tipi di suoni prodotti negli ortotteri sono la tremolazione (movimenti di tutto il corpo), la percussione (percussione delle zampe) e la crepitazione (suoni prodotti in volo). Nei Pamphagidae sono conosciuti differenti tipi di suoni; alcune specie producono suoni sfregando le tegmine ridotte a forma di squamette con l'ala atrofica saldata al metanoto; in alcuni Pamphagidae della sottofamiglia Thrinchinae, la parte superiore delle tibie intermedie ha una fila di dentelli o tubercoli che sono sfregati contro l'ala, producendo un suono che è amplificato dal timpano. Nei Pamphagidae Porthetinae africani, la regione costale delle tegmine (sia nelle specie in cui sono completamente sviluppate sia in quelle in cui sono ridotte) è allargata e coperta da una venatura densa, parallela, simile ad una fila stridulatoria. Inoltre, alcune specie producono suoni sfregando il femore e l'organo di Krauss. In *Trachypetrella*, è stata osservato un meccanismo di stridulazione femore-addome che comprende l'organo di Krauss e la fila stridulatoria sotto di esso (POPOV, 1997; ÜNAL 2007; MASSA, 2012). Alcune specie di

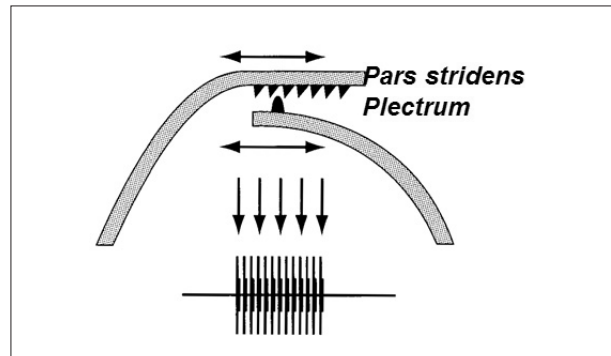


Fig. 3

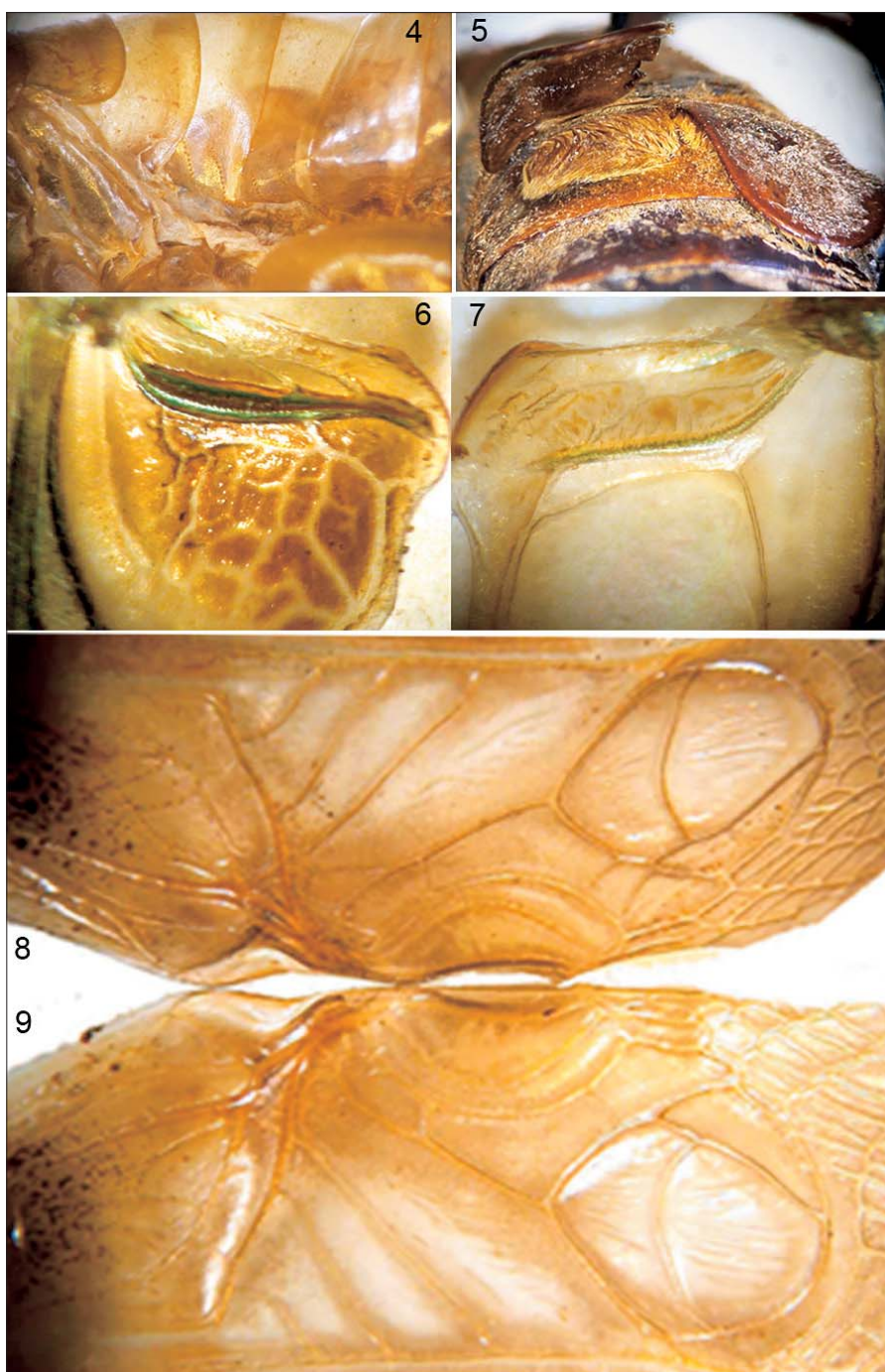
Meccanismo di stridulazione in molti Ortotteri, consistente nello sfregamento di due parti che sono denominate *pars stridens* e *plectrum* (dis. di B. Odé, in MASSA *et al.*, 2012).

Pamphagidae producono suoni sfregando strutture specializzate nella superficie interna dei femori posteriori con l'organo di Krauss (2° tergite addominale). I femori posteriori dei Pamphagidae hanno un lobo attenuato per l'articolazione femore-trocantere, che permette sia al femore sia al trocantere di ruotare sul loro asse più che negli Acrididae (dove il lobo è più prominente). Questo permette al margine inferiore della base del femore di entrare in contatto con l'organo di Krauss. È interessante osservare che c'è una relazione tra la presenza dell'organo di Krauss, del timpano e delle tegmine; le specie prive di tegmine e di organo di Krauss non presentano timpani.

TERMINOLOGIA USATA IN BIOACUSTICA

Le specie canterine hanno un organo uditivo (timpano) pari; negli Ensiferi è posto su entrambe le tibie anteriori, nei Celiferi su ciascun lato del primo segmento addominale. Ci sono testimonianze che alcune specie sono capaci di udire suoni di possibili nemici, ad esempio di pipistrelli o di parassiti (LEHMANN, 2003). I maschi emettono il *canto di richiamo* a cui può rispondere la femmina con suoni o movimenti, stimolando il maschio a continuare a cantare. Quando un maschio e una femmina sono vicini, il maschio può iniziare ad emettere un *canto di corteggiamento*, diverso da quello di richiamo (in particolare nei Gomphocerini) e possibilmente accompagnato da speciali movimenti del corpo o delle antenne. Infine, se due maschi si ritrovano a distanza ravvicinata, talora emettono un *canto di rivalità*, a sua volta diverso dai precedenti.

Nella bioacustica degli ortotteri si adotta la terminologia di RAGGE & REYNOLDS (1998): *canto di richiamo (calling song)*: canto prodotto da un maschio isolato; *canto di corteggiamento (courtship song)*: canto prodotto da un maschio quando si trova in



Figg. 4-9

Meccanismi di stridulazione. 4, Microscopiche file stridulatorie lungo i lati del 2° e 3° tergite di una specie di *Glomeremus* (Gryllacrididae). 5, Tegmine ridotte di una Phalangopsidae dell’Africa centrale, sotto cui è evidente una abbondante pelosità, probabilmente usata per emettere suoni. 6-7, Tegmina sinistra e destra di *Tessellana tessellata* per mostrare le parti coinvolte nell’emissione di suoni. 8-9, Tegmine sinistra e destra di *Brachytrupes megacephalus* per mostrare come nei Grylloidea le parti coinvolte nell’emissione di suoni siano identiche nelle due ali.

prossimità di una femmina; *canto di rivalità* (*rivalry song*): canto prodotto da due o più maschi della stessa specie in antagonismo tra loro; *sillaba* (*syllable*): suono generato da un movimento completo delle tegmine (apertura e chiusura) o dei femori posteriori (innalzamento e abbassamento); *macrosillabe* e *microsillabe* (*macrosyllables*, *microsyllables*): versi composti da sillabe di due diverse ampiezze in molte

specie di Ensiferi; *diplosillaba* (*diplosyllable*): sillaba in cui il suono è prodotto sia dal movimento di apertura che di chiusura delle tegmine (Ensiferi) o dal movimento di innalzamento o abbassamento dei femori posteriori (Celiferi). Ogni diplosillaba è composta da due emisillabe unidirezionali dello stesso movimento, es. apertura+apertura; *emisillaba* (*emisyllable*): suono prodotto da un movimento unidire-

zionale di apertura o di chiusura delle tegmine o di innalzamento o abbassamento dei femori posteriori; *verso* (*echeme*): la più elementare organizzazione di sillabe; *strofa* (*echeme sequence*): serie di versi che costituisce la struttura elementare del canto.

I suoni registrati possono essere usati esattamente come altri caratteri morfologici. Ciascuna strofa ha la sua frequenza e la sua lunghezza, ciascuna pausa ha anche la sua lunghezza e il numero di sillabe caratterizza l'intera stridulazione. I valori quindi possono avere media e deviazione standard e ad essi si può applicare senza problemi uno o più test statistici per controllare se le differenze sono significative e paragonare i suoni di popolazioni differenti dello stesso presunto taxon o i canti di differenti taxa strettamente imparentati fra loro.

Molte informazioni sulle modalità di studio e di elaborazione dei suoni prodotti dagli ortotteri sono riportate da FONTANA *et al.* (2002) e MASSA *et al.* (2012).

ALCUNI ESEMPI DI RICONOSCIMENTO DI SPECIE ATTRAVERSO LA BIOACUSTICA

Natula averni (Costa, 1855). Questo piccolissimo grillo fu descritto da Achille COSTA nel 1855 e riscoperto solo nel 2000 da SCHMIDT & HERMANN in Sardegna (segnalato come *Anaxipha longipennis*), e nel 2001 da GOROCHOV & LLORENTE nelle Canarie. ODÉ *et al.* (2012) hanno scoperto che probabilmente questo insetto è diffuso in tutto il Mediterraneo, ma possibilmente le popolazioni afferiscono a più di una specie. Una di queste specie potrebbe essere *Natula longipennis* (Serville, 1838), che fu descritta di Mauritius nell'Oceano Indiano. Le registrazioni italiane, spagnole (esclusa Maiorca) e della Corsica sembrano rientrare in un gruppo coerente dal punto di vista bioacustico, mentre sembra che le popolazioni turche, di Maiorca e soprattutto quelle tailandesi cantino in modo differente, mostrando un più elevato tasso di ripetizione delle strofe e un minore numero di sillabi per strofa (Figg. 10-12).

Oecanthus pellucens (Scopoli, 1763) ed *Oecanthus dulcisonans* Gorochov, 1993. Nel Mediterraneo *Oecanthus pellucens* era considerato il solo rappresentante degli Oecanthinae, ma nel 1993 GOROCHOV ha descritto *O. dulcisonans*, diffuso dalle Canarie all'Arabia. Anche se nella descrizione Gorochov non spiegava la ragione del nome *dulcisonans*, sembra evidente che dipende dal tipo di suono emesso. CORDERO *et al.* (2009) hanno recentemente mostrato le nette differenze nella bioacustica, individuando anche nuovi caratteri morfologici diagnostici.

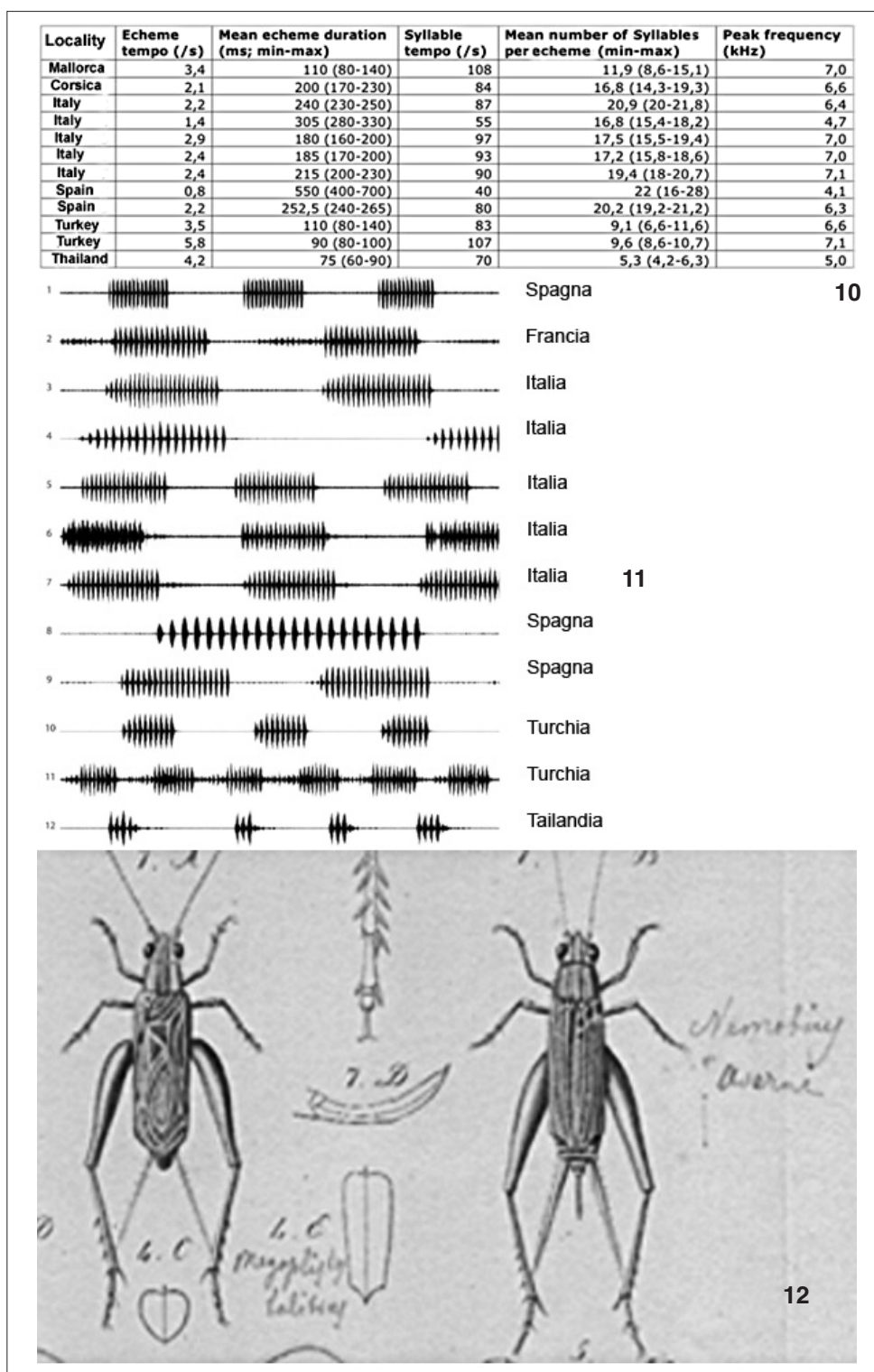
Genere *Parnassiana* Zeuner, 1941. Il genere

Parnassiana (Tettigoniidae Platycleidini), endemico della penisola Balcanica, include 13 specie. I maschi si identificano con i caratteri morfologici (cerchi e titillatori), ma anche grazie ai suoni prodotti. La struttura del suono è tipica del genere. Le specie geograficamente vicine emettono suoni abbastanza diversi; in molti casi non differisce la singola sillaba, ma il rapporto tra l'emissione della sillaba e l'intervallo di pausa (HELLER, 2006) (Figg. 13-14).

Acrididae Oedipodinae. I suoni prodotti dagli Oedipodinae sono meno noti di quelli dei Gomphocerinae. Essi cantano meno frequentemente e a frequenze più basse dei Gomphocerinae, ma il loro corteggiamento, che coinvolge i movimenti del corpo e delle antenne è molto interessante e utile per la tassonomia. Il corteggiamento tra maschio e femmina di *Sphingonotus rubescens* (Walker, 1870) è molto simile a quello di *S. caeruleans* (Linnaeus, 1767), ma la stridulazione emessa è lievemente diversa. Inoltre il corpo del maschio durante l'emissione del suono si solleva e le zampe posteriori sono mosse verso l'alto in modo irregolare; di tanto in tanto emette un suono e la femmina risponde sollevando il corpo e avvicinandosi ad esso. Il corteggiamento può durare anche un'ora prima della copula. Il corteggiamento di *S. caeruleans* è lievemente differente nei tempi e nei modi.

Interessanti casi di ibridazione. *Chorthippus albomarginatus* (De Geer, 1773) e *C. oschei* Helversen, 1986. Sono state osservate differenze di comportamento durante l'emissione dei canti in *Chorthippus albomarginatus* e *C. oschei*: nella fase C il primo è quasi immobile, mentre il secondo muove le zampe verso l'alto. L'ibrido mostra movimenti intermedi delle zampe e in aggiunta muove verticalmente le tibie (VEDENINA & VON HELVERSEN, 2003, 2009) (Fig. 15).

Ibridi del gen. *Decticus* Serville, 1831. La distribuzione delle specie brachittere appenniniche di *Decticus* è davvero peculiare. Le popolazioni di *D. aprutianus* Capra, 1936 sono spesso piuttosto sovrapposte con quelle di *D. verrucivorus* (Linnaeus, 1758), da cui restano isolate grazie alla differente bioacustica. Tuttavia, non tutte le popolazioni brachittere di *Decticus* che vivono negli Appennini appartengono alla specie *D. aprutianus*. Alcune popolazioni brachittere non emettono il tipico canto di *D. aprutianus*, ma quello di *D. verrucivorus*. Queste popolazioni non si sovrappongono con *D. verrucivorus* né con il vero *D. aprutianus*. Il canto del vero *D. aprutianus* è simile a quello di *D. loudoni* Ramme, 1933 e una popolazione trovata sul M. Pollino (Serra del Prete), morfologicamente ascrivibile a *D. aprutianus*, è caratterizzata da un peculiare canto, intermedio tra *D. aprutianus* e *D. loudoni* (MASSA *et al.*, 2012) (Fig. 16).



Figg. 10-12

Caratteristiche dei suoni emessi da diverse popolazioni ritenute appartenenti a *Natula averni* (10, in alto), loro oscillogrammi (11, al centro) (da ODÉ *et al.*, 2011, modificato) e disegno originale della specie (12, in basso) (da COSTA, 1855).

Difesa dai nemici. Primo passo per la complessità del suono: gli insetti che cantano dividono il loro canto in trilli e stridii. Ogni incremento nella complessità del segnale acustico è probabilmente costoso per il maschio; la preferenza da parte della femmina dovrebbe essere un bilancio tra i benefici immediati

e i futuri benefici del successo della prole. Tuttavia, alle volte i canti brevi assicurano di non essere trovati da predatori (ad es. i pipistrelli) e parassiti. Ad esempio, le specie del gen. *Poecilimon* Fischer, 1853 emettono suoni polisillabici e monosillabici, ma i suoni polisillabici possono essere facilmente rin-

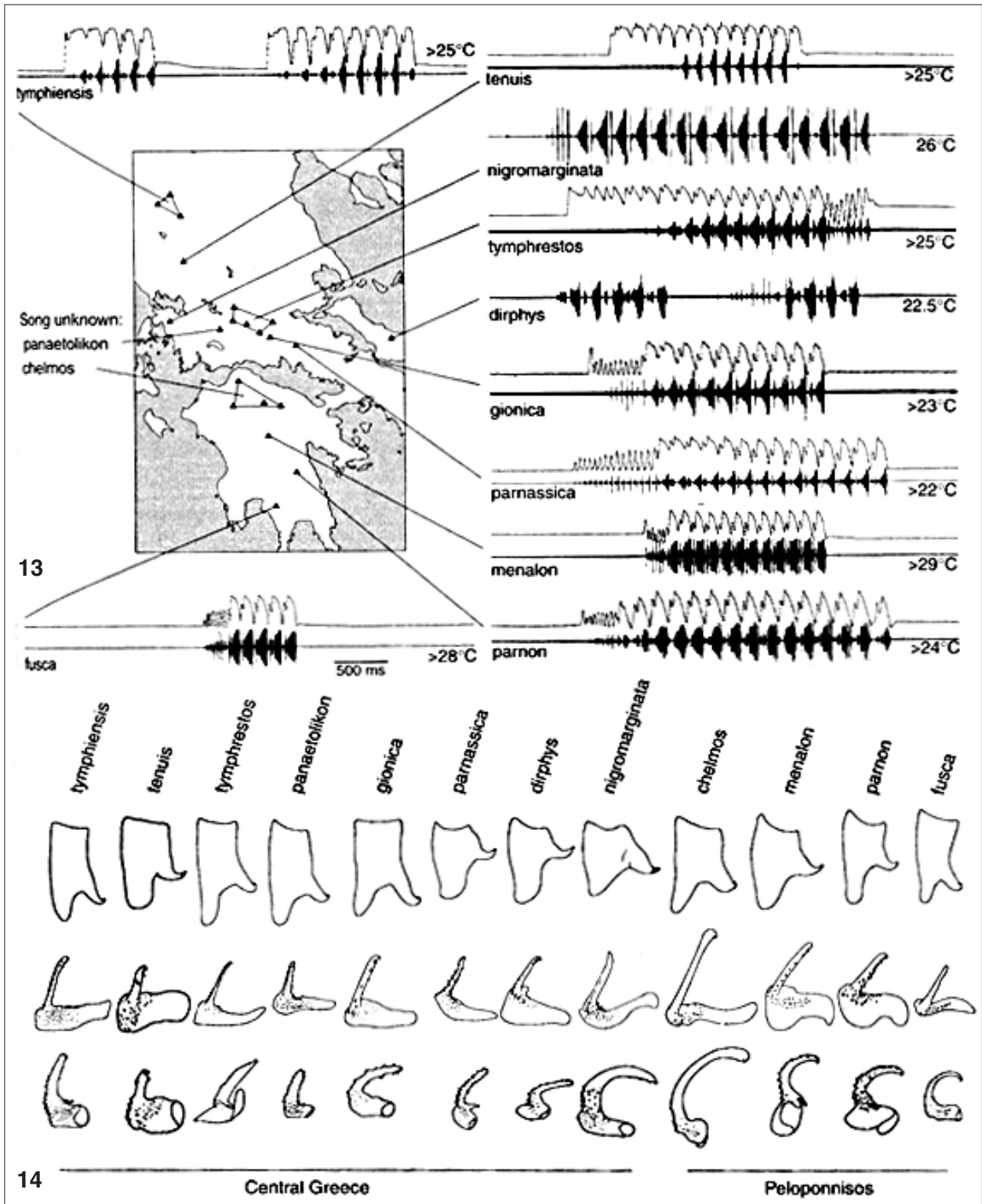


Fig. 13-14

Oscillogrammi delle diverse specie di *Parnassiana* distribuite in diverse aree della Grecia (13, in alto), diversa forma dei loro cerci e titillatori maschili (14, in basso) (da HELLER, 2006, modificato).

tracciati dai parassiti. I possibili predatori notturni, oltre i pipistrelli ed alcuni uccelli notturni, comprendono un gruppo di ditteri della famiglia dei Tachinidae, le cui femmine sono in grado di localizzare i maschi degli ortotteri ensiferi attraverso la loro stridulazione e di deporre una minuscola lar-

vetta (detta *planipodium*) sul loro addome. È stato osservato che il tachinide *Therobia leonidei* sceglie in modo fonotattico l'ospite, che spesso è un tetti-gonide a stridulazione notturna del genere *Poecilimon*; la femmina del tachinide ha una maggiore probabilità di localizzare le specie di *Poecilimon* che emet-

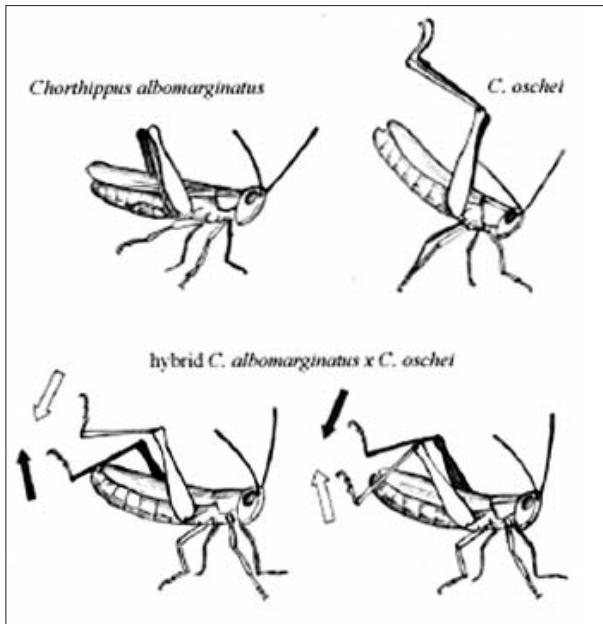


Fig.15
Differenze di comportamento durante l'emissione dei canti in *Chorthippus albomarginatus*, *C. oschei* e nel loro ibrido durante la fase C del corteggiamento: il primo è quasi immobile, il secondo muove le zampe verso l'alto, l'ibrido mostra movimenti intermedi delle zampe e in aggiunta muove verticalmente le tibie (da VEDENINA & VON HELVERSEN, 2009).

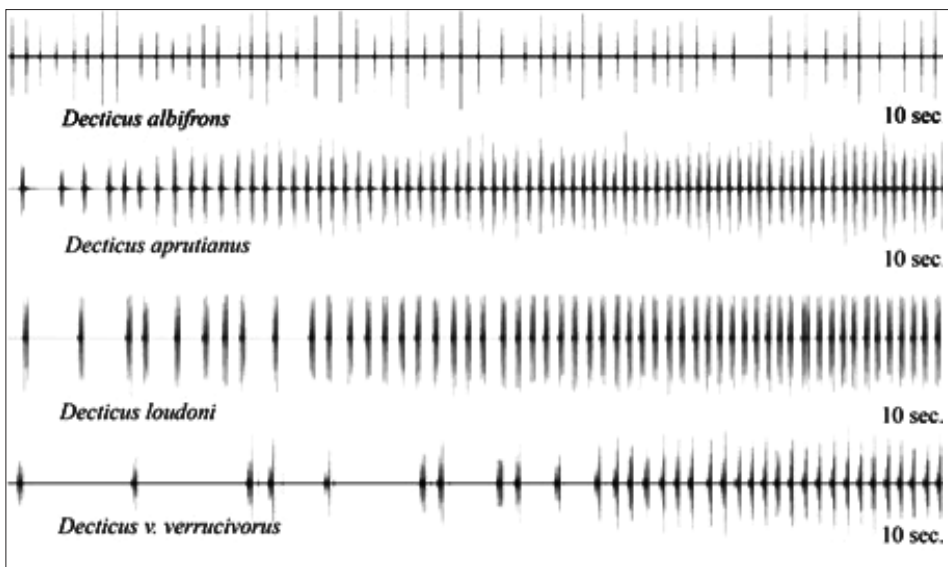


Fig.16
Oscillogrammi delle diverse specie italiane di *Decticus* (da MASSA *et al.*, 2012).

tono suoni polisillabici, mentre ha difficoltà ad individuare la posizione di specie che emettono brevi suoni monosillabici. Questo rende le specie con stridulazione più manifesta ed impegnativa più vulnerabili nei confronti del parassita (LEHMANN, 2003). Tachinidi e loro ospiti sono attivi dal tramonto all'alba ed è molto probabile che sia avvenuta una serie di adattamenti da parte dei tettigoni per evitare un tasso troppo alto di parassitismo da parte dei tachinidi, in modo da mantenere un bilancio tra il livello di gradimento dei suoni da parte delle femmine e la pressione da parte dei parassiti.

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio sinceramente i colleghi italiani, svizzeri, francesi, tedeschi e olandesi, che hanno messo a

disposizione alcune delle registrazioni qui riprodotte. Inoltre sono grato ai coautori del volume della Fauna d'Italia (Orthoptera) per la loro collaborazione: Paolo Fontana, Filippo Buzzetti, Roy Kleukers e Baudewijn Odé.

BIBLIOGRAFIA

- ARNONE M., MASSA B., 2010 – *A new species of Bolbelasmus Boucomont, 1911 (Insecta Coleoptera Geotrupidae) from Sicily (Italy)*. - *Naturalista sicil.*, 34: 401-414.
- CORDERO P.J., LLORENTE V., CORDERO P., ORTEGO J., 2009 – *Recognizing taxonomic units in the field - The case of the crickets *Oecanthus dulcisonans* Gorochoy 1993, and *O. pellucens* (Scopoli, 1763) (Orthoptera: Gryllidae): implications for their distribution and conservation in Southern Europe*. - *Zootaxa*, 2284: 63-68.
- COSTA A., 1855 – *Seguito a Grillidei*. In: Costa O.G. (ed.), *Fauna del Regno di Napoli*. Napoli: 29-52.
- DROSOPOULOS S., ELIPOULOS E., TSAKALOU P., 2006 – *Is*

- Migration responsible for the peculiar geographical Distribution and Speciation based on acoustic Divergence of two Cicadas in the Aegean Archipelago.* In: Drosopoulos S. & Claridge M.F., *Insect Sounds and Communication*. Taylor & Francis, Boca Raton, London, New York; pp. 219-226.
- FONTANA P., BUZZETTI F. M., COGO A., ODÉ B., 2002 – *Guida al riconoscimento e allo studio di cavallette, grilli, mantidi e insetti affini del Veneto*. Guide Natura/1 Museo Naturalistico Archeologico di Vicenza, 592 pp.
- GOROCHOV A.V., 1993 – *Grylloidea (Orthoptera) of Saudi Arabia and adjacent countries*. - Fauna of Saudi Arabia, 13: 79-97.
- GOROCHOV A.V., LLORENTE V., 2001 – *Estudio taxonómico preliminar de los Grylloidea de España (Insecta, Orthoptera)*. - Graellsia, 57 (2): 95-139.
- GU J.J., MONTEALEGRE-ZF., ROBERT D., ENGEL M.S., QIAO G.-X., REN D., 2012 – *Wing stridulation in a Jurassic katydid (Insecta, Orthoptera) produced low-pitched musical calls to attract females*. PNAS, doi:10.1073/pnas.1118372109/-/DCSupplemental.
- JOST M.C., SHAW K.L., 2006 – *Phylogeny of Ensifera (Hexapoda: Orthoptera) using three ribosomal loci, with implications for the evolution of acoustic communication*. - Molecular Phylogenetics and Evolution, 38: 510-530.
- HEADS S.W., LEUZINGER L., 2011 – *On the placement of the Cretaceous orthopteran Brauckmannia groeningae from Brazil, with notes on the relationships of Schizodactylidae (Orthoptera, Ensifera)*. - Zookeys, 77:17-30.
- HELLER K.-G., 2006 – *Song Evolution and Speciation in Bushcrickets*. In: Drosopoulos S. & Claridge M.F., *Insect Sounds and Communication*. Taylor & Francis, Boca Raton, London, New York; pp. 137-151.
- HELLER K.-G., VON HELVERSEN D., 1986 – *Acoustic communication in phaneropterid bushcrickets: species-specific delay of female stridulatory response and matching male sensory time window*. - Behavioral Ecology and Sociobiology, 18: 189-198.
- HELVERSEN O. VON, ELSNER N., 1977 – *The stridulatory movement of acridid grasshoppers recorded with an optoelectronic device*. - Journal comparative Physiology, 122: 53-64.
- HERTACH T., 2012 – *Spectacular song pattern from the Sicilian Mountains: The new cicada species Cicadetta anapaistica sp. n. (Hemiptera: Cicadidae)*. - Zootaxa, 2771: 25-40.
- LEHMANN G.U.C., 2003 – *Review of biogeography, host range and evolution of acoustic hunting in Ormiini (Insecta, Diptera, Tachinidae), parasitoids of night-calling bushcrickets and crickets (Insecta, Orthoptera, Ensifera)*. - Zool. Anz., 242: 107-120.
- MASSA B., 2012 – *The role of the Krauss's organ in sound production in Pamphagidae (Caelifera: Orthoptera)*. - Italian Journal Zoology, 79: 441-449.
- MASSA B., FONTANA P., BUZZETTI F.M., KLEUKERS R., ODÉ B., 2012 – *Fauna d'Italia. XLVIII. Orthoptera*. Calderini ed., Bologna, 563+CCXIV pp.
- ODÉ B., KLEUKERS R., FORBICIONI L., MASSA B., ROESTI C., BOITIER E., BRAUD Y., 2011 – *In search of the most mysterious orthopteran of Europe: the Reed cricket Natula averni (Orthoptera: Gryllidae)*. - Articulata, 26 (1): 51-65.
- PANNETON B.E., SPRAGUE M.W., KALMUS G.W., CHARLES T.M., DANIEL H.J., 2005 – *Stridulatory organs in the Scarab Beetle Polyphylla occidentalis (Scarabaeidae: Coleoptera): an end and acoustic study*. - Journal of North Carolina Academy Science, 121: 134-144.
- PAPACHRISTOFOROU A., SUEUR J., RORTAIS A., ANGELOPOULOS S., THRASYVOULOU A., ARNOLD G., 2008 – *High frequency sounds produced by Cyprian honeybees Apis mellifera cypria when confronting their predator, the Oriental hornet Vespa orientalis*. - Apidologia, 39: 468-474.
- POPOV G.B., 1997 – *Arabian grasshoppers (Orthoptera): Families Pamphagidae (Eumastacoidea) and Pyrgomorphidae (Acridoidea)*. - Fauna of Saudi Arabia, 16: 111-168.
- QUARTAU J.A., SIMÕES P.C., 2006 – *Acoustic Evolutionary Divergence in Cicadas: the species of Cicada L. in southern Europe*. In: Drosopoulos S. & Claridge M.F., *Insect Sounds and Communication*. Taylor & Francis, Boca Raton, London, New York; pp. 227-237.
- RAGGE D.R., REYNOLDS W.J., 1998 – *The songs of the grasshoppers and crickets of western Europe*. Harley Books & The Natural History Museum, London, 591 pp.
- SCHMIDT G.H., HERRMANN M., 2000 – *Occurrence and distribution of Orthopteroidea, Blattoptera, Mantodea, Phasmodea, and Dermaptera in Sardinia/Italy*. - Bollettino Società sarda Scienze naturali, 32: 83-128.
- ÜNAL M., 2007 – *Revision of the genus Glyphotmethis Bey-Bienko, 1951 (Orthoptera: Pamphagidae)*. - Zootaxa, 1581: 1-36.
- VEDENINA V.Y., VON HELVERSEN O., 2003 – *Complex courtship in a bimodal grasshopper hybrid zone*. - Behavioral Ecology and Sociobiology 54: 44-54.
- VEDENINA V.Y., VON HELVERSEN O., 2009 – *A re-examination of the taxonomy of the Chorthippus albomarginatus group in Europe on the basis of song and morphology (Orthoptera: Acrididae)*. - Tijdsch. Entomol., 152: 65-97
- WESSEL A., 2006 – *Stridulation in the Coleoptera - An Overview*. In: Drosopoulos S. & Claridge M.F., *Insect Sounds and Communication*. Taylor & Francis, Boca Raton, London, New York; pp. 397-403.

