

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 GENERALITÀ SUI COREIDAE

La famiglia Coreidae Leach 1815 comprende esemplari con differenti forme e raggiunge il suo più alto grado di sviluppo ai tropici dove è rappresentata da molti generi. Le caratteristiche della famiglia sono state dettagliatamente descritte da MILLER (1971); qui sotto si riportano i caratteri salienti.

I coreidi hanno antenne situate sulla parte più alta del capo; sono composte da 4 segmenti. Il pronoto comunemente è trapeziforme ma può avere gli angoli spinosi o fogliacei. Gli ostioli delle ghiandole metatoraciche sono molto distinguibili. Generi con modificazioni del pronoto appartengono alla sottofamiglia Coreinae (Stål) 1867 la quale è anche la più bizzarra della famiglia. Gli ocelli sono presenti, lo scutello è piccolo e sempre più corto dell'addome.

Il colore dei Coreidae è principalmente bruno; ci sono, comunque, alcuni generi, per esempio *Anisoscelis* Latreille (Coreinae) (Fig. 1) che hanno sia il corpo che le zampe molto colorate e anche altre specie come *Mictis profana* (F.) (Coreinae) (Fig. 2) che sono brune con macchie rosse o gialle. Specie di colore verde metallico, in cui il colore può essere dovuto alla presenza di squame o alle sculture del tegumento si riscontrano nel genere *Mictis* Leach, *Petalops* Amyot e Serville, *Phthia* Stål e *Sphictyrtus* Stål (Coreinae).



Figura 1. Adulto di *Anisoscelis* sp., coreide sudamericano (Fonte: [bugguide.net/](http://bugguide.net/))



Figura 2. Adulto di *Mictis profana*, coreide australiano (Fonte: [brisbaneinsects.com/](http://brisbaneinsects.com/))

I Coreidae possiedono ghiandole repugnatorie, dal quale adulti, neanidi e ninfe sono capaci di spruzzare un fluido dotato di forte odore per il nostro olfatto tanto da rendersi conto della presenza dei coreidi anche se non sono visibili. Tali sostanze sono disperse a breve distanza spesso per scopi difensivi.

Le uova sono di molte tipologie; le più comuni sono cilindriche, troncate ad ogni estremità o ovoidali con il lato che è in contatto con il substrato schiacciato. Alcune uova hanno sul lato schiacciato un piccolo pedicello. Le uova dei coreidi sono deposte in gruppi di varie misure o in catena o singolarmente, in varie parti della pianta ospite e la disposizione dell'ovatura varia in funzione della conformazione del substrato.

Negli eterotteri, durante la schiusura il corion può essere diviso in varie parti dalla neanide, ma se c'è un opercolo soltanto questo verrà rimosso. Per facilitare la rimozione dell'opercolo da parte della neanide, nell'uovo di molti generi di Pentatomidae, Coreidae e in altre famiglie, è presente una struttura altamente sclerotizzata della cuticola embrionale, denominata *ruptor ovi* che provoca la rottura iniziale del corion. Questa ha varie forme; nei Pentatomidae è comunemente a forma di ancora o a forma di T, nei Reduviidae tale organo consiste in due gruppi di piccoli denticoli che spingono la superficie apicale dell'opercolo per facilitare la sua rimozione.

I Coreidae sono insetti molto attivi e volano prontamente quando disturbati. Spesso si può osservare la tendenza alla gregarietà, cioè la tendenza degli individui di diversi stadi della cimice a stare gli uni vicini agli altri (*Physomerus* Burmeister, *Petascelis* Signoret (Coreinae) ed altri generi.

## Studi su *Leptoglossus occidentalis* Heidemann

Tutti i coreidi sono apparentemente fitofagi. Essi attaccano varie parti ma principalmente i giovani germogli, le foglie e i semi anche in guscio. Il risultato del loro attacco è l'appassimento dei tessuti o il raggrinzimento dei semi e se l'attacco è prolungato si può avere la morte della pianta. Ciò è causato dalla saliva che è iniettata al momento del nutrimento.

Molti coreidi attaccano le piante coltivate e possono essere fitofagi di importanza economica.

Le 6 sottofamiglie dei Coreidae citate sempre da MILLER (1971) sono:

1. Agripocorinae Miller: microtteri, macrotteri o apteri molto diffusi in Australia;
2. Rhopalinae (Amyot e Serville): medi e piccoli insetti che, in alcuni casi, hanno le aree internervali del corion ialine, distribuiti in tutto il mondo;
3. Alydinae (Amyot e Serville): insetti stretti e allungati, di media misura, vivono principalmente su leguminose, distribuiti in tutto il mondo;
4. Meropochydinae (Stål): insetti con capo più piccolo e stretto del pronoto, vivono nelle regioni neotropicali;
5. Pseudophloeinae (Stål): insetti piccoli e setosi, vivono nel paleartico e nelle regioni orientali;
6. Coreinae (Stål): questa sottofamiglia comprende molti dei più grandi generi, con una grande diversità di specie in molte tribù; capo stretto, antenne sottili ma alcuni segmenti possono essere espansi; numerose specie sono di importanza economica; distribuiti in tutto il mondo.

PACKAUSKAS (1994a) elenca 3 sottofamiglie di Coreidae che si trovano in America:

- 1) Pseudophloeinae Stål: tibie non solcate;
- 2) Meropachyinae Stål: tibie anteriori con un dente o una spina apicale;
- 3) Coreinae Leach: tibie anteriori senza spine. PACKAUSKAS (1994b) ha esaminato i generi nelle tribù Acanthocephalini, Anisoscelini e Leptoscelini.

## 1.2 LEPTOGLOSSUS OCCIDENTALIS HEIDEMANN

### 1.2.1 Inquadramento sistematico

*Leptoglossus occidentalis* Heidemann, in italiano chiamato “cimice dei semi delle conifere”, “cimice delle conifere”, “cimice americana delle conifere”, “cimicione americano delle conifere”, “western conifer seed bug (in inglese)” è un eterottero appartenente alla famiglia Coreidae. È stato descritto nel 1910 da Heidemann da alcuni esemplari raccolti in California, Utah e British Columbia riportando anche che la specie appartiene alla fauna occidentale del continente Nord americano (MCPERSON *et al.*, 1990).

Il genere *Leptoglossus* Guerin-Meneville 1836, estraneo alla fauna europea, appartiene alla sottofamiglia Coreinae e alla tribù Anisoscelini; è molto diffuso nella regione nearctica e ad esso sono ascritte 46 specie (PACKAUSKAS E SCHAEFER, 2001) tutte esclusive del continente americano ad eccezione di *L. gonagra* (F.) (= *L. membranaceus* (F.) = *L. australis* (F.)) elemento pan-tropicale segnalato per le isole Canarie (MOULET, 1995; HEISS E BÀEZ, 1990). Già STICHEL (1955-62) lo segnalava unico rappresentante paleartico del genere. Tra le 13 specie segnalate a nord del Messico (MCPERSON *et al.*, 1990), *L. corculus* (Say) è il taxon più simile a *L. occidentalis*. Le differenze morfologiche tra le due specie sono tuttavia nette: le espansioni metatibiali sono asimmetriche in *L. corculus* e quasi simmetriche in *L. occidentalis*; inoltre gli urotergiti sono quasi interamente scuri nel primo, mentre in *L. occidentalis* almeno il IV° e il V° presentano ampie zone giallastre o aranciate (GALL, 1992).

Probabilmente, il genere *Gonocerus* Bertold comprende i taxa europei più simili al genere *Leptoglossus*, sia sotto il profilo morfologico che eco-etologico: l'assenza in *Gonocerus* delle espansioni metatibiali è però sufficiente ad evitare ogni confusione (VILLA *et al.*, 2001); le specie di *Gonocerus* sono inoltre di minori dimensioni.

Altre specie di *Leptoglossus* dannose alle colture agricole sono *L. phyllopus* (L.) che attacca i frutti di agrumi, le noci, il cotone, le pesche e il girasole (ESSIG, 1926); *L. zonatus* (Dallas), secondo lo stesso autore, è nocivo agli agrumi, pesche, datteri e meloni; *L. oppositus* (Say), infine, provoca deformazioni ai frutti di pesche (SNAPP, 1948).

### 1.2.2 Descrizione degli stadi

La morfologia di tutti gli stadi è stata dettagliatamente descritta da KOERBER (1963), qui sotto si riportano i caratteri salienti.

*Adulto* – Gli adulti (Fig. 3) sono robusti, allungati e misurano da 15 a 18 mm di lunghezza e da 4 a 6 mm di larghezza al torace. Secondo VILLA *et al.*, (2001) la lunghezza varia da 16 a 20 mm, e la larghezza del pronoto da 4,5 a 6,5mm; il tylus è prominente, sporgente dalle guance, ad apice arrotondato in visione dorsale.

La cuticola è densamente pubescente e varia dal bruno rossiccio al grigio-bruno

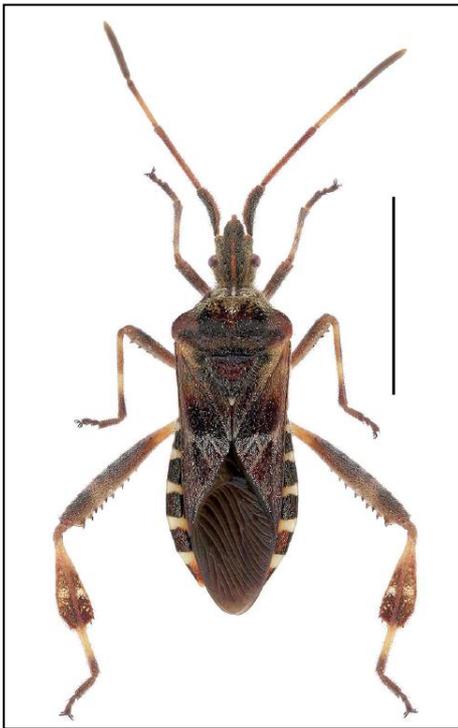


Figura 3. Adulto di *L. occidentalis* (da: Dusoulie *et al.*, 2007)

scuri nel colore. Il lato dorsale dell'addome è giallo o arancione chiaro con 5 strisce nere trasversali visibile durante il volo. Torace con pronoto esagonale, con angoli omerali arrotondati.

Le tibie delle zampe posteriori hanno un'espansione a forma di foglia da cui deriva il nome inglese di questo insetto "leaf footed conifer seed bug". Secondo VILLA *et al.*, (2001) queste espansioni sono presenti sulle metatibie e distalmente è possibile osservare due piccole spine sul bordo dell'espansione esterna e 6-7 sul bordo di quella interna; i femori sono muniti di vistosi processi spinosi che sono evidenti soprattutto sui metafemori,

sul cui lato interno inferiore è presente una serie di 7 denti allineati, progressivamente più grandi verso la parte distale del femore.

Il rostro di *L. occidentalis* contiene 4 stiletti racchiusi in un labbro modificato; a riposo, raggiunge il terzo o il quarto segmento addominale. FONTAINE *et al.*, (1991) hanno dimostrato la presenza di manganese negli stiletti del secondo stadio neanidale e negli adulti.

Le femmine di solito sono più grandi dei maschi.

Gli adulti sono abili volatori e volano immediatamente se disturbati. Durante il volo producono un ronzio che richiama molto quello delle api.

*Uovo* – Appena deposto è di colore marrone chiaro divenendo bruno-rossicce man mano che si avvicina il momento della schiusura. La forma è semicilindrica (Fig. 4),



Figura 4. Uova di *L. occidentalis* (Foto: W.B. Strong).

misura circa 2 mm di lunghezza, 1,25 mm di larghezza e 1 mm di altezza. La parte dorsale anteriore del corion è modificata a formare una scultura circolare (Opercolo) poco meno di 1 mm di diametro. La neanide in sviluppo giace dentro le uova con il suo lato ventrale, in senso contrario al

lato dorsale dell'uovo e il loro capo immediatamente sotto lo pseudoopercolo. Le neanidi fuoriescono attraverso quest'ultimo ed il resto del corion rimane intatto. Le uova vengono deposte a file lungo gli aghi delle conifere (Fig. 5) con la parte posteriore di un uovo che tocca quella anteriore del successivo.



Figura 5. Adulto di *L. occidentalis* durante l'ovideposizione in laboratorio.

Il lato ventrale dell'uovo è fortemente incollato all'ago per mezzo di una sostanza collosa chiara. Quattro o cinque uova possono essere deposte su un singolo ago di *P. menziesii*.



Figura 6. Neanide di I età.

*Neanide di I età* – Il capo e il torace sono marroni, l'addome è prevalentemente arancione tranne alcune macchie bruno ai bordi e negli ultimi 3 segmenti (Fig. 6). È lunga circa 3 mm, le antenne sono bruno e leggermente più lunghe rispetto al corpo. Gli occhi sono bruno-rossastri, le zampe sono bruno tranne una banda giallo chiara attorno al femore.

*Neanide di II età* – Il colore degli esemplari rimane lo stesso, tranne per una banda giallo chiara sulla tibia. Le antenne, le zampe e il rostro sono considerevolmente più lunghe del corpo dell'insetto (Fig. 7).



Figura 7. Neanide di III età.



Figura 8. Neanide di III età.

*Neanide di III età* – (Fig. 8) Appaiono gli abbozzi rudimentali delle ali. Il colore del corpo rimane lo stesso, ma la banda chiara sulla tibia diventa più prominente e la tibia posteriore è leggermente appiattita.



Figura 9. Ninfa di I età.

*Ninfa di I età* – Il corpo inizia ad apparire più rossiccio rispetto al precedente stadio (Fig. 9). Il capo e il torace sono bruno-rossastri e l'addome arancione-rossastro. Gli abbozzi alari si sovrappongono al primo segmento dell'addome e si nota un solco lungo i margini del protorace. La tibia posteriore è appiattita e presenta una striscia stretta gialla che attraversa la parte espansa della tibia posteriore.



Figura 10. Ninfa II età su *P. menziesii*.

*Ninfa di II età* – (Fig. 10) Appaiono delle macchie brune scure sul torace e gli abbozzi alari, che ora si estendono al secondo o terzo segmento addominale. Alcuni individui sono completamente marroni in questo stadio. Portano 6 prominenti aculei sul margine posteriore del femore delle zampe posteriori.

### 1.2.3 Biologia

Nel continente americano compie una generazione all'anno in USA e Canada e fino a tre generazioni in Messico (MITCHELL, 2000).

Nelle pianure dell'Italia settentrionale (sia in Lombardia sia in Friuli-Venezia Giulia), attraverso osservazioni di campo ed appositi allevamenti in laboratorio è stato stimato che *L. occidentalis* compie due generazioni. Nel corso del 2003 (anno con estate particolarmente calda) si è osservata anche una terza parziale generazione (BERNARDINELLI E ZANDIGIACOMO, 2002).

Da rilievi effettuati tra il 2004 e il 2008 sia in condizioni di laboratorio che in contesti toscani di pieno campo, la specie, tra l'inizio di marzo e la seconda decade di agosto dimostra di svolgere due generazioni complete (SANTINI, 2009).

*L. occidentalis* sverna allo stadio di adulto con la tendenza a costituire gruppi numerosi che cercano rifugi vari per lo svernamento, privilegiando le abitazioni in prossimità delle pinete. Gli adulti a inizio autunno penetrano nelle case per trovare un riparo dove trascorrere la stagione invernale. BERNARDINELLI E ZANDIGIACOMO (2002) hanno evidenziato che l'aggregazione sembra essere influenzata più dalle temperature e da fenomeni di geotattismo che dal sesso degli individui. Da alcuni saggi biologici condotti, è stata rilevata un'elevata attitudine all'aggregazione in condizioni di temperatura compresa tra 14 °C e 17 °C; a temperature inferiori ai 7 °C, invece, gli insetti sono dotati di scarsissima mobilità, pertanto non manifestano alcuna tendenza a raggrupparsi.

In campo l'accoppiamento avviene in primavera (Fig. 11) (KOERBER, 1963).



Figura 11. Adulti durante la copula (Foto: Ward B. Strong)

*L. occidentalis* si alimenta degli strobili e dei semi delle conifere appartenenti alla famiglia delle pinacee. In Italia le specie ospiti segnalate finora riguardano *Pinus*

## Studi su *Leptoglossus occidentalis* Heidemann

*strobis* L., *P. nigra* Arnold, *P. sylvestris* L., *P. pinea* L. e *P. pinaster* Aiton (BERNARDINELLI E ZANDIGIACOMO, 2002), *P. mugo* Turra, *Picea abies* (L.) Karst, *Cedrus atlantica* (Endl) Manetti e *C. deodora* (Roxb.) G. Don. (VILLA *et al.*, 2001).

Le Pinaceae attaccate nel continente americano sono: *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, *Pinus ponderosa* C. Lawson, *P. contorta* Douglas var. *latifolia* (Engelm.) Critchfield, *P. banksiana* Lambert, *P. attenuata* Lemmon in California (KOERBER, 1963; KRUGMAN E KOERBER, 1969), *P. sylvestris* in Iowa (SCHAFFNER, 1967), *Pinus resinosa* Aiton nel Minnesota e in Wisconsin (KATOVICH E KUDMANN, 1987), *P. nigra*, *P. strobus* e *Picea glauca* (Moench) Voss in Michigan e nell'Illinois (MCPHERSON *et al.*, 1990), *Calocedrus decurrens* (Torrey) Florin, *Pinus albicaulis* Engelm (KEGLEY E CAMPBELL, 1997) e *Tsuga canadensis* (L.) Carrière (GALL, 1992; MITCHELL, 2000). Nell'Oregon occidentale *L. occidentalis* si nutre sulle pigne del pino bianco occidentale (*Pinus monticola* Dougl. Ex. D. Don) (CONNELLY E SCHOWALTER, 1991). In Messico, 15 specie ospiti (genere *Pinus*) vengono riportati da CIBRIAN-TOVAR (1986) tra cui *Pinus cembroides* Zuccarini.

L'insetto utilizza gli stiletti dell'apparato boccale per perforare le squame delle pigne delle conifere (pini, abeti, cedri, ecc.) e succhiarne i semi. L'insetto è stato osservato mentre si nutriva sulle pigne di *P. menziesii* completamente secche, e gli stiletti erano conficcati fino in fondo nella pigna suggerendo che i semi, piuttosto che i tessuti della pigna, fossero il suo cibo (KOERBER, 1963).

Gli adulti si nutrono anche sui fiori staminiferi; anche se sembrerebbe improbabile che il nutrimento sui coni staminiferi riduca la fornitura di polline, presso l'Institute of Forest genetics, Placerville in California questo insetto ha ridotto da produzione di polline dagli alberi, usati per le ricerche genetiche (KOERBER, 1963).

*L. occidentalis* trae nutrimento dall'endosperma dei semi in via di maturazione durante i mesi caldi, ma anche alla base degli aghi durante i mesi freddi probabilmente ingerendo zuccheri (RIDGE-O'CONNOR, 2001).

VILLA *et al.* (2001) afferma che alcuni esemplari di cimice allevati sono stati osservati a suggerire le foglie di *P. abies* e *P. menziesii*.

Nonostante siano note varie parti di pianta che *L. occidentalis* utilizza per la nutrizione, non è chiara l'importanza che questi svolgono nello sviluppo degli stadi giovanili.

In California settentrionale il periodo di ovideposizione si estende dalla fine di maggio fino ai primi di luglio (KOERBER, 1963); in Italia è riportato che le prime uova dell'anno sono di norma deposte a partire da inizio marzo (SANTINI, 2009).

E' stato osservato che le femmine depongono le uova lungo gli aghi delle piante ospiti in prossimità di coni o gemme; ogni femmina può deporre fino ad una settantina di uova (BERNARDINELLI E ZANDIGIACOMO, 2002) e può accoppiarsi più volte (deponendo anche più di 500 uova) in un periodo di vita da adulto di oltre 45 giorni (questo fa sì che le generazioni siano sovrapposte).

MITHCHELL (2000) ha osservato che in laboratorio, le femmine depongono mediamente 12 uova al giorno, per un totale medio di 73 uova.

Le uova schiudono dopo circa 10 giorni e le neanidi, inizialmente, si nutrono di aghi e tessuti teneri dei coni e raggiungono lo stadio adulto in 35-40 giorni secondo KOERBER (1963).

E' stato osservato che l'insetto tollera le basse temperature ma è incapace di sopravvivere se esposto a condizioni climatiche fredde e umide (WHEELER, 1992).

In laboratorio quando gli insetti si nutrono dei semi, essi scelgono prima il seme più adeguato usando gli organi di senso che si trovano sulla punta del rostro e sui tarsi anteriori. Quando è stato scelto il seme la parte anteriore del corpo dell'insetto assume una posizione più sollevata, i tarsi vengono posizionati sul seme con il rostro tra i due



Figura 12. Adulto durante la nutrizione di un pinolo di *P. pinea* (Foto: Ward B. Strong)

tarsi e le antenne sono abbassate e portate in avanti vicino al punto di attacco sul seme (Fig. 12). L'insetto ha delle ghiandole salivari che servono da sorgente di secrezioni per dissolvere o intenerire il rivestimento del seme e permettere

l'inserimento degli stilette.

Quando gli stilette sono

penetrati nel seme il rostro presenta 2 articoli piegati a gomito all'indietro. Qualche volta si può notare che il rostro è nella sua posizione di riposo (parallelo al ventre dell'insetto) mentre gli stilette rimangono nel seme a succhiare (KOERBER, 1963).

In campo, invece, gli insetti si nutrono dei semi che si trovano all'interno delle pigne. Anche in questo caso prima vengono selezionati i punti migliori con i tarsi anteriori, dopo di che gli stiletti vengono conficcati in fondo alla pigna per raggiungere i semi, un'operazione che spesso richiede l'intera lunghezza degli stiletti. A questo punto la nutrizione può durare parecchie ore. La parte dell'endosperma interessata dall'attacco probabilmente viene dissolta dalla saliva dell'insetto e poi aspirata. Al termine della nutrizione, la cimice ritira rapidamente i suoi stiletti che ritornano nella loro posizione di riposo (KOERBER, 1963).

#### 1.2.4 Antagonisti naturali

I parassitoidi della cimice dei semi delle conifere si possono distinguere in due grandi gruppi, parassitoidi di adulti e parassitoidi oofagi. Del primo gruppo fanno parte i Diptera Tachinidae, mosche di grandi dimensioni le cui larve sono endo-parassitoidi di insetti di vari ordini; al secondo gruppo di antagonisti naturali appartengono gli imenotteri parassitoidi oofagi.

Dati finora disponibili in letteratura sugli antagonisti naturali di *L. occidentalis* sia in Italia che in Nord America saranno trattati nel Cap. 4.

#### 1.2.5 Distribuzione geografica

*L. occidentalis* è largamente distribuito nelle regioni del Nord America; le segnalazioni indicano che *L. occidentalis* è diffuso dal Sud del British Columbia al Messico e dal Colorado Occidentale e Nebraska fino alla costa del Pacifico (KOERBER, 1963). È stato osservato anche negli stati di Washington, Montana, Oregon, Idaho, New Mexico, Arizona e Texas (FROESCHNER, 1988).

Nel dicembre 1985 il coreide è stato ritrovato per la prima volta più a est in tutte le otto contee del Connecticut su piante di *P. menziesii*; successivamente è stata osservata la sua espansione nel Massachusetts, Isole Rhode, New Hampshire, a Maine (RIDGE-O'CONNOR, 2001).

La polifagia di questo insetto gli ha permesso di adattarsi brillantemente anche alle conifere presenti in Italia, di ampliare ulteriormente il suo areale e di aumentare notevolmente le popolazioni in alcune delle zone infestate. La recente diffusione di questo insetto dal Nord America occidentale fino all'altra parte del continente può essere stata provocata, secondo TAYLOR *et al.* (2001), da spedizioni di grano o di alberi di natale possibilmente per mezzo di navi transcontinentali.

In Europa le prime segnalazioni del *L. occidentalis* sono state osservate in Lombardia nel Settembre del 1999 a Vimercate (MI) ed a Montevicchia (Lecco) (VILLA *et al.*, 2001) e in Veneto nell'Ottobre dello stesso anno nei pressi di Arcugnano (Vicenza) (TESCARI, 2001; TAYLOR *et al.*, 2001; VILLA *et al.*, 2001).

Seguirono altre catture tra il 2000 e il 2002 sempre in Lombardia, Veneto e anche in Friuli-Venezia Giulia (VILLA *et al.*, 2001; BERNARDINELLI E ZANDIGIACOMO, 2002). Nel giro di pochi anni si sono susseguite parecchie segnalazioni in tutta la penisola e in Sicilia (VICIDOMINI E PIGNATARO, 2007; TESCARI, 2004).

Dal 2004 in poi la specie ha anche oltrepassato i confini dell'Italia, dapprima nei paesi limitrofi all'area settentrionale (DUSOULIER *et al.*, 2007; MOULET, 2006; TESCARI, 2004; GOGALA, 2003; HARMAT *et al.*, 2006; RABISCH E HEISS, 2005; PROTIC, 2008; HRADIL, 2008) e poi anche nel centro Europa e in Spagna (BERANEK, 2007; KMENT E BANAR, 2007; WERNER, 2006; LIS *et al.*, 2008; ARSLANGÜNDOĞDU E HIZA, 2010; RIBES E ESCOLA, 2005; AUKEMA E LIBERE, 2007; MALUPHY E REID, 2007).

#### 1.2.6 Danni

Nel continente di origine *L. occidentalis* è considerato dannoso per i *seed orchards* “impianti di conifere per la produzione di seme”, infatti perdite di seme fino al 41% su *P. menziesii* e fino al 26% su *P. monticala* sono state attribuite a questa specie (HEDLIN, 1981). In Messico è considerato il più dannoso fitofago delle conifere, causando perdite dei semi fino al 50% su *P. cembroides* (CIBRIAN-TOVAR, 1986).

Secondo KOERBER (1963) i tessuti dell'endosperma dei semi attaccati dalla cimice raggrinziscono e si notano dei resti di colore giallo che li fanno distinguere dai semi in cui è fallita l'impollinazione. Il seme che ha subito la penetrazione degli stiletti può mostrare una piccola chiazza bianca, possibilmente saliva asciutta. Da prove condotte sempre nello stesso lavoro, si evince che dalle pigne esposte al *L. occidentalis* solo l'1,25 % dei semi è risultato sano mentre dalle pigne non esposte il 71 % dei semi prodotti era sano.

Il danno arrecato dall'insetto è stato studiato tramite l'allevamento delle ninfe e degli adulti sugli strobili *P. menziesii* durante le diverse fasi di sviluppo. Analizzando le riserve di semi parzialmente danneggiati è stato rilevato che il nutrimento delle ninfe in tutti gli stadi di sviluppo delle pigne riduce in maniera significativa la quantità di lipidi e proteine insolubili (BATES *et al.*, 2000a).

Secondo KEGLEY *et al.*, (2001) il danno da cimice ai semi di *P. albicaulis* è stato maggiore del 20% solo in due località tra le più alte in altitudine; questo può derivare dal fatto che le cimici riescono, di più rispetto ad altri insetti, a sopravvivere bene ad alta quota.

Il danno potenziale della cimice è variabile in diversi periodi della stagione ed è stato studiato da diversi autori ed esposto qui di seguito.

L'alimentazione della cimice sulle pigne di *P. monticola* nel secondo anno di sviluppo ha causato riduzioni significative nella produzione totale di seme (40%) in quelle esposte all'insetto per 3 settimane nel mese di maggio (CONNELLY E SCHOWALTER, 1991).

SCHOWALTER E SEXTON (1990) dimostrarono che le neanidi/ninfe di *L. occidentalis* causano l'aborto dei semi quando esposti a pigne *P. menziesii* per 2 settimane a metà giugno, mentre se esposte a luglio fanno incrementare il numero di semi parzialmente pieni.

BATES *et al.* (2002a) hanno osservato che durante ciascun periodo di sviluppo del cono, le femmine causano significativamente più danni rispetto sia ai maschi che agli stadi giovanili (il danno delle femmine era del 45% e dell'82% più grande, rispettivamente, a quello dei maschi e delle neanidi/ninfe). Questo può essere attribuito alla maggiore taglia delle femmine rispetto ai maschi ed alla loro richiesta nutrizionale associata alla produzione di uova. La nutrizione delle femmine, però, necessita di minor alimento nella tarda stagione nonostante le calde temperature di questo periodo, questo suggerisce che la richiesta nutritiva delle femmine è maggiore nel primo periodo di sviluppo del cono perché coincide con l'inizio dell'ovideposizione. I maschi provocano più danno rispetto agli stadi giovanili (più del 75%) e si nutrono senza tenere conto dello stadio di sviluppo del cono, indicando che un leggero incremento della nutrizione nella tarda stagione può essere attribuito all'incremento del loro metabolismo a seguito delle alte temperature. I danni causati dalle neanidi/ninfe sono bassi, pur tuttavia, se riferiti all'intero periodo di sviluppo del cono, si possono avere perdite di seme consistenti.

STRONG (2006) ha dimostrato che la nutrizione degli adulti nei primi di maggio riduce il numero totale di semi per pigna fino al 23% rispetto al controllo, mentre durante l'attacco alla fine di maggio non si avevano differenze significative con quelle del controllo. La nutrizione degli adulti dal 6 maggio al 29 giugno ha causato una grande riduzione del numero di semi pieni per pigna; comunque senza differenze

significative con il controllo. Sempre in questo periodo la cimice ha causato una perdita tra 1,6 e 1,8 semi per giorno di nutrimento, le perdite tra il 29 giugno e il 10 agosto sono state tra 0,75 e 1,25 semi per giorno di nutrimento, le perdite più basse si sono verificate dopo il 10 agosto. Questo studio mostra che il danno potenziale degli stadi giovanili viene considerato uguale a quello delle femmine adulte in luglio e agosto.

BATES E BORDEN (2005), invece, affermano che la densità delle cimici si incrementa drammaticamente nella tarda stagione di sviluppo delle pigne quando cioè nuovi adulti iniziano a giungere nelle pinete. Poiché una femmina e un maschio possono nutrirsi, rispettivamente, di circa 2 e 1,4 semi al giorno (BATES *et al.*, 2002b) le popolazioni di cimici della tarda stagione possono causare danni significativi.

I semi leggermente danneggiati da *L. occidentalis* in laboratorio, hanno ridotto dell'80% l'emergenza delle piantine di *P. menziesii* (BATES *et al.*, 2000b).

*L. occidentalis* è anche un insetto molto dannoso nei vivai per le scorte di semi (SCHOWALTER AND SEXTON, 1990).

La debole produzione di semi è un serio problema nelle piantagioni di *Pinus contorta*, var. *latifolia* Engelmann in British Columbia. E' stata provata l'ipotesi secondo la quale il responsabile di questa riduzione è *L. occidentalis*. Ciò è stato dimostrato tramite prove sperimentali che prevedevano l'insacchettamento delle pigne e si è visto che il numero di semi per pigna nella prova con sacchi contenenti 1 femmina adulta era minore rispetto alle pigne non insaccate. La cimice può causare più del 70% di riduzione dei semi pieni alla naturale densità della popolazione del fitofago e più del 95% di riduzione dei semi ad un'alta densità di popolazione come era quella dei sacchi (STRONG *et al.*, 2001).

Il danno relativo all'attività di sei insetti dannosi ai semi di *P. menziesii* è stato studiato per un periodo di tre anni (1989–1991) nel Beaver Creek Seed Orchard situato nella contea dell'Oregon (SCHOWALTER, 1994). Tra questi, *Megastigmus spermatrophus* Wachtl danneggia i semi nei coni durante maggio e giugno mentre *L. occidentalis* è stato il più dannoso nei coni esposti tra luglio e agosto.

I risultati dell'elettroforesi sulle ghiandole salivari di *L. occidentalis* (CAMPBELL E SHEA, 1990), hanno mostrato chiaramente la presenza di PME (Pectinmethylesterasi) e di PGA (Polygalacturonasi), complessi enzimatici salivari capaci di depolimerizzare la pectina, sia nelle ghiandole delle ninfe che in quelle degli adulti. Viene dimostrato, così, che questi enzimi vengono iniettati nelle squame delle pigne durante la perforazione. In questo studio viene anche mostrato come il rutenio rosso risulta essere un colorante

appropriato per individuare le ferite causate dall'alimentazione della cimice sulle pigne. Le squame site nella parte basale delle pigne avevano il più alto numero di ferite da punture. Pertanto questa tecnica di colorazione, non distruggendo gli ovuli o i semi, può essere usata per accertare il danno ed i livelli d'infestazione di *L. occidentalis* durante l'intero periodo di sviluppo delle pigne piuttosto che dopo la loro raccolta.

Per distinguere il danno causato da *L. occidentalis* su *P. menziesii* da un altro insetto che provoca dei danni analoghi, sono state messe appunto delle tecniche di analisi che si basano sull'impiego di marcatori biochimici. Attraverso l'impiego di un anticorpo policlonale, estratto dalle ghiandole salivari dell'insetto, è stato possibile identificare i semi danneggiati da *L. occidentalis* (LAIT *et al.*, 2001).

Secondo BATES *et al.* (2002a) la radiografia da sola identifica i semi che sono parzialmente danneggiati da cimici, determinando una bassissima percentuale di semi classificati in questa categoria. Includendo i risultati del test all'anticorpo e i semi fusi, la percentuale di semi danneggiati da cimici aumenta.

BATES (2005) indica che questa cimice può causare buchi ai tubi PEX usati comunemente negli impianti idraulici o nei sistemi di riscaldamento delle abitazioni che fungono da rifugio per gli adulti svernanti. I fattori che hanno suggerito queste conclusioni sono fondamentalmente tre e cioè che i buchi alle tubature iniziano dalla superficie esterna e si estendono verso l'interno, il diametro dei buchi è coerente con quello degli stilette (circa 30 µm) e che i buchi osservati in laboratorio su tubi esposti alle cimici erano identici per lunghezza, forma e diametro a quelli osservati sui tubi con perdita di acqua dalle case su cui il *L. occidentalis* svernava. Altri studi serviranno per motivare questi comportamenti e per identificare il danno all'impianto idraulico del *L. occidentalis* svernante nelle abitazioni.

Per quanto riguarda i danni al pistacchio in California, questi sono riportati simili a quelli causati dal *L. clypealis* e cioè inducendo lesioni all'epicarpo e danneggiando l'endocarpo o i cotiledoni (RICE *et al.*, 1985).

In Italia i principali problemi, che inizialmente si pensavano essere causati da questo insetto, erano esclusivamente dovuti alle sue abitudini di entrare in casa in gruppi numerosi nel periodo autunno invernale alla ricerca di un luogo per svernare creando allarmismi e qualche forma di disagio (BERNARDINELLI, 2003). In seguito si capì che *L. occidentalis* nutrendosi sulle pigne di *P. pinea* provoca un danno economico. Le pinete di *P. pinea*, infatti, vengono sottoposte alla raccolta degli strobili da parte di ditte o aziende private che lavorano le pigne mature (Fig. 13) ed estraggono

da esse i pinoli. Sul pino domestico, negli ultimi decenni si è concentrata l'attenzione di vari ricercatori in quanto le perdite di produzione di pinoli hanno manifestato un andamento sempre crescente fino a toccare livelli impensabili in passato. Confrontando le quantità di pigne raccolte dal 1995 al 2007 (dati forniti dalla Nazionalpigne in BENASSAI *et al.*, 2008) nelle varie pinete di pino domestico in Italia, che segnalano una perdita annuale di circa il 10%, passando dalle 80.000 t raccolte nel 1995 alle 6.000 t nel 2007.

Dallo studio condotto da BENASSAI *et al.*, (2008) in Toscana sui fitofagi del *P. pinea* si evidenzia un danno da *L. occidentalis* sugli strobili del 5%, il cui peso era inferiore rispetto a quelli sani così come anche il peso medio dei pinoli. Queste prime acquisizioni provano la dannosità della cimice soprattutto a carico dei giovani strobili (primo e secondo anno di sviluppo) provocando, quindi, ulteriori cali di produzione oltre a quelli già determinati dalla consolidata presenza di *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & Sutton noto agente fungino responsabile dell'aborto delle pigne (pine pagliose o gallerone), nonché dal complesso degli insetti spermocarpofagi come 2 lepidotteri afferenti al genere *Dioryctria* e 2 coleotteri (*Pissodes validirostris* Gyll. e *Ernobius impressithorax* Pic) (INNOCENTIE TIBERI, 2002).

Ciò viene confermato anche da SANTINI (2009) secondo il quale *L. occidentalis* attacca i coni di *P. pinea* nell'arco del loro ciclo triennale di sviluppo, comportando di norma, il rapido disseccamento di buona parte di quelli, ancora piccoli ed erbacei, che si trovano nel primo e secondo anno del ciclo medesimo. Ne consegue una significativa riduzione del numero di semi utili contenuti in quelli che nel terzo anno riescono comunque a giungere a maturazione.



Figura 13. Cumuli di pigne mature di *P. pinea* prima di essere lavorate per l'estrazione dei pinoli (Fonte: Ditta Garretta Mario, lavorazione pine e pinoli).

### 1.2.7 Strategie di controllo

Mezzi chimici – In America non sono ritenuti necessari interventi fitosanitari a difesa delle alberature dell'arredo urbano e dei boschi con presenza di conifere, d'altra parte, non ci sono insetticidi specificamente registrati contro questo fitofago su conifere. Nei *seed orchards* del Canada, poiché non esistono formulati chimici registrati per la cimice, vengono effettuati trattamenti a base di Sevin XLR (carbaryl 42.8%) contro *Neodiprion sertifer* (Geoffroy) (Hymenoptera: Diprionidae) e contro *Dendroctonus ponderosae* Hopkins (Coleoptera: Scolytidae) con lo scopo di controllare anche le infestazioni di *L. occidentalis* (STRONG, dati non pubblicati).

E' stato dimostrato che l'utilizzo dell'insetticida piretroide esfenvalerate riduce la percentuale dei semi danneggiati dalla cimice per pigna che si traduce in un significativo incremento in percentuale di semi pieni (RAPPAPORT *et al.*, 1994).

STRONG (2006) afferma che l'unico mezzo adoperabile per il controllo del *L. occidentalis* nei *seed orchards* specializzati alla produzione di semi di conifere, è l'applicazione di insetticidi ad ampio spettro. E' necessario però, per la sicurezza del personale, alzare la soglia d'intervento al fine di ridurre i trattamenti durante la raccolta; questo, comunque, non comporta gravi conseguenze perché i nuovi adulti che invadono i campi in tale periodo causano pochi danni ai semi.

Il trattamento chimico delle pareti esterne con insetticidi a base di piretroidi con effetto residuale e repellente potrebbe ridurre l'ingresso degli insetti nelle case. Vengono comunque vivamente sconsigliati i trattamenti insetticidi generalizzati all'interno delle abitazioni, in quanto il potenziale rischio sanitario derivante dall'uso di tali prodotti in ambiente domestico è superiore al danno oggettivo causato dall'insetto (BERNARDINELLI E ZANDIGIACOMO, 2002).

Mezzi fisico-meccanici – Gli unici consigli di controllo mediante mezzi fisico-meccanico riguardano la riduzione dell'ingresso di questo fitofago nelle abitazioni (reti o zanzariere ecc.) (BERNARDINELLI E ZANDIGIACOMO, 2002).

Mezzi biotecnici – Un potenziale mezzo per ridurre le infestazioni domestiche potrebbe derivare dall'impiego di trappole innescate con il feromone di aggregazione. L'individuazione di sostanze chimiche volatili in grado di esercitare una azione attrattiva nei confronti di *L. occidentalis* è stata portata avanti senza che, quantomeno ad

oggi, sia stato possibile conseguire dei risultati prontamente trasferibili ad una applicazione pratica (DAPPORTO *et al.*, 2009). Altre sostanze volatili sono emesse da individui di *L. occidentalis*, sia adulti che forme giovanili, in grado di indurre l'allontanamento di altri individui con specifici dal sito di emissione. Prove di efficacia nei confronti degli adulti sono state eseguite irrorando la chioma di piante di *P. pinea* di 3 metri con esenale: dati preliminari ottenuti da SANTINI (2009) sono risultati al momento significativi.

Mezzi biologici – La possibilità che *L. occidentalis* sia contenuto in qualche misura dall'azione di alcuni organismi entomopatogeni, era già stata dimostrata da una evidenza segnalata da BERNARDINELLI E ZANDIGIACOMO (2002). Gli autori riferiscono circa il rinvenimento di alcuni esemplari svernanti morti per una infezione da parte del fungo *Bauveria bassiana* (Bals.) (Ascomycota: Hypocreales). Successivamente, recenti indagini svolte in Toscana da SANTINI (2009) hanno confermato ulteriormente questa eventualità.

Al momento non si conoscono altri mezzi biologici; l'introduzione di organismi antagonisti dall'areale di origine ed il rilascio come metodologia di controllo biologico classico potrebbe essere una valida strategia.

## **2 Primi reperti in Sicilia su diffusione e dannosità di *L. occidentalis* Heidemann**

### 2.1 INTRODUZIONE

*L. occidentalis* è stato per la prima volta trovato in Italia nel 1999 in Lombardia e nel Veneto (VILLA *et al.*, 2001). Da quel momento parecchi esemplari sono stati raccolti in differenti località anche in Italia Centrale e Meridionale. La prima segnalazione di *L. occidentalis* pubblicata per la Sicilia è relativa ad alcune catture effettuate a Niscemi (CL) ai primi del novembre '03 (TESCARI, 2004). Da allora e fino all'inizio della nostra ricerca, altri dati in Sicilia riguardanti il coreide fanno riferimento a segnalazioni di entomologi o fotografi che catturavano nei loro scatti questi strani insetti oppure privati che ritrovavano questi intrusi nelle loro abitazioni in cerca di un luogo per lo svernamento.

La sua dannosità non è stata considerata grave per via del fatto che l'insetto non danneggia in alcun modo gli organi vegetativi della pianta e comunque non la porta alla morte. Nel frattempo però sono pervenute a noi segnalazioni di importanti riduzioni nella produzione di pigne e pinoli del pino domestico in Sicilia come in Italia.

È emersa una forte difficoltà nell'ottenere dati all'Azienda Foreste Demaniali in Sicilia sulla produttività del pino domestico.

In questa prima parte del lavoro di ricerca si riportano i primi dati raccolti in Sicilia sulla diffusione e la dannosità di *L. occidentalis* ai pinoli del pino domestico.

## 2.2 MATERIALI E METODI

### 2.2.1 Analisi bibliografica e dati di campo sulla sua diffusione in Sicilia

La ricerca bibliografica è stata effettuata utilizzando le banche dati del Sistema Bibliotecario di Ateneo dell'Università degli Studi di Palermo: C.A.B. Abstracts (1972-2008/04) e Biological Abstract (2004-2008/04). Inoltre, sono state utilizzate le seguenti risorse bibliografiche aggiuntive: il motore di ricerca internet Google Scholar e la banca dati ISI Web of Knowledge. Annotati i diversi riferimenti bibliografici, copie dei relativi lavori scientifici sono state reperite presso la Biblioteca del Dipartimento S.En.Fi.Mi.Zo. (oggi confluito nel Dipartimento DEMETRA) dell'Università di Palermo ed altre biblioteche dei diversi atenei italiani; inoltre dalla letteratura di questi lavori si è risaliti ad altri pubblicati in anni precedenti.

A questa fase preliminare è seguito lo studio di tutto il materiale raccolto, mettendo a confronto i risultati riportati dai diversi autori per conoscere la diffusione del coreide in Italia ma anche in Europa. La ricerca bibliografica è servita anche per risalire ai metodi di allevamento dell'insetto in laboratorio e soprattutto per conoscere le modalità di raccolta in campo ed individuarne i periodi di ritrovamento.

Allo scopo di conoscere la diffusione in Sicilia di *L. occidentalis*, a partire da maggio '07 è iniziata la raccolta di tutte le informazioni riguardanti segnalazioni e catture dell'insetto da parte di esperti, dottorandi di ricerca e professori della facoltà di Agraria di Palermo, ma anche alle catture occasionali della cimice.

Sulla base degli avvistamenti è iniziato il monitoraggio in pinete di varie località dell'isola. Le località già note per l'avvistamento della cimice da parte di segnalatori attendibili erano 13. Sono quindi iniziati i campionamenti sia in località già note che in altre nuove, queste ultime scelte sulla base della pianta ospite predominante e dell'altezza delle piante che doveva facilitare l'osservazione e/o la cattura degli insetti. Se il sito di campionamento veniva considerato ideale per ulteriori battute di ricerca venivano pianificati altri campionamenti. Ciascun campionamento prevedeva lo spostamento mio e di altri collaboratori con mezzo proprio o fornito dal Dipartimento S.En.Fi.Mi.Zo. (oggi confluito nel Dipartimento DEMETRA) e attrezzature entomologiche per la cattura e la conservazione degli insetti. Gli insetti sono stati catturati a mano, o con l'ausilio di un retino entomologico, mentre per i rami che si trovavano più in alto il retino veniva legato ad un prolungo di 3 metri. Dopo la raccolta

## Studi su *Leptoglossus occidentalis* Heidemann

gli insetti sono stati trasferiti in laboratorio e sistemati nelle capsule Petri per conteggiarli e identificarne il sesso.

Le nuove località scelte per i campionamenti di adulti e stadi preimmaginali sono state: popolamento di *Pinus laricio* nei pressi di Nicolosi (CT) (1.150 m s.l.m.) in quanto localizzato tra due località in cui *L. occidentalis* era stato avvistato; Piana degli Albanesi (PA) (860 m s.l.m.) per la presenza di un'area a *Pinus halepensis* con piante basse; Portella Colla-Isnello (PA) (1.430 m s.l.m.) per la presenza di un piccolo popolamento a *Pseudotsuga menziesii*, una tra le piante ospiti principale della cimice nel suo areale di origine; Montagna Grande (TP) (260 m s.l.m.) e Monte Altesina (EN) (850 m s.l.m.) per la presenza di piante basse di *Pinus pinea*; Monte Sambughetti (EN) (1.100 m s.l.m.) per la presenza di piante di *Pinus nigra*. In queste località appena elencate, tra il 2007 e il 2009 sono stati effettuati 27 campionamenti da maggio a ottobre.

Altri 9 campionamenti sono stati realizzati da novembre fino ad aprile (2007/09) per la ricerca di insetti svernanti nelle abitazioni delle seguenti località scelte sulla base di segnalazioni che a noi pervenivano: Castellana Sicula (PA) (950 m s.l.m.), Piano Noce-Polizzi Generosa (PA) (700 m s.l.m.), Piazza Armerina (EN) (690 m s.l.m.), Linguaglossa (CT) (1.000 m s.l.m.), Marsala C/da Pispisia (TP) (20 m s.l.m.).

Due località (Valguarnera, EN e Capaci, PA) sono state registrate perché osservate su sito web [naturamediterraneo.com/](http://naturamediterraneo.com/); infine altre 6 località (Cinisi PA, Villagrazia di Carini PA, Palermo città, Ucria ME, Monte Lauro SR e Buscemi SR) sono state registrate perché alcuni raccoglitori hanno catturato occasionalmente la cimice portandola nei laboratori di Entomologia della Facoltà di Agraria di Palermo.

### 2.2.2 Indagine sulla dannosità ai pinoli del pino domestico in Sicilia

Notizie sulla produttività delle pinete siciliane di *Pinus pinea* sono state richieste ad un'azienda di raccolta e lavorazione dei pinoli localizzata a Piazza Armerina (EN). Dalle concessioni stipulate per la raccolta delle pigne tra la ditta e l'azienda F.F.D.D. di Siracusa è stata monitorata la produttività di pigne e pinoli in un rimboschimento puro a pino domestico nell'area di Monte Lauro, estesa per 978 ha, dal 1997 al 2010, un'area demaniale della Sicilia sud-orientale appartenente alla catena dei Monti Iblei che si estende nei territori di Buccheri, Buscemi, Ferla e Carlentini ricadenti tra le tre province di Catania, Ragusa e Siracusa.

## Studi su *Leptoglossus occidentalis* Heidemann

L'area è stata classificata dall'Azienda Regionale Foreste Demaniali sotto la denominazione “rimboschimenti dell'alto bacino dell'Irminio e dell'alto Dirillo”; si tratta di un vasto complesso boscato della superficie di 1.810 ha caratterizzati da una costante presenza di pino d'Aleppo, pino domestico, cipresso comune e pino calabrese (*Pinus brutia* Ten.) e da sporadiche presenze di pino nero (*P. nigra*) nelle zone più alte (Monte Lauro) e di latifoglie, quali eucalipti, leccio (*Quercus ilex* L.), roverella (*Quercus virgiliana* (Te.)) e frassino (*Fraxinus angustifolia* Vahl), a quote più basse.

Il clima è quello caratteristico mediterraneo, con le varianti dovute all'altitudine.

La piovosità annua si aggira intorno agli 800 mm di pioggia, concentrata sempre nel periodo autunno-vernino e con estrema siccità estiva. A mitigare un po' la scarsità di piogge durante questo periodo concorre il formarsi di grossi banchi nebbiosi. (pubbl. elettr., 2010 -<http://www.isaporidiscilia.com/demani/montelauro/ildemano.htm>).

## 2.3 RISULTATI

### 2.3.1 Diffusione di *L. occidentalis* in Sicilia

I dati in nostro possesso fanno risalire i primi ritrovamenti di *L. occidentalis* in Sicilia al settembre '02 in una località nei pressi di Gangi (PA), quando sono stati notati nugoli del coreide in volo attorno a grandi alberi di *P. pinea* (MALTESE *et al.*, 2009).

Dal 2002 fino all'autunno del 2010 sono stati catturati e da noi identificati e/o segnalati da fonti attendibili parecchi esemplari di *L. occidentalis*, precisamente: 264 adulti di cui 116 femmine, 124 maschi e 14 non identificati; 45 ninfe di II età, 38 ninfe di I età, 39 neanidi di III età, 42 neanidi di II età e 57 neanidi di I età. Gli insetti non identificati sono costituiti da esemplari a noi non pervenuti, identificati a livello di specie da osservatori attendibili, oppure solamente fotografati e reperibili nella pagina web <http://www.naturamediterraneo.com/forum>. Le uova ritrovate sono risultate pari a 75. Analizzando le catture, come mostrato in Fig. 14, si evince che il coreide risulta distribuito in tutte le province dell'isola (32 siti di raccolta), da località vicino al livello del mare (20 m s.l.m.) fino a località di montagna (fino a 1.430 m s.l.m.), ciò dimostra la grande capacità dell'insetto di adattarsi alle differenti condizioni climatiche presenti in Sicilia.

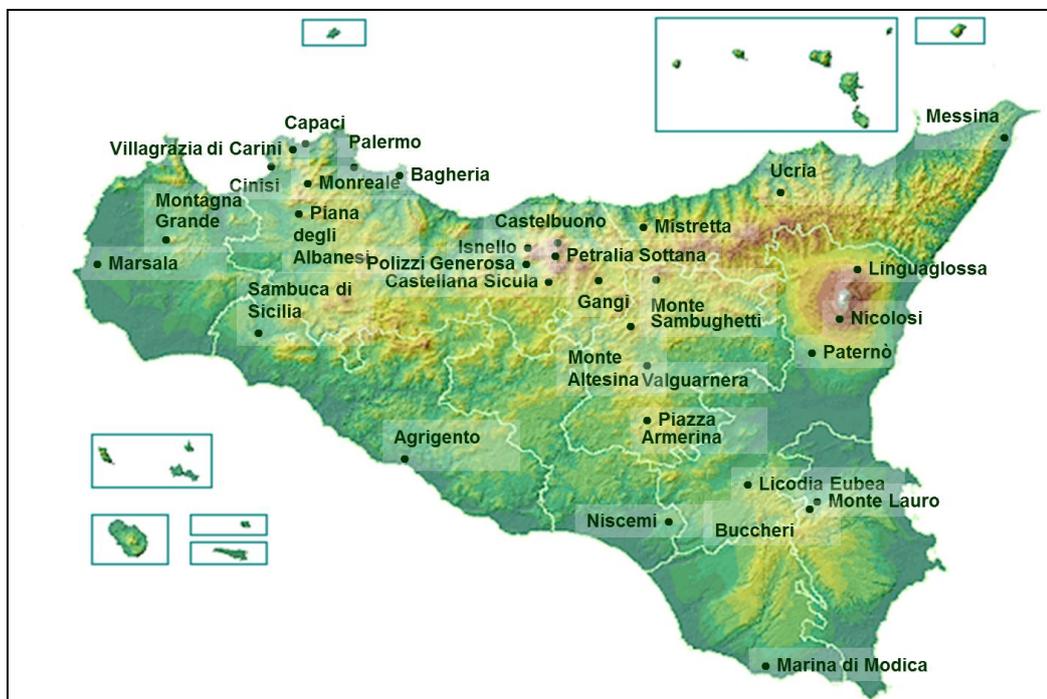


Figura 14. Località di rinvenimento di *L. occidentalis* in Sicilia.

2.3.2 Esemplari ritrovati in Sicilia ordinati per provincia

Gli esemplari di cui sotto elencati sono conservati nella collezione del Dipartimento S.En.Fi.Mi.Zo. (oggi confluito nel Dipartimento DEMETRA) sezione di Entomologia, Acarologia e Zoologia Agraria della Facoltà di Agraria di Palermo.

Gli esemplari non compresi nell'elenco già fornito da MALTESE *et al.*, (2009) sono preceduti da un asterisco.

PALERMO: 4 adulti, Gangi, Gangi Vecchio, *Pinus pinea*, settembre '02, leg. A. Carapezza; \*1 ninfa I, Gangi, *Pinus pinea*, 8 luglio '09, leg. M. Maltese; 1 adulto, Castelbuono, novembre '03, leg. S. Zafarana; 1 adulto, Castelbuono, 15 dicembre '04, fotografia osservata su sito web naturamediterraneo.com; 2 ♀♀, Petralia Sottana, 16 agosto '04, leg. A. Carapezza; 1 adulto, Bagheria, Monte Catalfano, novembre '04, leg. B. Massa; 1 adulto, Polizzi Generosa, centro abitato, dicembre '04, leg. B. Massa; \*1 ♂, Polizzi Generosa, maggio '05, collezione entomologica Dipartimento S.En.Fi.Mi.Zo. (oggi confluito nel Dipartimento DEMETRA); \*21 ♂♂, 10 ♀♀, 1 ninfa II (6 novembre '08), \*10 ♀♀, 13 ♂♂ (21 novembre '08), Polizzi Generosa, Vivaio Forestale Piano Noce, leg. M. Maltese e V. Caleca; \*2 ♀♀, Polizzi Generosa, Vivaio Forestale Piano Noce, 20 aprile '09, leg. G. Orlando; 1 ♀ (10 dicembre '05), 1 ♂ (16 dicembre '05), 1 ♀ (14 gennaio '06), 1 ♂ (24 novembre '07), Monreale, Borgo Molara, *Pinus halepensis*, leg. B. Massa; 1 adulto, Capaci, Mandra Zarcati, corteccia di *Eucalyptus*, 16 dicembre '06, fotografia osservata su sito web naturamediterraneo.com; 1 adulto, Piana degli Albanesi, Riserva Naturale Serre della Pizzuta, *Pinus halepensis*, 4 marzo '07, fotografia osservata su sito web naturamediterraneo.com; 5 ♂♂, 2 ♀♀, 3 ninfe II, 1 neanide III (4 ottobre '07), 11 neanidi I (3 settembre '08), Piana degli Albanesi, Riserva Naturale Serre della Pizzuta, *Pinus halepensis*, leg. M. Maltese e V. Caleca; 1 ♀, Cinisi, Piano Margi, 27 ottobre '07, leg. R. Lo Duca; 1 ♂ (28 ottobre '07), 1 ♂ (5 novembre '07), Villagrazia di Carini, leg. G. Perricone; 1 ♂ (29 ottobre '07), 1 ♀ (8 gennaio '08), Palermo, Facoltà di Agraria, , leg. B. Massa; 1 ♀ (24 gennaio '08), \*1 ♀ (16 marzo '09), Palermo, abitazione in Via L. da Vinci, leg. H. Tsolakis; \*1 ♂ (26 ottobre '08), \*1 ♀, 1 ♂ (9 gennaio '09), Palermo, abitazione in Via Cosenz, leg. R. Rizzo; \*1 ♀, Palermo, abitazione in Via Libertà, 19 novembre '08, leg. E. Ragusa; 17 ♂♂, 12 ♀♀ (28 novembre '07), \*3 ♀♀, 1 ♂ (21 novembre '08), \*1 ♀ (16 dicembre '08), Castellana Sicula, Agriturismo Terravecchia, leg. M. Maltese e V. Caleca; 2 ♂♂ e 8 ♀♀, Castellana Sicula, Agriturismo Terravecchia, 8 dicembre '07, leg. S. Dolce; 1 ♂ (26 giugno '08), 4 ♂♂, 4 neanidi I, 1 neanide II (4 luglio '08), 1 ♂ (8 luglio '08), 1 ♀,

Studi su *Leptoglossus occidentalis* Heidemann

2 neanidi II, 1 neanide III, 9 ninfe I, 5 ninfe II (22 luglio '08), 13 ninfe II (31 luglio '08), 2 ♀♀, 2 ♂♂, 3 neanidi II, 4 neanidi III, 1 ninfa I, 4 ninfe II (7 agosto '08), 2 ♀♀, 5 ♂♂, 1 neanide III, 1 ninfa I, 3 ninfe II (26 agosto '08), Isnello, Portella Colla, *Pseudotsuga menziesii*, leg. M. Maltese; 1 ♂, 1 ♀, 2 corion di uova, 4 neanidi I, 8 neanidi II, 14 neanidi III, 6 ninfe I, Isnello, Portella Colla, *Pseudotsuga menziesii*, 15 luglio '08, leg. M. Maltese e V. Caleca; 2 ♀♀, 1 ♂, 14 corion di uova e 14 neanidi I, 1 ninfa I, 2 ninfe II, (9 settembre '08), \*1 ♀ (2 ottobre '08), \*1 ♂ (11 giugno '09), \*1 ♂ (26 giugno '09), \*1 ♀, 11 uova, 4 neanidi I, 2 neanidi II (1 luglio '09), \*1 neanide II (8 luglio '09), \*20 uova sgusciate e 20 neanidi I, 4 neanidi II, 2 neanidi III, 2 ninfe I (16 luglio '09), \*3 ♂♂, 13 uova sgusciate, 1 neanide III, 1 ninfa I, 3 ninfe II (7 agosto '09), Isnello, Portella Colla, *Pinus nigra*, leg. M. Maltese. AGRIGENTO: 1 ♂, Agrigento, marzo '03, leg. G. Rallo; 1 ♂ morto, Sambuca di Sicilia, abitazione, 27 marzo '05, leg. A. Carapezza. CALTANISSETTA: 1 adulto, Niscemi, Riserva Naturale Sughereta, novembre '03, leg. S. Zafarana. MESSINA: 1 ♂, Messina, Annunziata, 26 febbraio '04, leg. C. Baviera; 1 ♀ (marzo '07), 1 ♂ (22 ottobre '07), 1 ♂ (28 ottobre '07), 1 ♀ (2 novembre '07), \*2 ♀♀ (9 novembre '09), \*1 ♂ (3 novembre '10), Mistretta, leg. M. Cannata; 2 ♀♀, Ucria, 23 novembre '07, leg. G. Perricone. RAGUSA: 1 adulto, Marina di Modica, 16 ottobre '04, leg. A. Carapezza. CATANIA: 7 ♀♀, 5 ♂♂, 6 ninfe II, Licodia Eubea, Demanio Forestale Marineo-Cozzarelli, *Pinus halepensis*, 5 ottobre '05, leg. R. Lo Duca; 1 ♂, 1 ♀, Paternò, Piano Tavola, 1 novembre '05, leg. R. Lo Duca; 1 ♀, Nicolosi, *Pinus laricio*, 26 maggio '07, leg. M. Maltese e V. Caleca; 3 ♂♂ e 2 ♀♀ morti, Linguaglossa, abitazione civica, 3 gennaio '08, leg. V. Caleca. TRAPANI: 1 ninfa II (11 giugno '07), 1 ♀ (7 novembre '07), 1 ♀ morta (16 novembre '07), 1 ♀ (17 marzo '08), \*1 ♂ (3 ottobre '08), \*1 ♀, 1 ♂ (13 novembre '09), \*1 ♂ (28 ottobre '10), Marsala, Contrada Pispisia, *Pinus halepensis*, leg. M. Maltese; 1 adulto, Montagna Grande, *Pinus pinea*, 11 novembre '07, fotografia osservata su sito web naturamediterraneo.com/; 1 ♂, 15 uova sgusciate, 20 neanidi II (30 agosto '08), \*1 ♀ (4 luglio '09), Montagna Grande, *Pinus pinea*, leg. M. Maltese. ENNA: 1 ♀ (18 settembre '07), \*1 ♀ (1 ottobre '10), Monte Sambughetti, leg. R. Lo Duca; \*7 ♀♀, 5 ♂♂, Monte Sambughetti, *Pinus nigra*, 19 novembre '09, leg. R. Lo Duca e M. Maltese; 1 adulto, Valguarnera, 2 novembre '07, fotografia osservata su sito web naturamediterraneo.com/; 1 ♂ (29 novembre '07), 1 ♂, 1 ♀ (1 marzo '08) \*1 ♂, 1 ♀ (15 febbraio '09), \*5 ♀♀, 2 ♂♂ (22 ottobre '09), Piazza Armerina, azienda Pinoli Garretta, *Pinus pinea*, leg. D. Garretta; \*3 ♀♀, 1 neanide II, 15 neanidi III, 16 ninfe I, 4

## Studi su *Leptoglossus occidentalis* Heidemann

ninfe II, Monte Altesina, pigne aperte di *Pinus pinea*, 2 settembre '09, leg. M. Maltese e R. Lo Duca. SIRACUSA: \*4 ♀♀, 3 ♂♂, Monte Lauro, *Pinus pinea*, 20 ottobre '09, leg. D. Garretta; \*4 ♂♂, 1 ♀ (25 ottobre '09), \*2 ♀♀, 1 ♂ (12 ottobre '10), Buscemi, *Pinus pinea*, leg. D. Garretta.

Come mostrato dalle Figg. 15 e 16, i campionamenti realizzati da noi e da altri raccoglitori, dal 2002 all'autunno 2010, hanno interessato quasi tutto l'anno solare. La maggiore facilità nel riscontrare gli adulti si ha dalla fine di settembre ai primi di dicembre cioè quando il *L. occidentalis* tende ad aggregarsi nelle piante ospiti oppure nei muri o persino dentro le abitazioni di montagna per lo svernamento. Parecchi sono stati i campionamenti in cui sono stati raccolti agevolmente più di venti esemplari per campionamento sui muri delle abitazioni, per la maggior parte insetti esposti sul lato Sud che cercavano qualche raggio di sole. Sporadici sono stati i ritrovamenti degli adulti durante l'estate, in quanto con le alte temperature questi, essendo abili volatori, passavano da una pianta all'altra per nutrirsi di nuove pigne. Dopo parecchi campionamenti iniziati da marzo abbiamo preso atto della difficoltà di rinvenimento degli adulti sulle piante ospiti in primavera, infatti le poche catture di adulti in questo periodo riguardano adulti catturati ancora nei luoghi di svernamento.

Per quanto riguarda le forme giovanili, il più precoce ritrovamento di ninfe in Sicilia dall'inizio dell'anno è stato osservato nella prima quindicina di giugno nella località di Marsala (TP) (20 m s.l.m.); la maggior parte delle catture ha riguardato neanidi e ninfe rinvenute in località di montagna da luglio fino a settembre. Durante la prima quindicina di ottobre sono state catturate neanidi e ninfe nelle località di Piana degli Albanesi (PA) (860 m s.l.m.) e Licodia Eubea (CT) (700 m s.l.m.), mentre una sola ninfa è stata catturata nel mese di novembre nella località di Polizzi Generosa (PA) (700 m s.l.m.).

Le uova, infine, sono state rinvenute soltanto nella località di Portella Colla (PA) (1430 m s.l.m.) e nel periodo estivo, da luglio ai primi di settembre. Dai nostri campionamenti è emersa la difficoltà nel ritrovamento delle uova del coreide, sia per l'eccessiva altezza delle piante ospiti sia per il fatto che le uova si mimetizzavano con le parti giallognole degli aghi di pino.

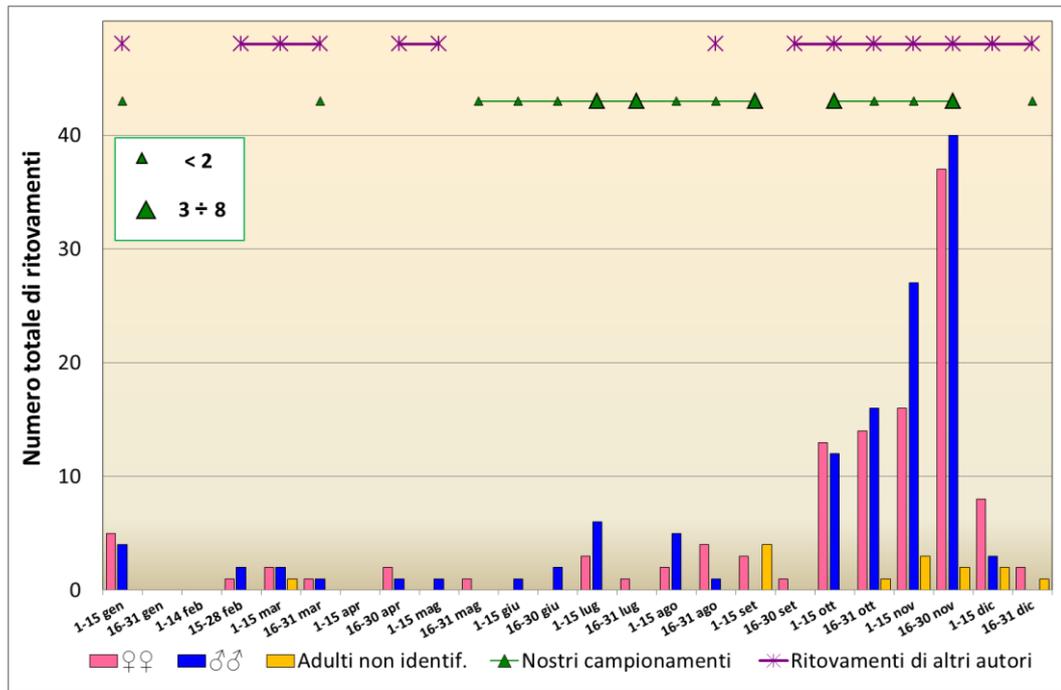


Figura 15. Ritrovamenti di adulti di *L. occidentalis* (maschi, femmine e non identificati) in Sicilia in differenti periodi dell'anno dal 2002 al 2010.

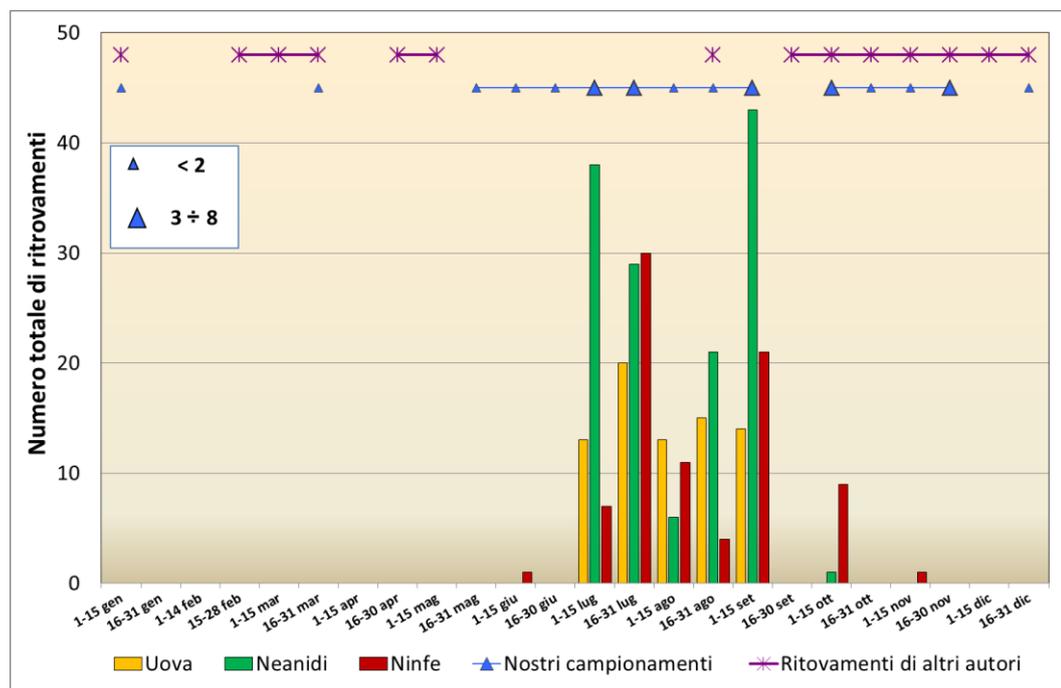


Figura 16. Ritrovamenti di uova, neanidi e ninfe di *L. occidentalis* in Sicilia in differenti periodi dell'anno dal 2002 al 2010.

### 2.3.3 Dannosità di *L. occidentalis* ai pinoli in Sicilia

Nell'area di Monte Lauro (Fig. 17), dalla stessa area demaniale data in concessione alla ditta Garretta, la produzione di pigne nella campagna silvana 1997/98 è stata di 2.835 q, nell'annata 1998/99 di 3.667 q, mentre nell'annata 2001/02 sono stati prodotti 6.000 q di pigne. Dalla campagna silvana 2004/05 ad oggi è stato registrato un calo vertiginoso della produzione di pigne fino a 12 q (2010/11).

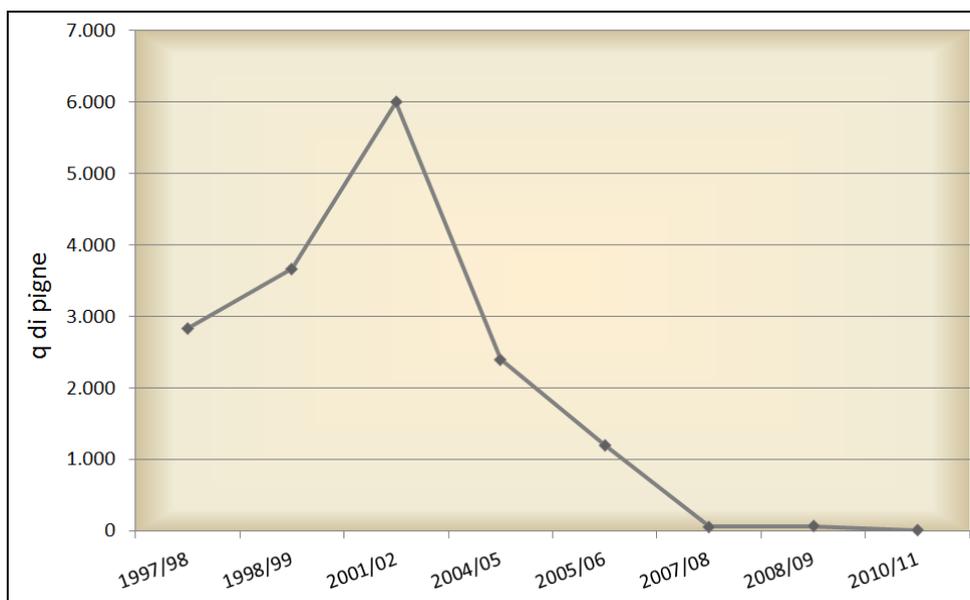


Figura 17. Produzione di pigne nell'area di Monte Lauro (SR) (Dati forniti dalla ditta: Garretta Mario, Lavorazione Pine e Pinoli).

L'aspetto che più risalta all'attenzione è la differente produttività di tale area nell'ultimo decennio; facendo un raffronto tra i livelli produttivi medi di tre anni antecedenti l'introduzione dell'insetto (1997,1998 e 2001) e tre anni post-introduzione (2007, 2008 e 2010) riduzioni percentuali intorno al 98-99% si sono verificate sia sulla quantità di pigne raccolte che, di conseguenza, sul totale pinoli vendibili (Tab. 1). La resa in pinoli vendibili dagli strobili è pari al 3,4% (Media 6 anni).

Tabella 1. Variazioni della produttività di pigne e pinoli nell'area demaniale di Monte Lauro (SR).

Media 3 annate	Pigne q	Pinoli vendibili q
1997-98-01	4167,3 (2835÷6000)	118,3 (95÷160)
2007-08-10	47,3 (12÷70)	1,8 (0,5÷2,6)
<b>Variazione</b>	<b>- 99 %</b>	<b>- 98 %</b>

Note: tra parentesi i valori estremi. (Dati forniti dalla ditta: Garretta Mario, Lavorazione Pine e Pinoli).

### 3 Studi sulla biologia di *L. occidentalis* Heidemann in laboratorio

#### 3.1 INTRODUZIONE E STATO DELL'ARTE

L'allevamento permanente in laboratorio di un fitofago, sia che si attui su pabulum naturale che artificiale, offre molteplici possibilità di studio e applicative (GUENNELON, 1967).

L'interesse di allevare *L. occidentalis* scaturisce dal fatto che esso risulta un insetto del quale la biologia presenta diversi aspetti poco noti. Dalla letteratura non è stato possibile risalire ad un metodo diffusamente adottato di allevamento massale in laboratorio; al fine di approfondire le conoscenze sulla sua biologia è stato approntato l'allevamento in laboratorio.

I parametri riproduttivi (preovideposizione, ovideposizione, postovideposizione), fecondità e longevità degli adulti sono fattori importanti per capire le ragioni che molto probabilmente determinano la crescita di una popolazione. Un importante parametro riproduttivo, la preovideposizione, per sviluppare un modello previsionale sul numero di generazioni che *L. occidentalis* è in grado di compiere, non è stato mai preso in seria considerazione; a tal proposito BERNARDINELLI *et al.*, (2006) riportano che sono state stimate con il metodo dei Gradi Giorno tre generazioni senza calcolare alcun periodo di preovideposizione. Finora è rimasto poco chiaro l'aspetto biologico che riguarda il numero di generazioni che la specie può compiere durante l'anno.

BATES E BORDEN (2005) hanno condotto studi di campo sulla fecondità delle femmine e sulla sopravvivenza di uova e neanidi/ninfe; nessuno studio nelle condizioni di laboratorio.

Per molti coreidi la scelta dell'ospite vegetale può avere effetti sulla durata dello sviluppo degli stadi giovanili, sulla loro sopravvivenza e sulla performance degli adulti (PANIZZI, 1997). Tali studi includono il periodo di sviluppo degli stadi giovanili di *Leptoglossus gonagra* (F.) (AMARAL-FILHO E STORTI-FILHO, 1976), *Veneza stigma* (Herbest) (AMARAL-FILHO E CAJUEIRO, 1977) e *Crinocerus sanctus* (F.) (AMARAL-FILHO, 1986) su piante di scarsa importanza economica o di *Phthia picta* (Drury) (AMARAL-FILHO, 1981), *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (PANIZZI, 1989) e *Anasa tristis* DeGeer (BONJOUR E FARGO, 1989) su piante ospiti importanti economicamente. Altri

autori hanno determinato la performance delle neanidi/ninfe di *Holymenia clavigera* (Herbst) e di *Anisoscelis foliacea marginella* (Dallas) su tre differenti specie ospiti nativi del Brasile: *Passiflora suberosa* L., *P. misera* Humbold, Bonpland et Kunth e *P. edulis* Sims (RODRIGUES, 2007). BERNARDINELLI *et al.*, (2006) hanno osservato il periodo di sviluppo degli stadi preimmaginali in camera climatica (L:D 16:8 e U.R.70%) a tre differenti temperature (18, 24 e 30°C); non sono stati riportati dati sulla durata dello sviluppo degli stadi giovanili allevati su differenti Pinaceae.

In alcuni studi sono stati individuati feromoni di allarme dagli adulti e dagli stadi giovanili di *L. occidentalis*. I primi emettono dalle ghiandole metatoraciche una miscela di acetato di esile, esanale, esanolo, acetato di eptile e acetato di optile (rapporto di 152:103:8:1.5:1) mentre gli stadi giovanili producono dalle ghiandole dorsali dell'addome l'(E)-2-esenale (BLATT *et al.*, 1998). Risultati simili sono stati raccolti da LEAL *et al.*, (2004) anche per gli adulti e le neanidi di *L. zonatus*. Nonostante l'ipotesi che questi composti potessero essere dei validi strumenti per il controllo dei coreidi, la debole risposta degli insetti in campo, piuttosto che in laboratorio, non ha suggerito di continuare su tale strada.

Più interessante è stato uno studio sul comportamento di aggregazione degli adulti; nel 1994 in British Columbia alcune prove di campo hanno dimostrato che i maschi producono un feromone di aggregazione mentre le femmine né migliorano né inibiscono l'attrattività verso l'altro sesso (BLATT E BORDEN, 1996a). Una larga aggregazione di adulti svernanti di *L. occidentalis* (più di 2000 esemplari) è stata trovata in uno stabilimento industriale (BLATT, 1994). Non vi sono, finora, studi che hanno permesso di individuare le sostanze che determinano l'aggregazione negli adulti.

Neanidi di I e II età di *L. fulvicornis* sono state trovate in gruppi sulle foglie e sui frutti di *Magnolia macrophylla* Michaux and *M. tripetala* L. in Pennsylvania nel 1985 e se disturbate riformano l'aggregazione in 1-5 minuti (WHEELER *et al.*, 1990). Nelle sacche cuticolari delle neanidi dei coreidi sono contenuti composti C<sub>6</sub> e in alcune specie anche C<sub>8</sub>, aldeidi  $\alpha,\beta$ -insaturi, (E)-2-esenale e (E)-2-octenale, più 4-oxo-(E)-2-esenale (BLUM, 1981; ALDRICH, 1988) che potrebbero avere funzioni di aggregazione intraspecifica. Nessuna pubblicazione a riguardo sull'estrazione di composti volatili responsabili dell'aggregazione nelle forme giovanili della cimice delle conifere è stata finora realizzata.

### 3.2 MATERIALI E METODI

#### 3.2.1 Allevamento di *L. occidentalis*

Gli insetti raccolti durante i campionamenti realizzati nelle località di Portella Colla (PA) (piccola area di riforestazione a *Pseudotsuga menziesii*, 1.430 m s.l.m.), Montagna grande (TP) (grande area di riforestazione a *Pinus pinea*, 260 m s.l.m.), Polizzi Generosa (PA) (adulti svernanti sulle abitazioni, 700 m s.l.m.), Palermo centro (adulti svernanti sulle abitazioni, 40 m s.l.m.), Piana degli Albanesi (PA) (grande area di riforestazione a *Pinus halepensis*, 860 m s.l.m.) e Monte Altesina (EN) (grande area di riforestazione a *P. pinea*, 890 m s.l.m.) sono stati immessi in cassette entomologiche di legno (56 x 30 x 27 cm) dotate di una parete con rete, in modo da garantire il passaggio dell'aria, e di un tetto in vetro per poter osservare il loro comportamento. Nell'impossibilità di disporre in laboratorio di piante di conifere di piccola taglia portanti strobili, tutti gli stadi postembrionali del rincote sono stati allevati su parti di germogli e strobili staccati dalla pianta madre.

Tutto il materiale è stato posto in camera climatizzata con un fotoperiodo di L:D 12/12, una temperatura di 22°C ± 2 e con U.R. dell' 80%.

Per eliminare eventuali effetti sulla preferenza dell'ospite e sugli organi vegetali, tutti gli insetti, utilizzati per individuare la durata e mortalità degli stadi di sviluppo nonché per conoscere i parametri riproduttivi e la longevità degli adulti, sono stati alimentati con germogli di pino domestico possibilmente portanti strobili del primo o del secondo anno prelevati dal giardino del Dipartimento S.En.Fi.Mi.Zo. (oggi confluito nel Dipartimento DEMETRA) dell'Università di Palermo e dalla località di Montagna Grande (TP). I germogli venivano sostituiti all'incirca ogni settimana, quando diventavano secchi. Le cassette entomologiche contenevano, inoltre, pinoli del pino domestico, gentilmente forniti dalla Ditta Garretta Mario (Lavorazione pine e pinoli, Piazza Armerina, (EN)) e del cotone idrofilo inumidito.

L'osservazione degli insetti avveniva ogni due giorni.

Le uova deposte in laboratorio dalla femmina di *L. occidentalis* sono state raccolte prelevando il singolo ago dal punto di attacco con il rametto. Parte delle uova deposte in laboratorio nel periodo invernale è stata conservata dentro le capsule Petri in cella frigo a 7-8 °C per esporle, quali uova sentinella, all'eventuale azione dei parassitoidi nei periodi più caldi. Le 159 uova deposte da 19 femmine sono state mantenute in cella climatica all'interno delle cassette entomologiche per osservare la durata e la mortalità

media dei vari stadi di sviluppo dalle uova di partenza. Altre neanidi/ninfe raccolte in campo sono state poste in allevamento con le stesse modalità prima precisate e conteggiate a partire dalla prima muta in laboratorio.

### 3.2.2 Longevità e parametri riproduttivi degli adulti

Per meglio osservarne i loro comportamenti, alcuni adulti sono stati sistemati a coppie dentro cassette di minori dimensioni rispetto alle precedenti (20 x 20 x 15 cm). Le osservazioni sono state effettuate ogni due giorni annotando, per ciascuna coppia, le uova deposte da ciascuna femmina e la durata della vita di entrambi i sessi. Gli aghi contenenti le ovature sono stati raccolti ogni due giorni e messi nelle capsule Petri all'interno della camera climatica.

Dall'allevamento sono stati ottenuti 81 nuovi adulti, in parte allevati a partire dalle uova e in parte allevati a partire da neanidi/ninfe raccolte in campo. Del totale degli adulti ottenuti, 39 erano maschi e 42 femmine; soltanto 10 di queste ultime hanno deposto.

La longevità, i parametri riproduttivi e la fecondità di *L. occidentalis* sono stati analizzati per le 10 femmine sfarfallate in laboratorio che hanno deposto.

La longevità è definita come il numero di giorni tra lo sfarfallamento dell'adulto e la morte.

Il ciclo riproduttivo di una femmina deponente di *L. occidentalis* è stato caratterizzato da tre fasi distinte: preovideposizione, periodo di ovideposizione e postovideposizione. La preovideposizione è stata definita come il periodo tra lo sfarfallamento dell'adulto fino alla prima ovideposizione; il periodo di ovideposizione è il numero di giorni tra la prima e l'ultima ovideposizione; la postovideposizione è il numero di giorni tra l'ultima ovideposizione e la morte.

La fecondità è stata definita come il numero totale di uova deposte da una femmina durante il periodo di deposizione; la fecondità giornaliera è il numero totale di uova deposte da una femmina diviso il numero di giorni del periodo di ovideposizione.

Per gli altri adulti provenienti dal campo, poiché si disconoscevano le fasi del loro sviluppo prima della cattura, è stato calcolato la longevità residua negli esemplari raccolti durante tre differenti periodi di campionamento: marzo-maggio, luglio-agosto e ottobre-novembre. Per quanto riguarda i parametri riproduttivi di questi ultimi, si è fatto riferimento al numero di uova deposte in laboratorio dopo la loro cattura in campo.

### 3.2.3 *Somma termica necessaria per i diversi stadi*

Dall'allevamento degli stadi giovanili di *L. occidentalis* in camera climatizzata ( $22 \pm 2$  °C, U.R. 80%, L:D 12/12) provenienti da 159 uova, è stata individuata la durata dello sviluppo, in giorni, di ciascun stadio. Servendosi dei valori base dei gradi giorno calcolati da BERNARDINELLI *et al.*, (2006), 13,5 °C per l'incubazione delle uova e di 14,6 °C per lo sviluppo dalle neanidi ad adulto, è stata quantificata la somma termica in valori medi di ciascuno stadio.

Per l'individuazione delle generazioni e delle fasi del ciclo biologico dell'insetto in Sicilia, sono state prese in considerazione tre località, una di alta montagna, Portella Colla (PA) (1.430 m s.l.m.), una di collina, Montagna Grande (TP) (260 m s.l.m.) e l'altra di pianura, Marsala (TP) (20 m s.l.m.). Le temperature medie giornaliere (anno 2008) sono state gentilmente fornite dal Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano (SIAS) prendendo come riferimento tre stazioni meteorologiche con altitudine simile alle località esaminate. In particolare è stata scelta la stazione SIAS di Caronia Pomiere (ME) (1.450 m s.l.m.), quella di Salemi (TP) (300 m s.l.m.) e quella di Trapani- Fontanasalsa (TP) (50 m s.l.m.).

Per ogni località sono state correlate le temperature medie giornaliere dell'aria, le sommatorie termiche e le catture degli insetti in campo.

Nella località di Portella Colla, considerando che le prime catture di stadi giovanili sono avvenute il 4 luglio (4 neanidi I e 1 neanide II), a partire da tale giorno è stata calcolata la somma termica a ritroso per individuare il giorno in cui sarebbe avvenuto lo sgusciamiento. Prendendo in esame la neanide di II età, è stato conteggiato il presunto giorno di ovideposizione ed a partire da tale giorno è stata calcolata la somma termica fino al raggiungimento dello stadio di adulto.

I rilievi della località di Montagna Grande hanno fatto riferimento alle 20 neanidi di II età catturate il 30 agosto '08. Con lo stesso procedimento di cui sopra, si è risalito al giorno dello sgusciamiento. Infine, anche nella località di Marsala-C/da Pispisia si è risalito all'inizio della prima generazione calcolando la somma termica a ritroso a partire la primo ritrovamento di stadi giovanili.

### 3.2.4 *Effetti della diversa alimentazione sullo sviluppo degli stadi giovanili*

Altre uova deposte in laboratorio sono state usate per gli esperimenti sulla diversa alimentazione di neanidi e ninfe per il raggiungimento dello stadio di adulto.

Neanidi del coreide appena sgusciate, sono state distribuite a random in sette trattamenti con diverse tipologie di alimentazione:

1. nessuna alimentazione;
2. solo acqua sotto forma di cotone idrofilo inumidito;
3. pinoli del pino domestico e acqua;
4. solo germogli di pino domestico e acqua;
5. germogli e strobili di *Pseudotsuga menziesii*, pinoli di pino domestico e acqua;
6. germogli e strobili di *Pinus halepensis*, pinoli di pino domestico e acqua;
7. germogli e strobili di *Pinus pinea*, pinoli di pino domestico e acqua.

Gli strobili dell'abete di Douglas e del pino d'Aleppo fornite alle neanidi erano di secondo anno, mentre quelle di pino domestico erano sia di primo che di secondo anno, visto il diverso ciclo di maturazione di quest'ultimo rispetto alle altre due Pinaceae. Le neanidi di I età appena sgusciate di ciascun trattamento sono state messe in una singola cassetta entomologica (20 x 20 x 15 cm). Sono state effettuate 4-5 repliche con 4-10 neanidi di I età per ciascuna replica per un totale di 25-34 neanidi per trattamento. Le osservazioni sono state condotte ogni due giorni, registrando la durata dello sviluppo e la sopravvivenza ad adulto.

### 3.2.5 Parti di pianta punte durante l'ontogenesi

Le parti di pianta di cui le neanidi e le ninfe si nutrono durante lo sviluppo ad adulto in laboratorio, sono state distinte in 5 categorie: foglia, rametto, gemma terminale, pigna e pinolo.

Dagli esperimenti di cui sopra illustrati e, nello specifico, nei trattamenti con germogli, strobili, pinoli e acqua sono state registrate le parti di pianta che le neanidi/ninfe pungevano durante l'ontogenesi. Le osservazioni sono state condotte ogni due giorni e con una intensità di due volte al giorno; ciascun controllo durava 15 minuti.

*3.2.6 Individuazione di composti volatili che influenzano l'aggregazione nelle neanidi di I età*

Le neanidi di I età appena sgusciate sono state allevate all'interno di cassette entomologiche con le stesse modalità di cui sopra. Le uova sono state raccolte dalle cassette entomologiche e poste in capsule Petri (diam. 9 cm).

Gruppi di neanidi di età compresa tra 1 e 2 giorni sono state isolate in barattoli di plastica almeno 3-4 ore prima dell'estrazione, collocate in freezer a 0 °C fino alla loro morte e dopo trasferite in un vial da 4 ml.

Sono state realizzate estrazioni utilizzando gruppi di 7-27 neanidi per 30 minuti in una giusta quantità di solvente fino a coprirli. Sono stati impiegati 320-1080 µl di esano e 280-440 µl di acetone. Gli estratti sono stati concentrati in corrente d'aria (azoto), e 1 µl per ciascuna replica è stato analizzato con un gascromatografo (Agilent) interfacciato con uno spettrometro di massa (HP 5973). Come fase stazionaria è stata usata una colonna capillare HP5-MS (5% diphenyl – 95% dimethylpolysiloxame 30 m – 0,2 mm, 0,25 µm film ispessito). Le temperature dell'iniettore e del detettore erano di 250°C e 270°C rispettivamente. L'elio è stato usato come gas da trasporto. È stato impiegato il metodo Bagadra 2007 cioè con una temperatura del forno di 60 °C per 2 minuti che incrementa di 10 °C/minuto fino a 280 °C. Lo spettro ionizzante è stato ottenuto a 70 eV, registrando da 42 a 550 uma. L'identificazione dei composti è stata realizzata usando un database commerciale NIST 98.

Per determinare se i composti volatili estratti sono coinvolti nell'aggregazione delle neanidi di I età, è stato applicato un modello di biosaggi sperimentato precedentemente da FUCARINO *et al.*, (2004) in cui sono state adoperate due perline di polisulfone (Sigma-Aldrich, MI) trattate con 70 µl dell'estratto e altre due perline trattate con 70 µl di solvente puro. Le neanidi sono state quindi biosaggiate in arena (capsula Petri in vetro, diam. 15 cm) per una durata complessiva di 6 h per ogni replica. I biosaggi sono stati replicati 5 volte per ciascun solvente con 4-6 neanidi per replica e registrando, ad intervalli di 15 min, 30 min, 1 e 6 h dopo la loro introduzione, gli spostamenti e la posizione delle neanidi al termine della prova.

*3.2.7 Analisi statistica dei dati*

I dati sulle fasi riproduttive, fecondità, longevità degli adulti e durata dello sviluppo degli stadi preimmaginali sono stati analizzati mediante l'analisi della varianza (ANOVA) ad 1-via seguito dal test post-hoc di Tukey ( $p < 0,05$ ).

Dati sui biosaggi delle neanidi di I età sono stati analizzati usando ANOVA test di Friedman e Coeff. di Concordanza di Kendall. (Statistica 7, Statsoft 2010).

### 3.3 RISULTATI

#### 3.3.1 Durata e mortalità dei diversi stadi di sviluppo

Dalla metodica impiegata nell'allevamento è stato dedotto il completo sviluppo di *L. occidentalis* a partire dalle uova; ciò è rappresentato nel Fig. 18, il quale mostra la durata media in giorni degli stadi preimmaginali. Dal grafico si legge che nelle condizioni di allevamento ( $22 \pm 2$  °C, U.R. 80%, L:D 12/12) lo sgusciamento avviene in media dopo 11,2 giorni, la prima muta della neanide si compie dopo 4,2 giorni mentre la seconda e la terza muta delle neanidi si compie rispettivamente dopo 10,2 e 9,5 giorni. La prima muta della ninfa si compie dopo 8-14 giorni; la seconda muta della ninfa dopo 15-20 giorni. Lo stadio di ninfa di II età è quello che mediamente dura di più, in media 16,4 giorni.

Il 77 % degli individui sono sfarfallati tra il 60° ed il 70° giorno; il rimanente 23% entro il 77° giorno.

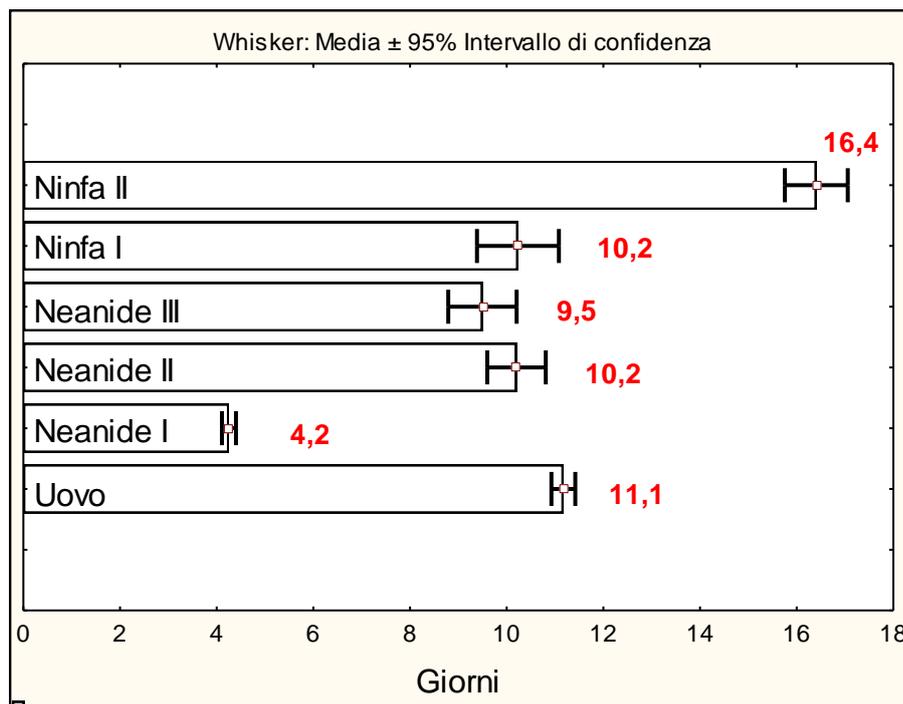


Figura 18. Durata media dell'incubazione e degli stadi di neanide e ninfa di *L. occidentalis*.

I risultati mostrati dalla Tab. 2 indicano che in allevamento la mortalità maggiore si verifica nella neanide di II età (31,3 %) e neanide di I età (17,6 %); la mortalità media

## Studi su *Leptoglossus occidentalis* Heidemann

negli altri stadi è pari al 15,1% nelle neanidi di III età, all'8,7% nelle ninfe di I età e al 3,3% nelle ninfe di II età.

Da notare come il 77,6 % della ninfe di II età muta con successo ad adulto. Delle 59 ninfe di II età che sono diventate adulte, 27 erano maschi e 32 erano femmine.

Partendo dalle 159 uova il 12,6 % ha raggiunto lo stadio adulto.

**Tabella 2. Sopravvivenza media dei vari stadi di *L. occidentalis*.**

Stadio	Individui di partenza n.	Insetti passati allo stadio successivo n.	Sopravvivenza nello stadio %	% media in rapporto alle uova di partenza	
				Sopravvivenza	Mortalità in ciascuno stadio
Uova	159	139	87,4	87,4	12,6
Neanide I	139	11	79,9	69,8	17,6
Neanide II	125	69	55,2	38,5	31,3
Neanide III	87	53	60,9	23,5	15,1
Ninfa I	78	49	62,8	14,7	8,7
Ninfa II	76	59	77,6	11,4	3,3

### 3.3.2 Longevità degli adulti e parametri riproduttivi

Riguardo alla longevità degli adulti provenienti dal laboratorio, la durata della vita dei ♂♂ rispetto alle ♀♀, è stata rispettivamente di 59 e 60 gg (Fig. 19) non mostrando differenze statisticamente significative. La longevità massima è stata osservata in 215 giorni nelle femmine e in 212 nei maschi.

Per gli adulti raccolti in campo e successivamente alimentati in laboratorio, la durata massima della vita, calcolata dal giorno della cattura, è stata di 296 e 209 gg rispettivamente nelle femmine e nei maschi. In media, le femmine provenienti dal campo hanno vissuto più a lungo (85 gg) ma senza mostrare differenze significative con i maschi (64 gg). La longevità residua (Fig. 20) per gli adulti raccolti in campo tra luglio e settembre, calcolata dal giorno della cattura, è stata di 164 giorni che risulta statisticamente differente sia con gli adulti catturati tra febbraio e maggio (37 giorni) che con quelli catturati tra ottobre e dicembre (72 giorni). Gli adulti catturati durante l'estate sono principalmente adulti di nuova generazione e sono dunque capaci di sopravvivere per tutto l'inverno.

Studi su *Leptoglossus occidentalis* Heidemann

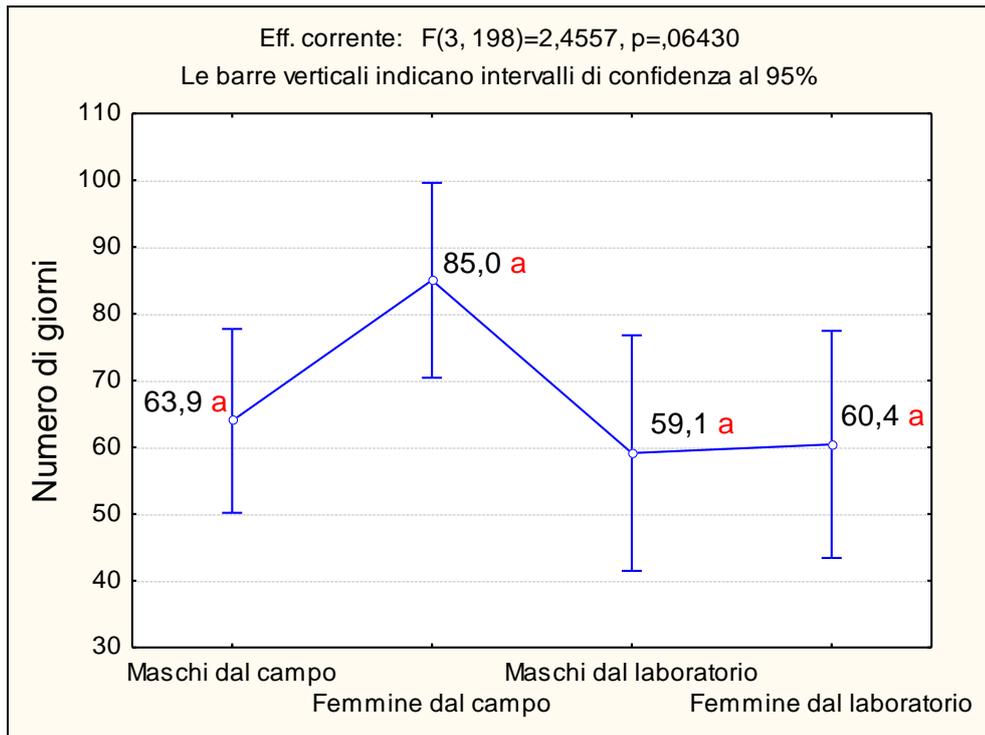


Figura 19. Longevità degli adulti di *L. occidentalis*.

\* Lettere differenti indicano differenze statisticamente significative (ANOVA 1-via + Test post-hoc di Tukey,  $p<0,05$ ).

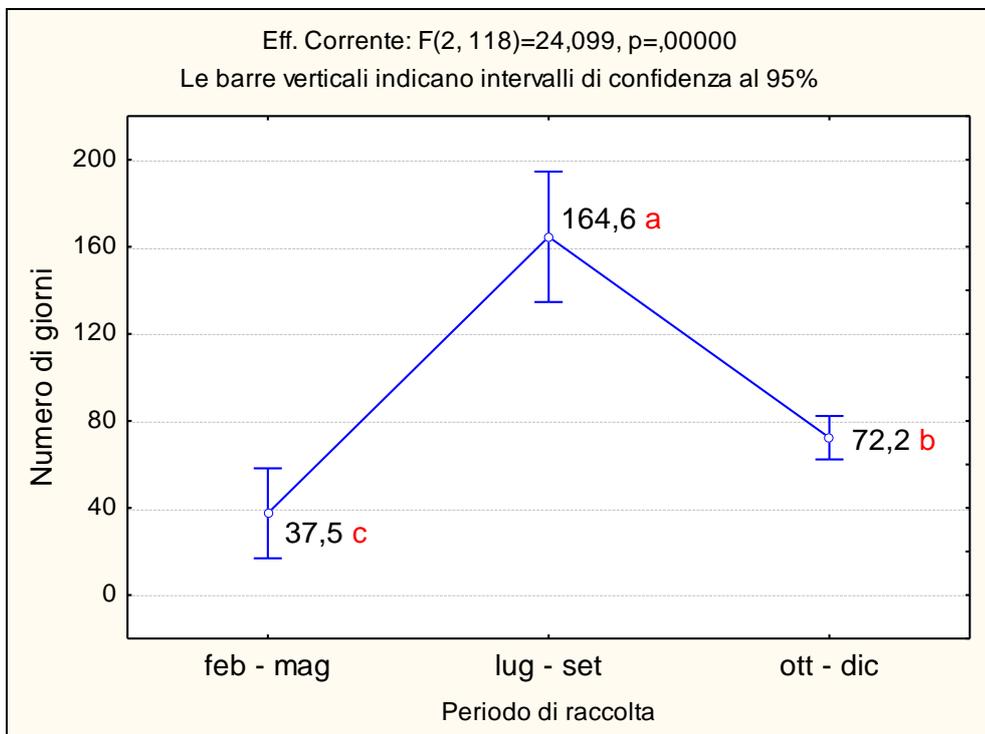


Figura 20. Longevità residua degli adulti raccolti in campo.

\* Lettere differenti indicano differenze statisticamente significative (ANOVA 1-via + Test post-hoc di Tukey,  $p<0,05$ ).

La longevità, i parametri riproduttivi e la fecondità delle uniche femmine sfarfallate in laboratorio che hanno deposto vengono mostrati nella Tab. 2. La provenienza di tali femmine, sia da uova che da neanidi/ninfe raccolte in campo, non influenza statisticamente le fasi del ciclo riproduttivo dell'adulto.

Riguardo la longevità, la durata media della vita delle ♀♀ deponenti è stata di 110 gg.; la durata della vita da adulto non è risultata significativamente differente tra le femmine provenienti dalle uova deposte in laboratorio con quelle provenienti da neanidi/ninfe raccolte in campo, rispettivamente 135 e 104 gg.

Le restanti 32 femmine di *L. occidentalis* sfarfallate in laboratorio che non hanno deposto sono vissute significativamente meno (in media 44 gg.) rispetto alle femmine deponenti.

La durata media della preovideposizione, nonostante le forti oscillazioni, è stata pari a 66 giorni ed è stato rilevato che entro il 48° giorno si ha la prima ovideposizione nel 60% delle ♀♀; il più lungo periodo di preovideposizione, 180 giorni, si è ottenuto per una femmina sviluppatasi da neanide/ninfa raccolta in campo.

Il numero medio di giorni di ovideposizione è risultato pari a 32 gg.; nessuna differenza è stata rilevata tra gli adulti sviluppatasi dalle uova (18 gg.) o da neanidi/ninfe raccolte in campo e successivamente alimentate in laboratorio. Il più lungo periodo di ovideposizione osservato è stato di 59 gg., il più breve di 8 giorni.

Per quanto riguarda la postovideposizione, la media per le femmine provenienti dal laboratorio è stata pari a 16 gg.; anche in questo caso nessuna differenza tra femmine sviluppatasi in laboratorio o provenienti dal campo. Il 50% delle femmine sono rimaste in vita per altre 2 settimane dopo l'ultima deposizione, il restante 50% sono morte entro 37 giorni dall'ultima deposizione.

Il numero medio di uova deposte dalle femmine sviluppatasi da neanide e ninfe catturate in campo e successivamente allevate in laboratorio (Tab. 3) è stato di 69, il quale non ha mostrato differenze statisticamente significative con quello delle femmine ottenute dalle uova deposte in laboratorio (in media 33 uova). La massima deposizione di uova è stata pari a 151. Soltanto il 20% delle femmine deponenti ha deposto più di 100 uova, il 60% ha deposto meno di 50 uova e il restante 20% tra 60 e 80 uova.

Anche la fecondità giornaliera non è stata significativamente differente al variare della provenienza delle femmine testate.

## Studi su *Leptoglossus occidentalis* Heidemann

**Tabella 3. Longevità, fasi riproduttive e fecondità  $\pm$  DS di femmine di *L. occidentalis* che hanno deposto.**

♀♀	Femmine n.	Longevità dell'adulto gg	Fasi riproduttive			Fecondità (n. uova)	Fecondità giornaliera (N. uova/periodo di ovideposizione)
			Preovideposizione gg	Ovideposizione gg	Postovideposizione gg		
Da uova	2	135 $\pm$ 34 a	96 $\pm$ 57 a'	18 $\pm$ 3 a''	22 $\pm$ 21 a'''	33 $\pm$ 18 a''''	1,9 $\pm$ 1,3 a''''
Da neanidi/ninfe raccolte in campo	8	104 $\pm$ 50 a	58 $\pm$ 50 a'	35 $\pm$ 19 a''	14 $\pm$ 9 a'''	69 $\pm$ 43 a''''	2,6 $\pm$ 1,9 a''''
<b>Valore medio sul totale femmine</b>	<b>10</b>	<b>110 <math>\pm</math> 47</b>	<b>66 <math>\pm</math> 47</b>	<b>32 <math>\pm</math> 19</b>	<b>16 <math>\pm</math> 12</b>	<b>62 <math>\pm</math> 41</b>	<b>2,4 <math>\pm</math> 1,7</b>

\* Lettere differenti indicano differenze statisticamente significative (ANOVA 1-via + Test post-hoc di Tukey,  $p < 0,05$ ).

Nelle Tab. 4 e 5 riportiamo alcuni parametri dell'ovideposizione in relazione al numero dei giorni decorsi dallo sfarfallamento o dalla cattura in campo. Per le femmine provenienti dal laboratorio, il 66% ha deposto fra 1 e 60 giorni dallo sfarfallamento, mentre per quelle provenienti dal campo, solo il 13% ha deposto nei primi 60 giorni dalla cattura mostrando una ovideposizione più dilazionata nel tempo. Il numero medio di uova per singola deposizione è risultato pari a 6,8 e 6,6 rispettivamente per le femmine sfarfallate dal laboratorio e quelle provenienti dal campo. Il rapporto (uova deposte in 15 giorni/ ♀♀ deponenti vive) ha fatto registrare valori di 7,0 per le femmine sfarfallate dal laboratorio e di 15,6 per quelle provenienti dal campo.

Nelle Figg. 21 e 22 può rilevarsi, invece, l'andamento del rapporto tra il numero di uova deposte sulle femmine deponenti al variare del numero dei giorni decorsi dallo sfarfallamento o dalla cattura.

Nelle femmine sfarfallate in laboratorio (Fig. 21), il numero medio di uova raggiunge valori prossimi a 20 in soli 4 periodi quindicinali; da notare come nei primi 60 giorni tutte le femmine che hanno deposto (24% sul totale) erano tutte vive mentre da 211 a 225 giorni dallo sfarfallamento lo stesso risultato si è avuto con una sola femmina viva.

Per le femmine provenienti dal campo (Fig. 22) che hanno deposto (16% sul totale), distinte per periodi di raccolta in campo, il rapporto uova/ femmine deponenti vive ha raggiunto valori massimi di 30 per le femmine raccolte tra febbraio-maggio; le femmine raccolte tra luglio-dicembre hanno deposto per un maggiore periodo e il massimo rapporto uova/ femmine deponenti, pari a 94, è stato raggiunto dopo 271 giorni dalla cattura da una sola femmina.

La curva di sopravvivenza delle femmine raccolte in febbraio-maggio (Fig. 22) è ovviamente diversa dall'altra, in quanto queste femmine sono sfarfallate presumibilmente nell'estate precedente. Confrontando, invece, le curve di sopravvivenza delle femmine sfarfallate in laboratorio (Fig. 21) e delle femmine raccolte in campo da luglio a dicembre (Fig. 22) si osserva una notevole similitudine, anche se le femmine provenienti dal campo vivono più a lungo e depongono un maggiore numero di uova ( $98 \pm 64$  DS) rispetto alle femmine sfarfallate in laboratorio (cfr. Tab.3:  $62 \pm 41$ ).

**Tabella 4. Ovideposizione di *L. occidentalis* a 22° C (♀♀ sfarfallate dal laboratorio).**

Giorni dallo sfarfallamento	♀♀ vive	♀♀ deponenti vive	Uova deposte		N. ovature	N. medio uova/ovature	N. uova/femmine deponenti vive
			N.	%			
1-15	42	10	-	-	-	-	0
16-30	33	10	23	3,7	3	7,7	2,3
31-45	28	10	184	29,8	25	7,4	18,4
46-60	17	10	201	32,5	27	7,4	20,1
61-75	16	9	69	11,2	11	6,3	7,7
76-90	14	8	40	6,5	5	8,0	5,0
91-105	12	7	26	4,2	4	6,5	3,7
106-120	10	5	6	1,0	1	6,0	1,2
121-135	7	2	-	-	-	-	0
136-150	7	2	37	6,0	6	6,2	18,5
151-165	6	2	9	1,5	1	9,0	4,5
166-180	2	1	4	0,6	1	4,0	4,0
181-195	1	1	-	-	-	-	0
196-210	1	1	-	-	-	-	0
211-225	1	1	19	3,1	3	6,3	19,0
226-240	0	0	-	-	-	-	-
<b>TOTALE</b>			<b>618</b>	<b>100,0</b>	<b>87</b>	<b>6,8</b>	<b>7,0</b>

**Tabella 5. Ovideposizione di *L. occidentalis* a 22 °C (♀♀ provenienti dal campo).**

Giorni dalla cattura	♀♀ vive	♀♀ deponenti vive	Uova deposte		N. ovature	N. medio uova/ovature	N. uova/femmine deponenti vive
			N.	%			
0	45	9	-	-	-	-	-
1-15	43	9	30	3,4	4	7,5	3,3
16-30	42	8	31	3,5	5	6,2	3,9
31-45	28	8	19	2,2	4	4,8	2,4
46-60	21	7	36	4,1	4	9,0	5,1
61-75	18	7	111	12,6	16	6,9	15,9
76-90	18	7	107	12,2	16	6,7	15,3
91-105	18	7	97	11,0	14	6,9	13,9
106-120	16	7	63	7,2	10	6,3	9,0
121-135	11	6	13	1,5	3	4,3	2,2
136-150	2	3	-	-	-	-	0
151-165	2	3	-	-	-	-	0
166-180	2	3	11	1,3	2	5,5	3,7
181-195	2	3	17	1,9	3	5,7	5,7
196-210	2	3	70	8,0	12	5,8	23,3
211-225	2	2	72	8,2	10	7,2	36,0
226-240	2	2	90	10,3	12	7,5	45,0
241-255	1	2	-	-	-	-	0
256-270	1	1	17	1,9	2	8,5	17,0
271-285	1	1	94	10,7	13	7,2	94,0
286-300	0	0	-	-	-	-	-
<b>TOTALE</b>			<b>878</b>	<b>100,0</b>	<b>130</b>	<b>6,6</b>	<b>15,6</b>

Studi su *Leptoglossus occidentalis* Heidemann

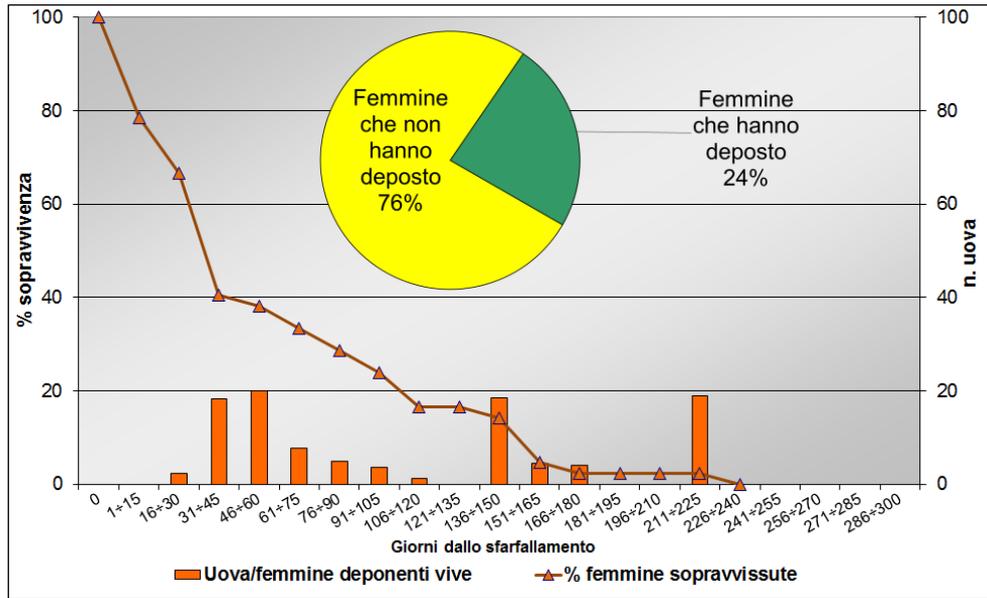


Figura 21. Sopravvivenza delle femmine sfarfallate dal laboratorio e andamento del rapporto uova/femmine deponenti secondo il numero di giorni decorsi dallo sfarfallamento.

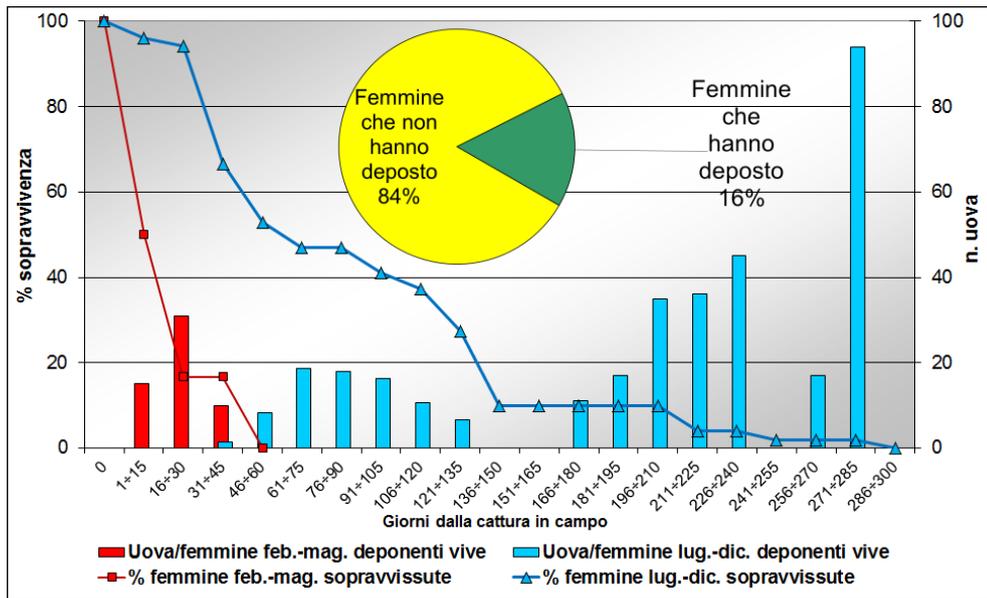


Figura 22. Sopravvivenza delle femmine provenienti dal campo e andamento del rapporto uova/femmine deponenti secondo il numero di giorni decorsi dalla cattura.

### 3.3.3 Stima del numero di generazioni con la somma termica

Le uova schiudono, in media, dopo 11 giorni che corrispondono a 98 Gradi Giorno (un minimo di 81 GDD era stato ipotizzato da BERNARDINELLI *et al.*, 2006). Dalla neanide di I età allo stadio adulto è necessaria una somma termica di 366 ÷ 420 GDD (287 ÷ 460 GDD erano state calcolate da BERNARDINELLI *et al.*, 2006).

Dall’ovideposizione allo stadio di adulto l’accumulo in Gradi Giorno è pari, in media, a 497 (Tab. 6).

Per quanto riguarda il periodo di preovideposizione degli adulti, in media 66,3 giorni, è stato calcolato che sono necessari 496 GDD. Considerando l’accumulo in Gradi Giorno dall’ovideposizione fino alla susseguente deposizione dei nuovi adulti sfarfallati, per completare la prima generazione sono necessari 993 GDD. Per ottenere lo sfarfallamento dell’adulto della seconda generazione, sono necessari, in media 1.490 GDD (993 + 497).

**Tabella 6. Durata in giorni e sommatoria termica in GDD fino al raggiungimento della seconda generazione.**

Stadio di sviluppo	Durata dello stadio in giorni (Media ± Dev. St.)	Gradi Giorno nello stadio (Media °C ± Dev. St.)	Somma termica dall’ovideposizione in Gradi Giorno (Min ÷ Max)
Incubazione uovo	11 ± 1,4	98 ± 12,3	98 (98÷99)
Neanide I età	4 ± 0,7	37 ± 6,9	135 (134÷136)
Neanide II età	10 ± 2,7	81 ± 19,9	216 (207÷217)
Neanide III età	9 ± 2,1	74 ± 15,4	290 (273÷298)
Ninfa I età	10 ± 2,3	81 ± 16,8	371 (346÷386)
Ninfa II età	16 ± 1,6	126 ± 12,0	497 (464÷519)
Preovideposizione adulto	66 ± 50,6	496 ± 374	993 (693÷1281)
Adulto della seconda generazione	-	-	1490 (1157÷1800)

*Portella Colla-Isnello (PA)* – Le catture di insetti in campo sono avvenute da fine giugno ai primi di settembre. Dalle prime catture di neanidi avvenute il 4 luglio, si è ricavata la presunta data di ovideposizione che è risultata il 9 giugno (Fig. 23); a partire da tale data, attraverso il calcolo della somma termica in GDD, è stato possibile risalire alla durata completa di una generazione di adulti in tale località (dall’ovideposizione

fino allo sfarfallamento dell'adulto). Le basse temperature registratesi dalla fine di settembre in poi non hanno consentito l'ulteriore sviluppo degli stadi giovanili.

*Montagna Grande-Trapani (TP)* – In questa località, soltanto il 30 agosto sono state catturate forme giovanili dell'insetto, nello specifico 20 neanidi di II età (Fig. 24). La somma termica è stata calcolata a partire dal 21 aprile data a cui si è risaliti all'ovideposizione della prima generazione includendovi il periodo di preovideposizione; l'inizio della seconda generazione coinciderebbe con le catture delle neanidi a fine agosto. Considerando che per ottenere l'adulto della seconda generazione l'insetto ha bisogno di un accumulo di 1.490 GDD, in questa località lo sviluppo di essa si bloccherebbe allo stadio di ninfa di II età, in quanto le temperature medie giornaliere successive al 6 novembre non consentono lo sviluppo degli stadi giovanili.

*Contrada Pispisia-Marsala (TP)* – L'unico ritrovamento di forme giovanili di *L. occidentalis* ha riguardato una ninfa di II età l'11 giugno (Fig. 25); andando a ritroso l'ovideposizione cadrebbe quindi il 7 aprile, per cui la somma termica calcolata da tale data fino al completamento della seconda generazione ha messo in evidenza la possibilità, con tali temperature, di completare due generazioni.

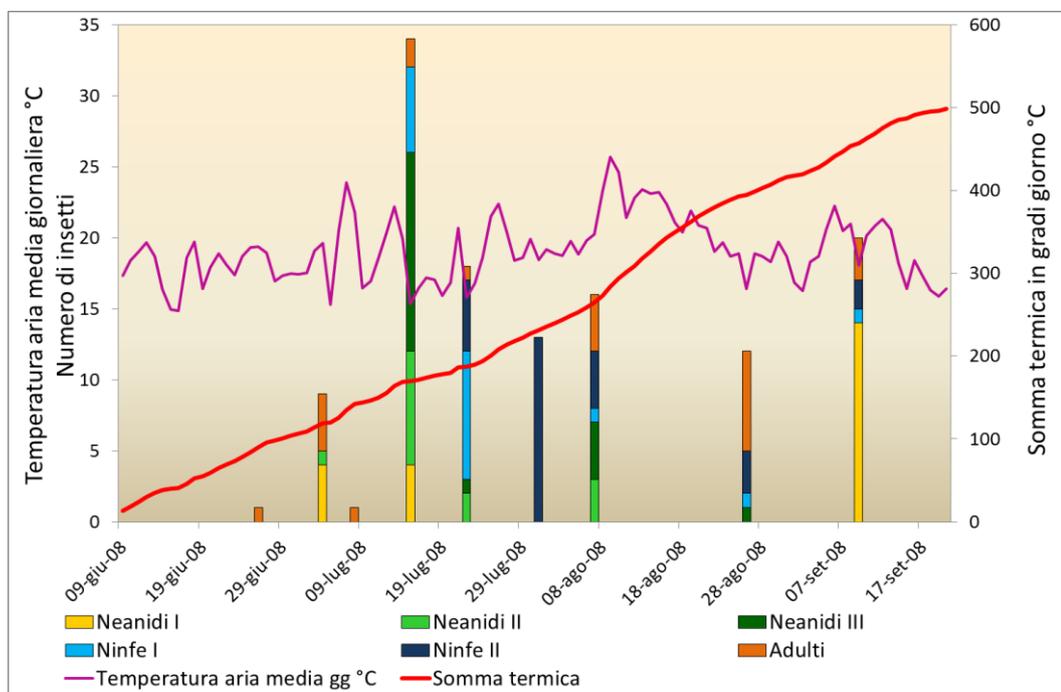


Figura 23. Numero di generazioni stimate per la località di Portella Colla-Isnello (PA) 1430 m s.l.m.

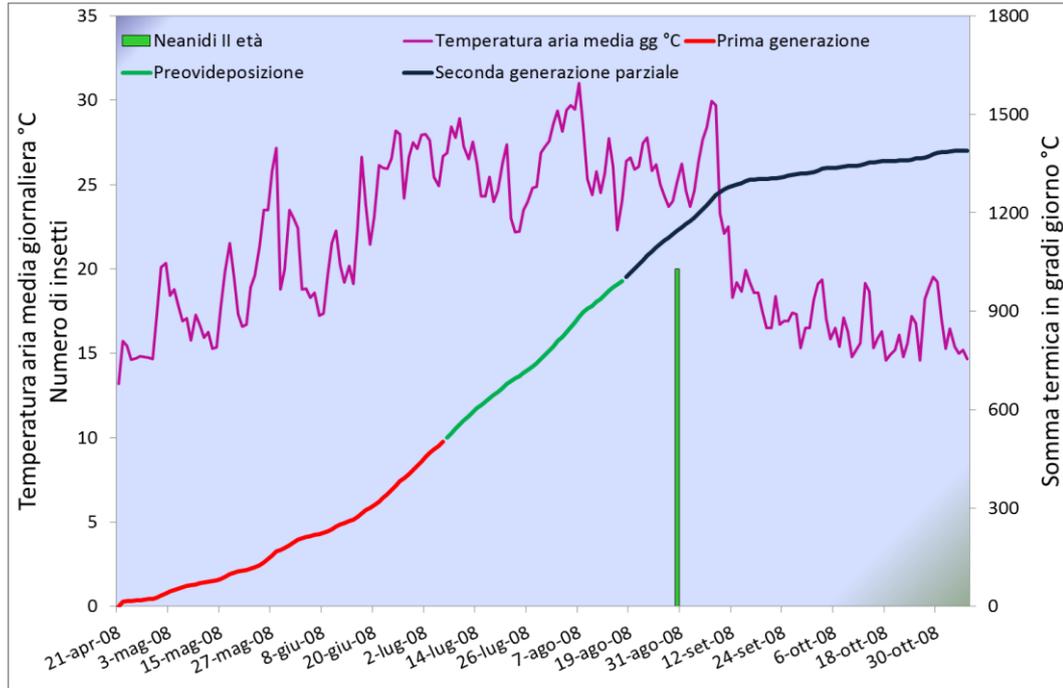


Figura 24. Numero di generazioni stimate per la località di Montagna Grande (TP) 290 m s.l.m.

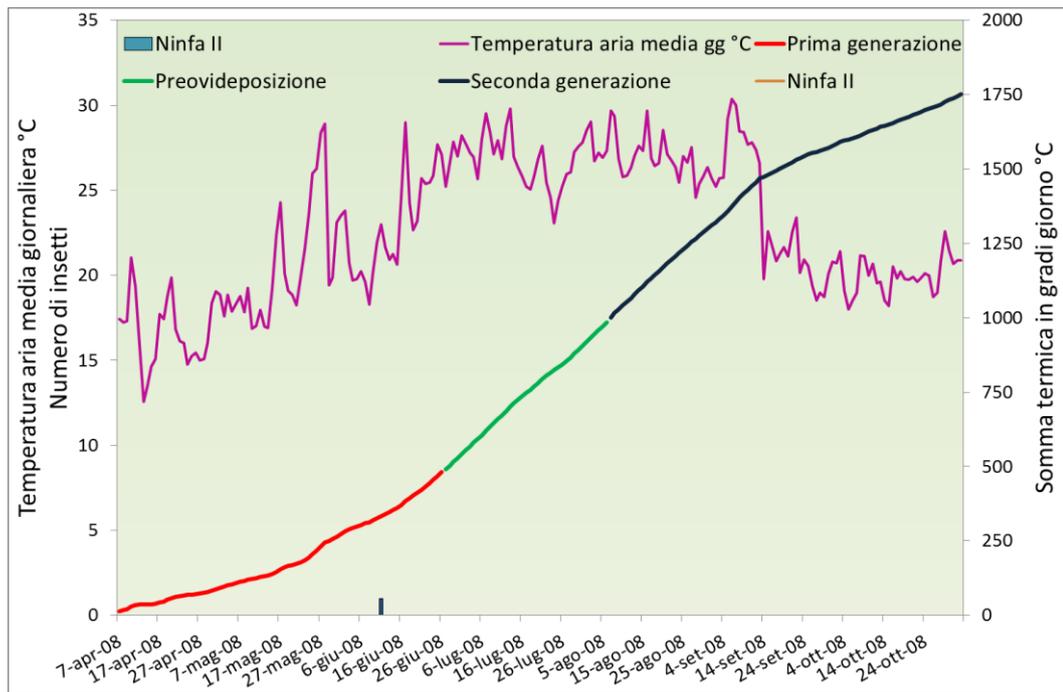


Figura 25. Numero di generazioni stimate per la località di Marsala (TP) 20 m s.l.m.

### 3.3.4 Sviluppo degli stadi giovanili alimentati su tre pinacee

I risultati delle prove con differenti tipologie di alimentazione fornita alle neanidi di I età, hanno mostrato che senza cibo o con sola acqua, le neanidi di I età muoiono in media dopo 5 giorni senza raggiungere lo stadio successivo. Fornendo pinoli di pino domestico e acqua, le neanidi sopravvivono un giorno in più rispetto alle tesi precedenti ma anche in questo caso non riescono a compiere la prima muta. Nei trattamenti con germogli di pino domestico e acqua le neanidi effettuano la prima muta dopo 5 giorni, ma muoiono subito dopo senza riuscire a compiere la seconda muta.

Allevando gli stadi giovanili con germogli, strobili, pinoli e acqua contemporaneamente, trattamenti 5-7, meno del 40% (Fig. 26) delle neanidi di I età di *L. occidentalis* è sopravvissuta fino allo stadio di adulto. La sopravvivenza delle neanidi su germogli e strobili di *Pseudotsuga menziesii* è stata minore rispetto agli altri due trattamenti, attestandosi sul 5,9 % contro il 17,2% e il 40,0% rispettivamente nei trattamenti con *Pinus halepensis* e *P. pinea*.

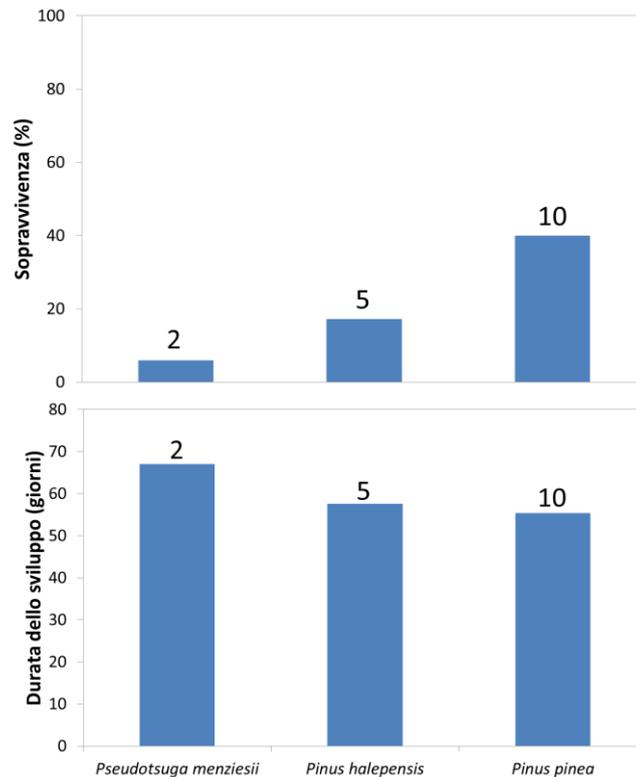


Figura 26. Sopravvivenza e durata dello sviluppo degli stadi giovanili di *L. occidentalis* alimentati su tre differenti pinacee (=trattamenti 5-7). I numeri sopra le barre indicano il numero totale di adulti ottenuti per trattamento.

Anche la durata dello sviluppo nello stadio è stata influenzata dalla diversa alimentazione, infatti la ninfa di II età allevata su *P. menziesii*, piuttosto che sul pino d'Aleppo o sul pino domestico, ha avuto una durata di 32 giorni che ha influito, di conseguenza, sulla durata complessiva dello sviluppo da neanide ad adulto.

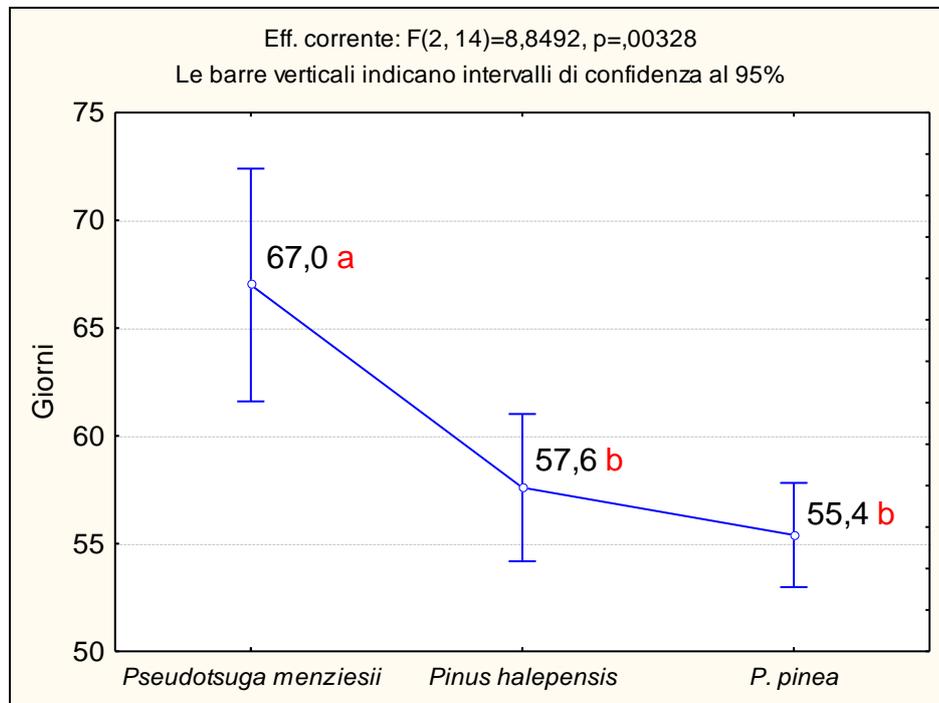


Figura 27. Durata dello sviluppo neanide I età – adulto nelle tesi 5-7.

\* Lettere differenti indicano differenze statisticamente significative (ANOVA 1-via + Test post-hoc di Tukey,  $p<0,05$ ).

Dalla Fig. 27 si può notare che nelle tesi con *Pinus halepensis* e *P. pinea*, sono stati ottenuti adulti, in media, rispettivamente dopo 55,4 e 57, 6 giorni dallo sgusciamento, mostrando differenze significative nei confronti della tesi con *P. menziesii* (67,0 giorni).

### 3.3.5 Parti di pianta punte durante l'ontogenesi

L'uso delle strutture vegetative e riproduttive delle pinacee testate sullo sviluppo delle neanidi ad adulto viene mostrato nel Fig. 28.

Le foglie sono preferite maggiormente dalle neanidi di I età, le quali sono state punte per il 95 %, l'80 % e per il 78% delle osservazioni, rispettivamente nei trattamenti con *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus halepensis* e *P. pinea*.

Anche nello stadio di neanide di II età le foglie sembrano essere preferite rispetto ad altre parti di pianta ad eccezione della tesi con *P. halepensis* in cui le neanidi II hanno punto per il 50% delle osservazioni i rametti. Nella tesi con germogli e strobili di

*P. menziesii* e *P. pinea* le neanidi di II età hanno punto per più del 44% delle osservazioni le foglie.

Le gemme terminali sono state punte soltanto nelle età neanidali e con una maggiore frequenza nella tesi con pino domestico (51% rispetto al totale delle osservazioni).

Dallo stadio di neanide di III età in poi, gli stadi giovanili pungono con maggiore frequenza i rametti, i pinoli ed i coni. I rametti sono stati punti in tutti gli stadi, ma la maggiore frequenza è stata riscontrata su pino d'Aleppo. I pinoli sono stati punti in tutti gli stadi, i coni, invece, non vengono utilizzati dalla neanide di I età.

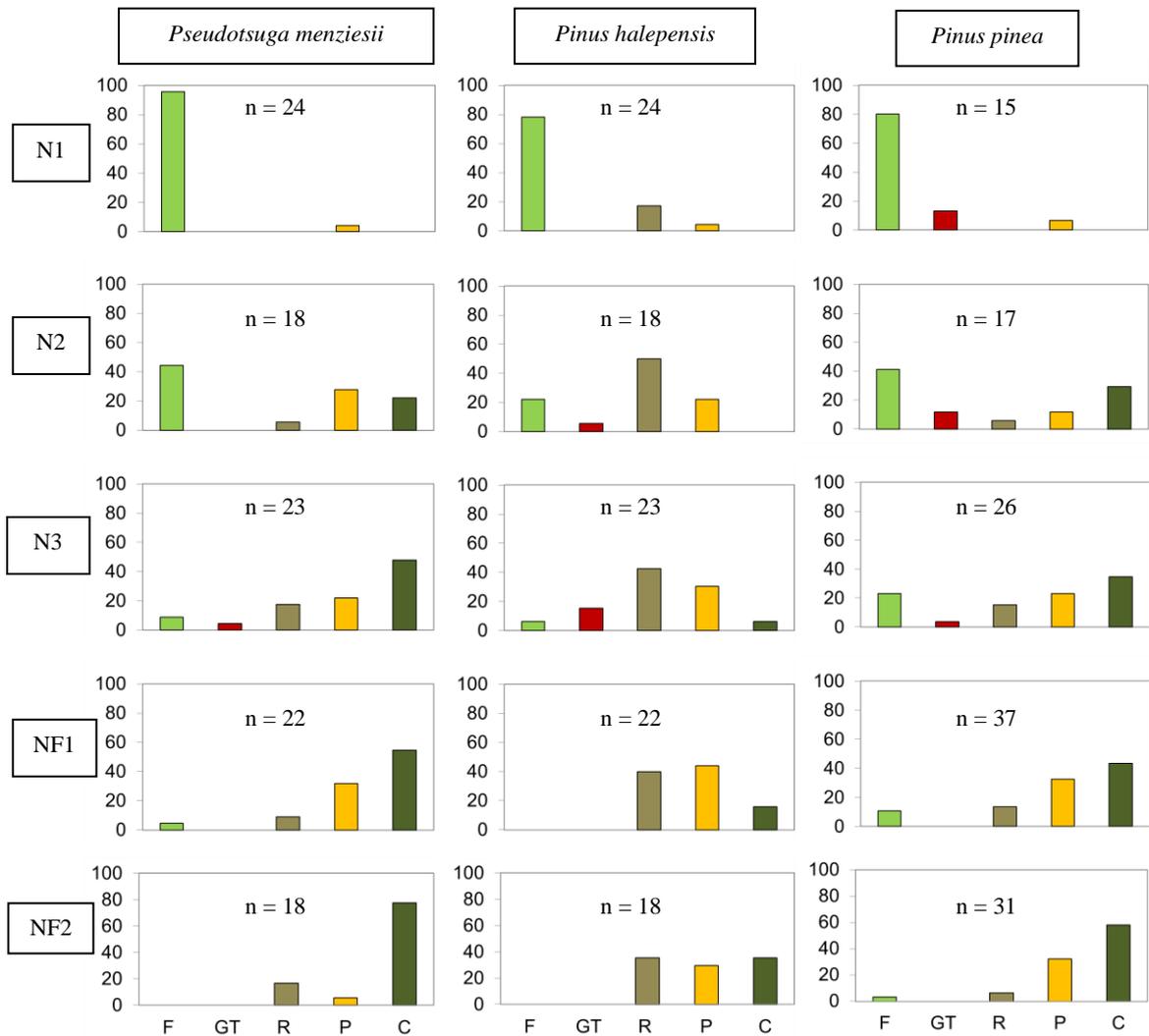


Figura 28. Alimentazione degli stadi giovanili di *L. occidentalis* su *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus halepensis* e *P. pinea*. I numeri al centro di ogni grafico rappresentano il numero di individui osservati in ognuno dei cinque stadi. F, foglie; GT, gemma terminale; R, rametto; P, pinoli di pino domestico; C, cono.

### 3.3.6 Risultati dei biosaggi sull'aggregazione delle neanidi di I età

Le osservazioni svolte in laboratorio all'interno delle cassette entomologiche dove venivano allevati gli insetti, hanno messo in luce che le neanidi si aggregano soltanto nel primo stadio. Tale comportamento, come mostrato dalla Fig. 29, è stato più volte osservato anche in campo sia in prossimità delle uova che sulle pigne.



Figura 29. Neanidi di I età aggregate su una pigna di *Pinus nigra*.

Il profilo chimico della neanide di I età, proveniente da un estratto in esano concentrato in corrente di azoto, è rappresentato nella Fig. 30. Gli estratti della neanide di I età di *L. occidentalis* hanno evidenziato i seguenti picchi: 1) (E)-2-esenale, già individuato come feromone di allarme da BLATT *et al.* (1998), dopo un tempo di ritenzione di 7' 29''; 2) nonane dopo un tempo di ritenzione di 8' 49''; 3) 4) 5) rappresentano invece picchi di idrocarburi lineari a lunga catena.

Dai biosaggi in arena contenente le perline controllo e quelle trattate (Fig. 31), aggregazioni stabili si sono verificate dopo 2-6 ore dall'inizio dell'esperimento in quanto, entro i primi 120 minuti le neanidi si spostavano continuamente da un punto all'altro della piastra mostrando solo aggregazioni di 15-20 minuti sia sulle perline trattate (Fig. 32a) che in altri punti della piastra (Fig. 32b).

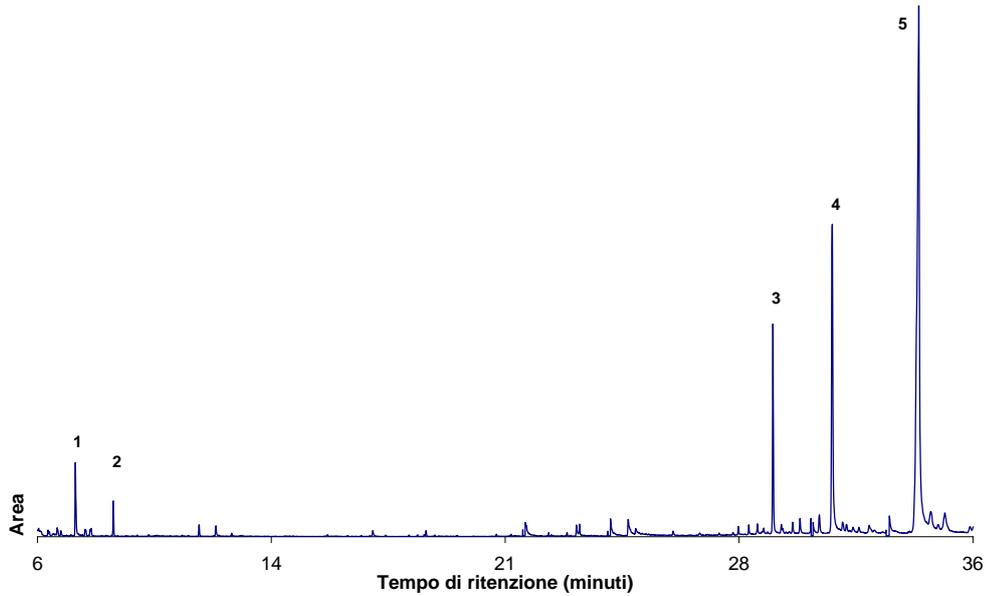


Figura 30. Gas-cromatogramma dei componenti estratti in esano da 27 neanidi I per 30'.

I biosaggi effettuati con gli estratti in esano, hanno evidenziato un numero di neanidi aggregate alle perline trattate (82%) significativamente maggiore rispetto alle neanidi posizionate sulle perline controllo o in altri punti della piastra ( $p < 0,05$ ). I biosaggi effettuati con gli estratti in acetone hanno mostrato che soltanto il 57% di neanidi di I età si è aggregato alle perline trattate, tanto da non registrare differenze statisticamente significative rispetto al controllo ( $p > 0,05$ ) (Tab. 7).

Tabella 7. Numero di neanidi I età aggregate al termine dei biosaggi.

	N. di neanidi I	Posizione delle neanidi			$p$ (Test di Friedman)
		Trattato (Fig. 6: B,F)	Controllo (Fig. 6: D,H)	Altro (Fig. 6: area diversa da B,D,F,H)	
E 1	4	4	0	0	0,00959
E 2	4	4	0	0	
E 3	6	5	0	1	
E 4	5	3	1	1	
E 5	4	3	0	1	
A 1	4	1	1	2	0,26826
A 2	4	3	0	1	
A 3	4	3	1	0	
A 4	4	1	0	3	
A 5	5	4	1	0	

Note: E = esano; A = acetone



Figura 31. Biosaggio in arena (15 cm diametro) con due perline di polisulfone trattate (riquadri B-F) e due controllo (riquadri D-H).

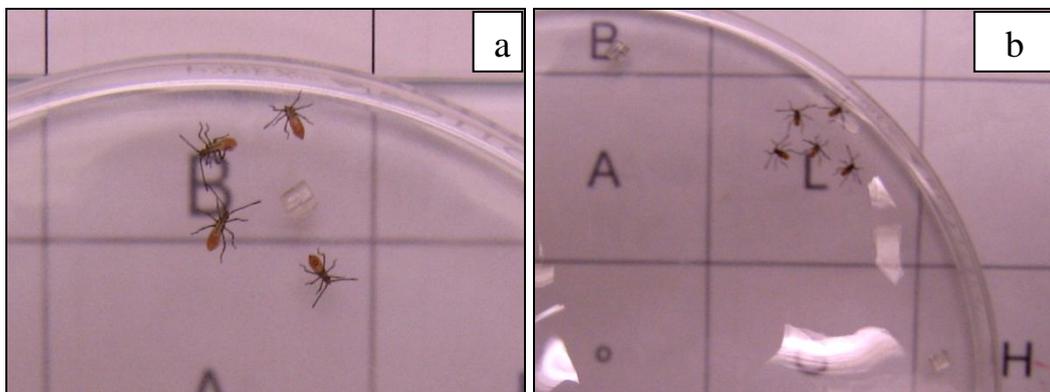


Figura 32. (a) Esempio di neanidi aggregate alle perline trattate/controllo. (b) Esempio di neanidi posizionate in altri punti della piastra.

## 4 Indagine sulla presenza di antagonisti naturali di *L. occidentalis* in Sicilia e in Nord America

### 4.1 INTRODUZIONE E STATO DELL'ARTE

#### 4.1.1 Antagonisti naturali nel continente d'origine

In Nord America, nell'ottobre 1997 nel Connecticut sono stati ritrovati due adulti di *L. occidentalis*, da cui sono sfarfallati due femmine adulte di *Trichopoda pennipes* (F.) (Diptera: Tachinidae) (RIDGE-O'CONNOR, 2001). Negli studi condotti a riguardo è stato visto che su 4 adulti di *L. occidentalis*, il parassitoide aveva deposto più uova, ma per la maggior parte dei casi, le uova erano state deposte, sull'insetto, singolarmente. Dei 438 esemplari di *L. occidentalis* raccolti nell'inverno 1997-1998 l'1,5% era stato parassitizzato da *T. pennipes*; mentre nell'inverno 1998-1999, su 57 insetti raccolti il 16% presentava le uova del parassitoide (RIDGE-O'CONNOR, 2001).

*T. pennipes* rappresenta un agente di controllo biologico nei riguardi di *L. occidentalis* soprattutto nei vivai degli USA e del Canada; *L. occidentalis* e *T. pennipes* sono largamente distribuiti negli Stati Uniti (RIDGE-O'CONNOR, 2001).

Numerosi esemplari appartenenti alla famiglia Platygasteridae sono parassitoidi di uova di molti eterotteri fitofagi importanti economicamente (MASNER, 1983). *Gryon pennsylvanicum* (Ashmead) (Hymenoptera: Platygasteridae) è un parassitoide di coreidi, tra cui *L. occidentalis*, *L. clypealis* Heidemann, *L. corculus* (Say), *L. gonagra* (Fabr.), *L. phyllopus* (L.), *Anasa tristis* (De Geer), *Narnia femorata* Stal, *N. pallidicornis* Stal, (BATES E BORDEN, 2004; MASNER, 1983; MITCHELL P.L. *et al.*, 1999 e 1983; YASUDA 1990; YASUDA AND TSURUMACHI, 1995).

*Anastatus pearsalli* Ashmead (Hymenoptera: Eupelmidae) parassitizza parecchi ordini di insetti ed anche la famiglia dei Coreidi (BURKS, 1979). Membri del genere *Ooencyrtus* sono anche comuni parassitoidi di uova di parecchi ordini e famiglie (GORDH, 1979).

BATES E BORDEN (2004), in due anni di osservazioni sulle uova della cimice, mostrarono che nel 2001 il 32% di uova era stato parassitizzato da un Platygasteridae non identificato, mentre nel 2002 l'87% di uova era stato parassitizzato da *G. pennsylvanicum*, l'8% da *A. pearsalli* e il 4% da *Ooencyrtus* sp..

*G. pennsylvanicum*, appartenente al gruppo *floridanum*, dove tutti i membri di questo gruppo di specie sono i più grandi del genere (MASNER, 1983; MINEO E CALECA, 1987), è un parassitoide oofago di esemplari della famiglia Coreidae tra cui *Leptoglossus clypealis* Heidemann, *L. corculus* (Say), *L. gonagra* (Fabr.), *L. phyllopus* (L.), *Anasa tristis* (De G.), *Narnia femorata* Stal, *N. pallidicornis* Stal, (MASNER, 1983; YASUDA E TSURUMACHI, 1995; MITCHELL *et al.*, 1999). Tutti questi ospiti non sono nativi dell'Europa e sono più grandi dei coreidi europei. L'olotipo descritto come *Telenomus pennsylvanicum* Ashmead (Fig. 33) è conservato al Museo Zoologico di Berlino ed è stato ridescritto da MASNER (1961) e comparato con *Gryon floridanum* (Ashmead) (MASNER, 1983). L'insolita lunghezza del T2 in *G. pennsylvanicum* e *Gryon carinatifrons* (Ashmead) rende le due specie molto distinguibili da quelle del gruppo in cui appartengono. Le coxe, di solito nere o marroni scure, sono sempre più scure dal resto delle zampe; il colore delle coxe infatti risulta essere l'unico carattere attendibile per distinguere le due specie. L'habitus è mostrato nella Fig. 34; la clava presenta 6 antenomeri e la sequenza basiconica dei sensilli è di 1,2,2,2,2,0. Entrambe le mandibole sono subtridentate e la formula palpale è di 2,2 (MINEO E CALECA, 1987). È abbastanza comune e ampiamente distribuito nelle parti meridionali e occidentali degli Stati Uniti e del Canada e probabilmente distribuito anche nel Sud America dove esemplari sono stati esaminati nella Repubblica Dominicana, Colombia e Brasile (MASNER, 1983). YASUDA E TSURUMAKI (1995) hanno trovato, inoltre, uova di *L. australis* parassitizzate da *G. pennsylvanicum* in Giappone.



Figura 33. Visione dorsale del metasoma di *Telenomus pennsylvanicum* Ashmead (Femmina) (Fonte: <http://osuc.biosci.ohio-state.edu/>).

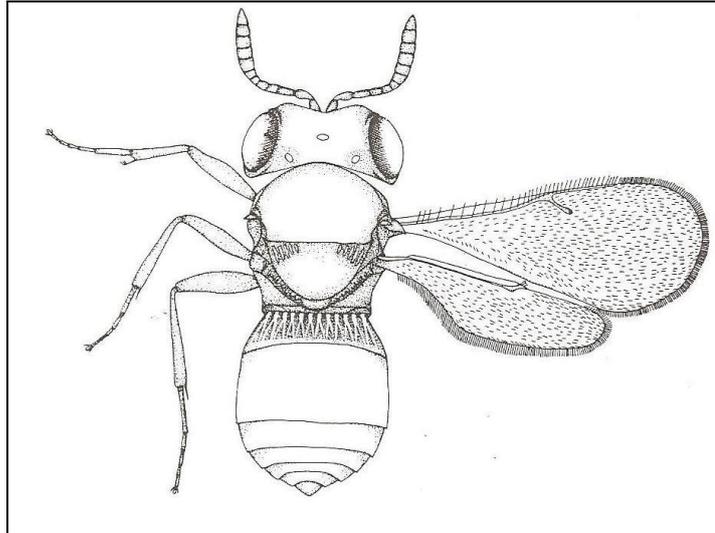


Figura 34. Habitus di *Gryon pennsylvanicum*. (da: Mineo e Caleca, 1987).

BATES E BORDEN (2005) hanno registrato che uova di *L. occidentalis* sono state predate da ortotteri e formiche, entrambi predatori anche di uova del *L. australis* e *L. phyllopus* (YASUDA, 1990; MITCHELL *et al.*, 1999). Le uova predate dagli ortotteri presentavano una parte del corion rimossa e segni circolari di masticazione, dove invece le uova mancavano e non c'erano segni di masticazione questo suggeriva l'attacco delle formiche. Alcune uova, infine, apparivano accartocciate e questo può essere attribuito a eterotteri predatori; *Arilus cristatus* (L.) (Heteroptera: Reduviidae) è riportato come predatore di *L. corculus* a causa di una tossina nella saliva che immobilizza e uccide la preda in pochissimi secondi.

Oltre ai già citati sono noti altri antagonisti naturali di altre specie del genere *Leptoglossus* che potrebbero adattarsi all'insetto in questione; vengono riportati qui sotto alcuni tra quelli riscontrati in letteratura.

Tra gli Encyrtidae *Hexacladia leptoglossus* Burks è stato riscontrato quale ospite di *L. phyllopus* (BURKS, 1972), *Ooencyrtus leptoglossi* Yoshimoto ospite di *L. phyllopus* (ABUDULAI *et al.*, 2001) e di *L. corculus* (YOSHIMOTO, 1977), *O. submetallicus* Howard ospite di *L. gonagra* (DE SANTIS, 1979) e l'*O. trinidadensis* Crawford ospite di *L. corculus* (YOSHIMOTO, 1977).

Imenotteri eupelmidi parassitoidi delle altre specie del genere *Leptoglossus* sono: *Anastatus diversus* Gahan ospite di *L. gonagra* (DE SANTIS, 1979), *A. redivii* (Howard) ospite di *L. fulvicornis* (WHEELER E MILLER, 1990) e *L. phyllopus* (MITCHELL P. E

MITCHELL F., 1986), *A. japonicus* Ashmead ospite di *L. gonagra* (YASUDA E TSURUMACHI, 1995), *A. semiflavus* Gahan ospite di *L. phyllopus* (MITCHELL P. E MITCHELL F., 1986), *Brasema* Cameron ospite di *L. zonatus* (MARCHIORI *et al.*, 2002).

Altri Platygasteridae rilevati sono: *G. carinatifrons* ospite di *L. gonagra* (MASNER, 1983), di *L. phyllopus* (MITCHELL *et al.*, 1999; ABUDULAY *et al.*, 2001) e di *L. fulvicornis* (WHEELER E MILLER, 1990), *G. leptoglossi* Mineo *et* Caleca ospite di *Leptoglossus* sp. (MINEO E CALECA, 1987), *G. largi* (Ashmead) ospite di *L. phyllopus* (MITCHELL P. E MITCHELL F., 1986). Un altro parassitoide rinvenuto su *L. gonagra* appartiene alla famiglia degli Eurytomidae, *Neorileya ashmeadi* Crawford (DE SANTIS, 1979).

Un metodo per determinare la parassitizzazione delle uova e delle neanidi/ninfe messo in atto da BATES E BORDEN (2005) in British Columbia consiste nell'espore femmine svernanti di *L. occidentalis* sui coni all'interno di sacchetti in rete, esponendo poi le uova deposte nel sacchetto in altre branche di alberi di *P. contorta*.

L'indagine sulla presenza di antagonisti naturali in British Colombia condotta nel 2010, oggetto peraltro del presente capitolo, è stata condotta su tre diverse piante ospiti.

#### 4.1.2 Antagonisti naturali ritrovati in Italia

Tra i dati già pubblicati per l'Italia, un esemplare adulto di *L. occidentalis* è stato ritrovato con un uovo di un endoparassitoide tachinide non meglio identificato presso il Parco Pineta di Appiano e Tradate (CO - VA) (BERNARDINELLI, 2003). Più recentemente, SANTINI (2009) ha ottenuto, da un adulto svernante, lo sfarfallamento di un esemplare di *Ectophasia crassipennis* F. (Diptera: Tachinidae), ricorrente parassitoide di *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) e di altri eterotteri. Seppur esiguo, questo dato appare interessante per non escludere la possibilità che anche da noi *Leptoglossus* possa venir controllato da ditteri parassitoidi di adulti e ninfe di II età così come accade nel suo areale di origine. Ricordiamo che *T. pennipes*, parassitoide di *L. occidentalis* in Nord America, risulta accidentalmente introdotto e ben acclimatato nel nostro paese (COLAZZA *et al.*, 1996).

Recenti indagini svolte in Toscana da SANTINI (2009) sugli ooparassitoidi hanno permesso di rilevare la presenza di tre specie quali: *Anastatus bifasciatus* (Geoffroy) (Hymenoptera: Eupelmidae) (Fig. 35), *Ooencyrtus pityocampae* (Mercet)

(Hymenoptera: Encyrtidae) e *Bariscapus* (= *Tetrasticus*) *servadeii* (Dom.) (Hymenoptera: Eulophidae).

Per quanto riguarda *A. bifasciatus*, era già stato ottenuto nella provincia di Udine nel 2003 (BERNARDINELLI, 2003), in pinete venete (CAMPONOGARA *et al.*, 2003) e, più recente, nel 2007 in pinete costiere di pino marittimo e nel 2008 in impianti di pino nero in Toscana (NICCOLI *et al.*, 2009). Sia *O. pityocampae* che *B. servadeii* risultano essere specie polifaghe, inoltre è noto che l'eulofide può agire talvolta come iperparassitoide facoltativo delle uova di *O. pityocampae*.

E' pertanto evidente che tali ritrovamenti appaiono abbastanza scarsi.



Figura 35. Adulti di *Anastatus bifasciatus* sfarfallati da uva di *L. occidentalis* (Fonte: [http://www.unipd.it/esterni/wwwfitfo/immagini/Anastatus\\_m\\_f\\_uova.jpg](http://www.unipd.it/esterni/wwwfitfo/immagini/Anastatus_m_f_uova.jpg))

## 4.2 MATERIALI E METODI

### 4.2.1 Ricerca di uova in campo, ed esposizioni di ovature sentinella in Sicilia (Biennio 2008/09)

Dal maggio '07 fino all'autunno '09 sono stati svolti campionamenti per la ricerca in campo di uova e la cattura di adulti, già descritti nel Cap. 2 (cfr. paragrafo 2.2.1).

Dopo la raccolta gli adulti e le forme giovanili sono stati trasferiti in laboratorio e osservati allo stereomicroscopio per l'eventuale presenza di uova di tachinidi mentre le uova sono state poste in capsule Petri per monitorare lo sgusciamiento o lo sfarfallamento dei parassitoidi.

Sono state raccolte 16 uova nel biennio 2007/08 e 59 uova durante il 2009; 210 e 54 adulti sono stati catturati, rispettivamente, nel 2007/08 e nel 2009.

Al fine di raccogliere altri dati sulla parassitizzazione delle uova, sono iniziate le esposizioni di ovature sentinella, realizzando le prove a Portella Colla-Isnello (PA) nell'area rimboschita a *P. menziesii* e *P. nigra* e Montagna Grande (TP) nell'area rimboschita a *P. pinea*.

Poiché quando si immettono nella cella climatica gli adulti di *L. occidentalis* la loro ovideposizione avviene in un periodo in cui i parassitoidi in campo non sono attivi (autunno-inverno), le uova ottenute si devono quindi conservare per un lungo periodo. Con l'obiettivo di far coincidere la deposizione delle uova delle femmine in un periodo più favorevole per la realizzazioni di ovature sentinella (ovvero in estate) nel novembre '08 alcuni adulti sono stati raccolti e mantenuti all'interno di cassette entomologiche nei luoghi in cui essi si ritrovano numerosi per lo svernamento; precisamente sono state predisposte, opportunamente sigillate, 2 cassette entomologiche in legno (cfr. paragrafo 3.2.1) nella località di Piano Noce (Polizzi Generosa, PA) e 1 a Castellana Sicula (PA) (Fig. 36).

Le uova del coreide, sia quelle da noi conservate in cella frigo a 7-8 °C che le uova fresche, sono state esposte fissandole sugli aghi con del filo di ferro e inserite nei sacchetti di rete (Fig. 37). I sacchetti, contenevano anche adulti maschi di *L. occidentalis*, vista l'influenza del feromone maschile sull'attrattività di alcuni parassitoidi (YASUDA, 1998).

Nel 2008 l'esposizione delle uova è stata condotta dal 26 giugno al 15 luglio nella località di Portella Colla-Isnello (PA) ed ha riguardato gruppi di 8, 9, 10, 24 e 26 uova per sacchetto, per un totale di 87 uova. Ogni esposizione durava 7-8 giorni.

Nel 2009, le esposizioni sono state realizzate dal 24 giugno per una durata di 4-8 giorni per ciascuna esposizione, per un totale di 46 e 45 uova rispettivamente nelle località di Montagna Grande (TP) e Portella Colla (PA).

Le uova raccolte all'interno di ciascun sacchetto sono state poste in capsule Petri e portate in laboratorio per monitorare l'eventuale presenza di parassitoidi.



Figura 36. Esempio di cassetta entomologica con dentro adulti di *L. occidentalis* in una località di montagna per lo svernamento.



Figura 37. Sacchetto per le esposizioni di ovature sentinella in Sicilia.

#### 4.2.2 Ricerca di uova in campo in British Columbia e California (2010)

Nel 2010, con l'obiettivo di indagare sui parassitoidi che attaccano *L. occidentalis* in Nord America, sono stati scelti 6 siti di campionamento in British Columbia (Canada) e 3 in California (USA) sulla base di alcune segnalazioni sull'abbondanza del fitofago (Fig. 38). La ricerca di uova e adulti in campo è stata realizzata nei seguenti *seed orchards*:

##### A. British Columbia, Canada (dal 7 giugno al 8 settembre):

- 1) Kalamalka Seed Orchard, Vernon (119°16'O, 50°14'N; 455 m s.l.m.) su piante di *Pinus contorta* var. *latifolia* Engelman e *Picea engelmannii* subsp. *engelmannii* (Parry), 13 campionamenti;
- 2) Kalamalka Forestry Centre, Vernon (119°16'O, 50°15'N; 470 m s.l.m.) su *Pinus monticola* Dougl. ex D. Don, 2 campionamenti;
- 3) Eagle Rock Seed Orchard, Armstrong (119°13'O, 50°23'N; 460 m s.l.m.) su *P. engelmannii*, 2 campionamenti;
- 4) Sechelt Seed Orchard, Sechelt (123°43'O, 49°26'N; 77 m s.l.m.) su *P. monticola*, 2 campionamenti;
- 5) Mount Newton Seed Orchard, Saanichton (123°25'O, 48°35'N; 62 m s.l.m.) su *P. monticola* e *Pseudotsuga menziesii*, 1 campionamento;
- 6) Saanich Forestry Centre, Saanich (123°24'O, 48°29'N; 61 m s.l.m.) su *P. engelmannii*, 1 campionamento.

##### B. California, USA (dal 13 al 16 giugno):

- 1) Badger Hill Seed Orchard, Placerville (120°35'O, 38°45'N; 1.205 m s.l.m.) su *P. menziesii*, 1 campionamento;
- 2) Foresthill Seed Orchard, Placerville (120°49'O, 39°01'N; 980 m s.l.m.) su *Pinus lambertiana* Dougl., 1 campionamento;
- 3) Genetic Resource Center, Chico (121°46'O, 39°42'N; 70 m s.l.m.) su *Pinus ponderosa* Dougl. ex Laws, 1 campionamento.

Sono stati effettuati in totale 21 campionamenti in British Columbia e 3 in California.

Parecchi alberi in ciascun *seed orchard* sono stati scelti per la ricerca di uova perché portanti un'abbondante produzione di coni. Sono stati ispezionati i germogli terminali delle branche, soprattutto quelli portanti strobili, talvolta con l'ausilio di una scala; tutte le uova raccolte sono state messe all'interno di piccole provette contenenti

ad una estremità cotone idrofilo inumidito con acqua. Giornalmente le uova sono state monitorate per lo sfarfallamento dei parassitoidi. Il numero di uova trovate in ciascun *seed orchard* e su ciascuna pianta ospite è servito per calcolare la percentuale di parassitizzazione.

Gli adulti che via via si catturavano durante la ricerca di uova, sono stati anch'essi portati in laboratorio e controllati allo stromicroscopio per individuare l'eventuale presenza di uova di tachinidi.



Figura 38. Localizzazione dei siti di campionamento in British Columbia (area cerchiata in bianco) e in California (pallino verde).

#### 4.2.3 Esposizioni di ovature sentinella e insacchettamento di adulti in British Columbia (2010)

Nei laboratori del Kalamalka Forestry Centre, Vernon B.C., il 20 maggio è iniziato l'allevamento di adulti e neanidi/ninfe di *L. occidentalis* (Temperatura media del periodo 28 maggio – 30 settembre di  $22,5 \pm 2$  °C). Gli adulti svernanti raccolti nei vari *seed orchards* specificati prima, sono stati tenuti all'interno di gabbiette in rete con piantine di *P. contorta* ed alimentati con pinoli di pino domestico e semi di *P. menziesii*; del cotone idrofilo inumidito con acqua è stato inoltre fornito per la loro idratazione.

Le uova raccolte giornalmente dentro le gabbiette sono state conservate in frigo a 11°C oppure esposte in campo. È stato stabilito di confrontare la differente parassitizzazione sia tra le uova fresche e quelle conservate a 11°C che tra le uova esposte con e senza il maschio di *L. occidentalis*.

Tutte le ovature sentinella sono state esposte su germogli di *Pinus monticola* al Kalamalka Forestry Centre, di *Picea engelmannii* e di *Pinus contorta* presso il Kalamalka Seed Orchard; per ogni ospite sono state selezionate quattro piante: in due sono state esposte ovature fresche e nelle altre ovature conservate a 11°C. Gli aghi portanti le ovature da esporre sono stati fissati ai germogli ( $4 \div 25$  uova per pianta) mediante filo di ferro e ingabbiate in sacchetti in rete di poliestere (maglia 1 x 1,2 mm; Fig. 39). Ogni settimana tra il 27 maggio e il 5 luglio sono stati esposti due sacchetti con un maschio portanti rispettivamente uova fresche e uova conservate a 11°C e due senza maschio. È stato esposto un totale di 28 sacchetti su *P. monticola*, 8 su *P. contorta* e 12 su *P. engelmannii* contenenti 653 uova, di cui 307 con il maschio e 346 senza; 363 erano fresche e 290 conservate a 11°C. Ogni settimana i sacchetti venivano controllati e tutte le uova all'interno contate e rimosse. I maschi morti sono stati sostituiti con individui catturati sul posto in quel momento.

Le ovature sono state esaminate ogni giorno per lo sfarfallamento dei parassitoidi; purtroppo a causa della limitatezza di uova prodotte in allevamento dagli adulti per poter continuare tali prove, le esposizioni di ovature sentinella sono durate solamente quaranta giorni.

Un'altra strategia per determinare la parassitizzazione delle uova della cimice è stata quella di esporre femmine adulte in campo all'interno di sacchetti. Sono stati scelti tre piante ospiti in tre differenti siti del British Columbia: *Pinus contorta* presso il

Kalamalka Seed Orchard, *Picea engelmannii* presso Eagle Rock Seed Orchard and *Pinus monticola* al Kalamalka Forestry Centre.

Adulti svernanti di *L. occidentalis* sono stati ingabbiati su germogli portanti strobili all'interno dei sacchetti di rete prima menzionati (Fig. 39). Ventitré sacchetti sono stati esposti tra il 10 giugno e il 29 agosto, precisamente 7 sacchetti su *P. monticola*, 7 su *P. engelmannii* e 9 sacchetti su *P. contorta*. I sacchetti sono stati aperti ogni 7-9 giorni e tutte le uova trovate all'interno sono state contate e lasciate sui germogli per un'altra settimana in modo da aumentare il periodo di esposizione ai parassitoidi; dopo la conta delle uova i sacchetti con i relativi adulti all'interno venivano trasferiti su un altro germoglio. Qualsiasi insetto morto o mancante è stato sostituito con individui catturati al momento. Trascorsi altri 7-9 giorni tutte le uova venivano raccolte e monitorate per l'emergenza dei parassitoidi.

All'interno di tali prove i sacchetti contenevano un diverso numero di adulti, per individuare la migliore attrazione nei confronti dei parassitoidi. A tal proposito 2 sacchetti sono stati esposti con 3 ♀♀ + 1 ♂, 9 sacchetti contenevano 1 ♀ + 1 ♂ e 12 soltanto 1 ♀.

È stata calcolata la media delle uova e delle ovature parassitizzate sia per tipologia di sacchetto che per pianta ospite, per il periodo in cui gli adulti rimasero in campo.



Figura 39. Sacchetto esposto su *Picea engelmannii* contenente adulti di *Leptoglossus*.

#### 4.2.4 Allevamento e biologia di *Gryon pennsylvanicum*

Da giugno a settembre 2010 presso i laboratori del Kalamalka Forestry Centre in Vernon, British Columbia-Canada, adulti di *G. pennsylvanicum* provenienti da uova di *L. occidentalis* trovate in campo sono stati allevati sul suo ospite naturale.

Gli adulti sono stati allevati dentro apposite provette di vetro (~8 cm di lunghezza, diametro ~1 cm) ed alimentati con candito di zucchero di miele posto su delle strisce di cartone e con acqua sotto forma di cotone idrofilo inumidito. Le condizioni dell'allevamento erano di 22,5 °C, U.R. 60 %, illuminazione naturale.

Ogni sette giorni la striscia contenete il miele veniva sostituita con una nuova.

Uova singole dell'ospite sono state offerte alle femmine neosfarfallate solamente il giorno dopo l'accoppiamento.

Le uova dell'ospite offerte ai parassitoidi sono state di tre tipologie:

- a) fresche, deposte da *L. occidentalis* da non più di 72 ore (n. 249);
- b) conservate a 11 °C da 15 a 40 giorni (n. 111);
- c) conservate a 11 °C per un tempo compreso da 41 a 60 giorni (n. 57).

Ai parassitoidi sono state offerte uova singole che, dopo al massimo 30 minuti di esposizione, sono state tolte e poste dentro provette di vetro. Le provette contenenti le uova parassitizzate sono state sistemate dentro una cella termostata alla temperatura di 35 °C, dove permanevano fino allo sfarfallamento dei parassitoidi.

La *sex ratio* è stata calcolata prendendo in considerazione gli adulti sfarfallati da uova dell'ospite tenute esposte alla parassitizzazione per un tempo non superiore a 30 minuti, dopo aver osservato se l'uovo era stato accettato.

#### 4.2.5 Analisi statistica dei dati

Dati sulla percentuale di parassitizzazione delle uova nelle prove di esposizioni degli adulti sono stati analizzati confrontando le piante ospiti attraverso l'analisi della varianza (ANOVA) 1-via, seguito dal test post-hoc di Tukey ( $p < 0,05$ ). Sono state altresì analizzate le percentuali di parassitizzazione sulle varie tipologie di sacchetti mediante l'analisi della varianza (ANOVA) per misure ripetute, seguito dal test post-hoc di Tukey ( $p < 0,05$ ).

### 4.3 RISULTATI

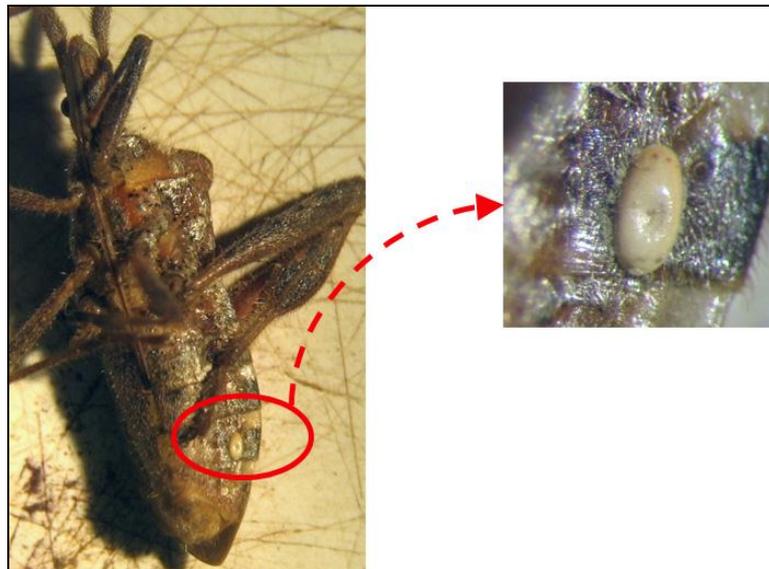
#### 4.3.1 Antagonisti naturali ritrovati in Sicilia

Dal monitoraggio in campo nelle varie località della Sicilia è stato trovato soltanto un adulto di *L. occidentalis* parassitizzato da un dittero Tachinidae; tale adulto, un maschio catturato a Piano Noce-Polizzi Generosa (PA) è stato infatti ritrovato con un uovo di tachinide sull'addome (Fig. 40) senza che però sia fuoriuscita la larva del dittero per impuparsi.

Nessun parassitoide oofago è stato rinvenuto dalle uova di *L. occidentalis*; nel 2009 soltanto due uova sono state parassitizzate da due Platygasteridae (*Trissolcus* sp.) che si sono sviluppati in adulti; uno dei due ha tentato di fuoriuscire forando senza successo la parte basale dell'uovo. Non sono sfarfallati probabilmente perché ospiti accidentali.

Dalle esposizioni di ovature sentinella non è stata osservata alcuna parassitizzazione.

È da segnalare in allevamento una pesante infestazione di acari parassiti afferenti alla famiglia Pyemotidae che hanno portato alla morte 30 adulti di *L. occidentalis*. Si è potuto appurare che tali acari provenivano da altri materiali casualmente presenti nella stessa cella climatica.



**Figura 40.** Adulto di *L. occidentalis* parassitizzato da un Tachinidae.

4.3.2 Presenza di antagonisti naturali ritrovati in British Columbia e in California in raccolte di campo

Dall'analisi allo stereomicroscopio di tutti gli adulti catturati in British Columbia nessuna parassitizzazione da ditteri tachinidi è stata osservata.

Dalle uova liberamente deposte in campo raccolte in British Columbia e in California sono sfarfallati soltanto esemplari dell'imenottero platigastride *Gryon pennsylvanicum* (Ashmead).

Le Tab. 8 e 9 mostrano la parassitizzazione riscontrata, rispettivamente, in British Columbia e in California. Nel British Columbia, dopo 21 campionamenti e 1.457 uova raccolte, la percentuale di parassitizzazione è stata pari al 4%; da notare la grande differenza che si è verificata nel sito di campionamento di Eagle Rock S.O., nel quale su 13 uova raccolte il 92% è stato parassitizzato, e in quello di Sechelt S.O., nel quale su 971 uova raccolte, soltanto lo 0,3% risultava essere parassitizzato.

In California (Tab. 9) la percentuale di parassitizzazione riscontrata dopo tre campionamenti è stata pari al 21%.

Tabella 8. Parassitizzazione di *G. pennsylvanicum* su uova di *L. occidentalis* liberamente deposte in campo raccolte in British Columbia.

Seed orchard	Pianta ospite	N. campionamenti	N. ovature raccolte	N. totale uova	% ovature parassitizzate	% uova parassitizzate
Kalamalka S.O. - Vernon	<i>Pinus contorta</i>	8	25	171	20,0	18,7
Kalamalka S.O. - Vernon	<i>Picea engelmannii</i>	5	8	48	12,5	8,3
Kalamalka F.C. - Vernon	<i>Pinus monticola</i>	2	2	15	0	0
Eagle Rock S.O. - Armstrong	<i>P. engelmannii</i>	2	3	13	100	92,3
Sechelt S.O. - Vancouver	<i>P. monticola</i>	2	153	971	0,6	0,3
Mount Newton S.O.- Saanichton	<i>P. monticola</i>	1	6	53	0	0
Saanich F.C. - Saanich	<i>P. engelmannii</i>	1	29	186	3,4	4,3
<b>TOTALE</b>		<b>21</b>	<b>226</b>	<b>1457</b>	<b>4,9</b>	<b>4,0</b>

**Tabella 9. Parassitizzazione di *G. pennsylvanicum* su uova di *L. occidentalis* liberamente deposte in campo raccolte in California.**

Seed orchard	Pianta ospite	N. campioni	N. ovature raccolte	N. uova trovate	% ovature parassitizzate	% uova parassitizzate
Genetic Resource-Chico	<i>Pinus ponderosa</i>	1	1	27	0	0
Badger Hill S.O.-Placerville	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	1	2	7	50,0	57,1
Forest Hill S.O.-Placerville	<i>Pinus lambertiana</i>	1	1	4	100	100
<b>TOTALE</b>		<b>3</b>	<b>4</b>	<b>38</b>	<b>50,0</b>	<b>21,1</b>

In British Columbia quasi il 5% delle 229 ovature è stato parassitizzato, mentre in California su 4 ovature la metà è stata parassitizzata.

#### 4.3.3 Antagonisti naturali sfarfallati da ovature sentinella ed esposte con e senza adulti in British Columbia

Dalle esposizioni di ovature sentinella, l'unica parassitizzazione è stata osservata su uova fresche e senza la presenza del maschio. Sono state parassitizzate 15 uova esposte su *Picea engelmannii* raggiungendo una percentuale del 10%. A causa del fatto che tali prove sono state condotte in un periodo in cui era forse ancora troppo precoce per i parassitoidi, il dato non può essere considerato probante.

L'insacchettamento di femmine svernanti è stato molto produttivo; le 27 femmine insacchettate hanno deposto 316, 615 e 1411 uova, rispettivamente su *Pinus monticola*, *Pinus contorta* e *P. engelmannii*.

La parassitizzazione (Tab. 10) è stata osservata sulle ovature in tutti e tre ospiti, ma i più alti valori sono stati riscontrati su *P. engelmannii*, dove quasi il 60% delle uova è stato parassitizzato da *G. pennsylvanicum*. Su *P. contorta* è stata osservata una parassitizzazione circa del 29% sempre dalla stessa specie; su *P. monticola*, delle 316 uova, il 23,1% sono state parassitizzate da *G. pennsylvanicum*, il 3,8% da *Anastatus* sp. (Hymenoptera: Eupelmidae) e il 4,4% da *Ooencyrtus johnsoni* (Howard) (Hymenoptera: Encyrtidae).

Per quanto riguarda la percentuale di parassitizzazione nelle ovature, su 371 ovature raccolte sui tre ospiti all'interno dei sacchetti, il 58,5% è stato parassitizzato (Tab. 10).

Alcune uova di *L. occidentalis* sono state osservate con porzioni di corion staccate o con segni di masticazione suggerendo che i principali responsabili di questi danni sono da attribuire a formiche, ortotteri predatori e ragni. La percentuale di uova predate va da un minimo di 1,6% verificatosi su *P. monticola* ad un massimo di 2,7% su *P. engelmannii*.

**Tabella 10. Parassitizzazione delle uova di *L. occidentalis* deposte su tre piante ospiti all'interno dei sacchetti contenenti adulti.**

<b>Pianta ospite</b>	<b>N. ♀♀ dentro i sacchetti</b>	<b>N. uova deposte</b>	<b>N. ovature deposte</b>	<b>% uova parassi- tizzate</b>	<b>% ovature parassi- tizzate</b>	<b>% uova predate</b>
<i>Pinus monticola</i>	7	316	46	31,3	39,1	1,6
<i>Pinus contorta</i>	9	615	90	29,1	38,9	1,8
<i>Picea engelmannii</i>	11	1.411	235	55,9	69,8	2,7
<b>TOTALE</b>	<b>27</b>	<b>2.342</b>	<b>371</b>	<b>45,6</b>	<b>58,5</b>	<b>2,3</b>

Confrontando i dati sulla percentuale di parassitizzazione solo di *G. pennsylvanicum* su uova di *L. occidentalis* tra quelle deposte liberamente in campo e quelle deposte all'interno dei sacchetti racchiudenti adulti, sempre nelle stesse tre piante ospiti, si può notare che la parassitizzazione nelle prove con i sacchetti è stata nettamente maggiore (44,4% contro solo il 4% nelle uova trovate in campo senza sacchetti).

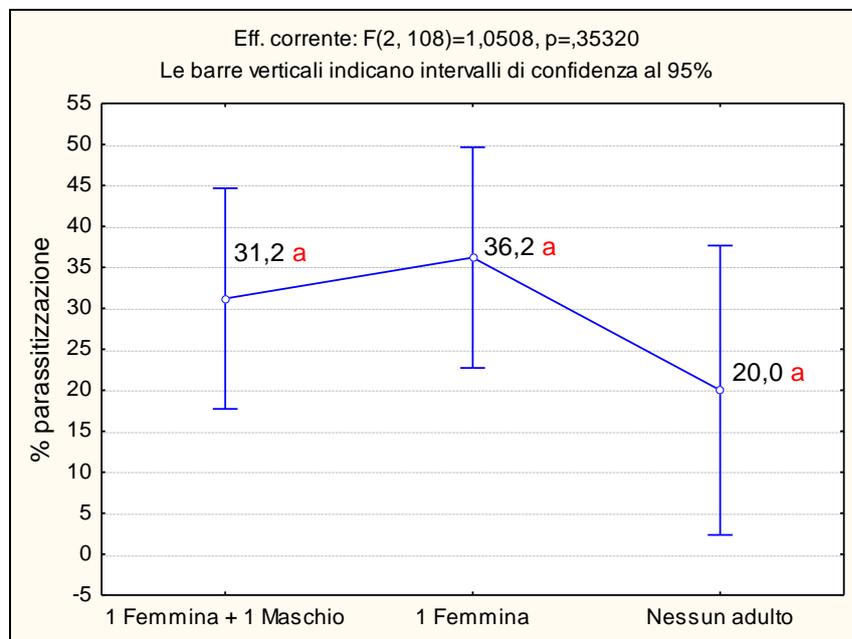
Come si può osservare in Fig. 41 su *P. contorta* non vi è nessuna differenza statisticamente significativa tra la parassitizzazione nei sacchetti, siano essi con una femmina o con una femmina e un maschio, e la parassitizzazione con le uova trovate in campo. Su *P. monticola* (Fig. 42) vi è differenza tra la parassitizzazione delle uova trovate all'interno dei sacchetti e quella registrata in campo senza sacchetti. Anche su *P. engelmannii* (Fig. 43) la parassitizzazione all'interno dei sacchetti ha mostrato differenze significative rispetto alle uova trovate in campo fuori dai sacchetti; la

percentuale di parassitizzazione nei sacchetti contenenti 3 ♀♀ + 1 ♂ mostra differenze statistiche con i sacchetti racchiudenti 1 ♀ + 1 ♂, ma non con la parassitizzazione nei sacchetti con 1 ♀.

Dall'analisi della varianza per l'intero periodo di campionamento (ANOVA per misure ripetute) si deduce che la parassitizzazione riscontrata nei sacchetti contenenti 3 ♀♀ + 1 ♂ è statisticamente maggiore (in media 59,7%) di quella rilevata nelle uova raccolte in campo senza sacchetti (in media 16,7%) (Fig. 44); la presenza nei sacchetti di una coppia di adulti o di una femmina o di tre femmine e un maschio non ha evidenziato differenze statisticamente significative nella percentuale di parassitizzazione.

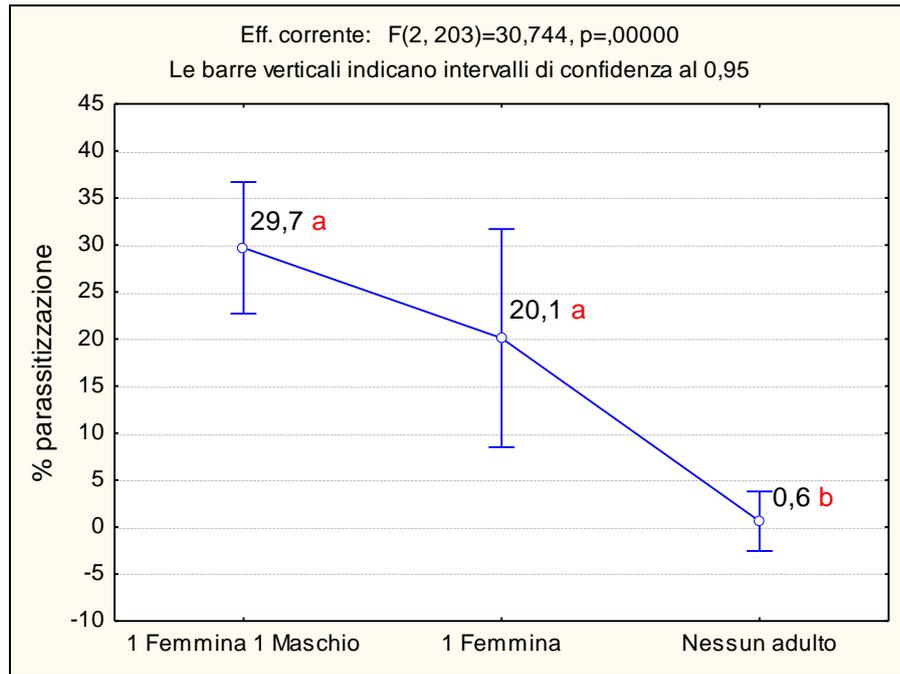
Il periodo di maggiore attività di *G. pennsylvanicum* è stato riscontrato a fine luglio, superando il 55% di uova parassitizzate dal 13 luglio al 2 agosto. La parassitizzazione del platigastride (Fig. 45) mostra un incremento da metà giugno ai primi di agosto, e nonostante un leggero calo tra il 3 e il 9 agosto, dal 10 al 16 agosto è riuscito a superare ancora il 50%. Da metà agosto in poi non sono state osservate uova di *L. occidentalis* parassitizzate.

Delle 1.041 uova parassitizzate da *Gryon* all'interno dei sacchetti, la sex ratio è stata a favore delle femmine, 88% contro il 12% dei maschi.



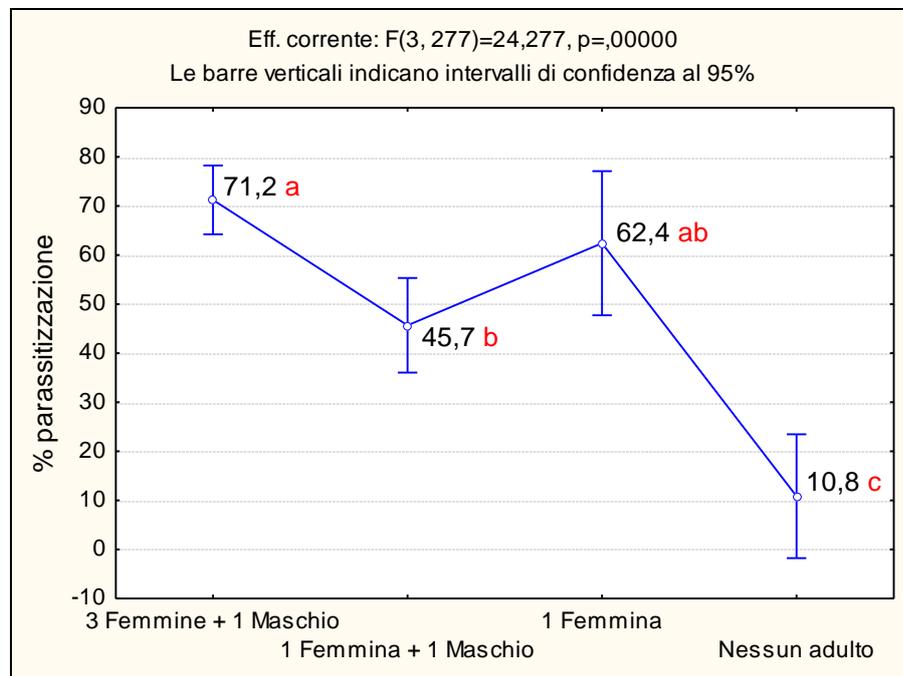
**Figura 41. Percentuale media di parassitizzazione di *G. pennsylvanicum* su *Pinus contorta* in presenza o meno di adulti di *L. occidentalis* all'interno di sacchetti di rete.**

\* Lettere differenti indicano differenze statisticamente significative (ANOVA 1-via + Test post-hoc di Tukey,  $p < 0,05$ ).



**Figura 42.** Percentuale media di parassitizzazione di *G. pennsylvanicum* su *Pinus monticola* in presenza o meno di adulti di *L. occidentalis* all'interno di sacchetti di rete.

\* Lettere differenti indicano differenze statisticamente significative (ANOVA 1-via + Test post-hoc di Tukey,  $p < 0,05$ ).



**Figura 41.** Percentuale media di parassitizzazione di *G. pennsylvanicum* su *Picea engelmannii* in presenza o meno di adulti di *L. occidentalis* all'interno di sacchetti di rete.

\* Lettere differenti indicano differenze statisticamente significative (ANOVA 1-via + Test post-hoc di Tukey,  $p < 0,05$ ).

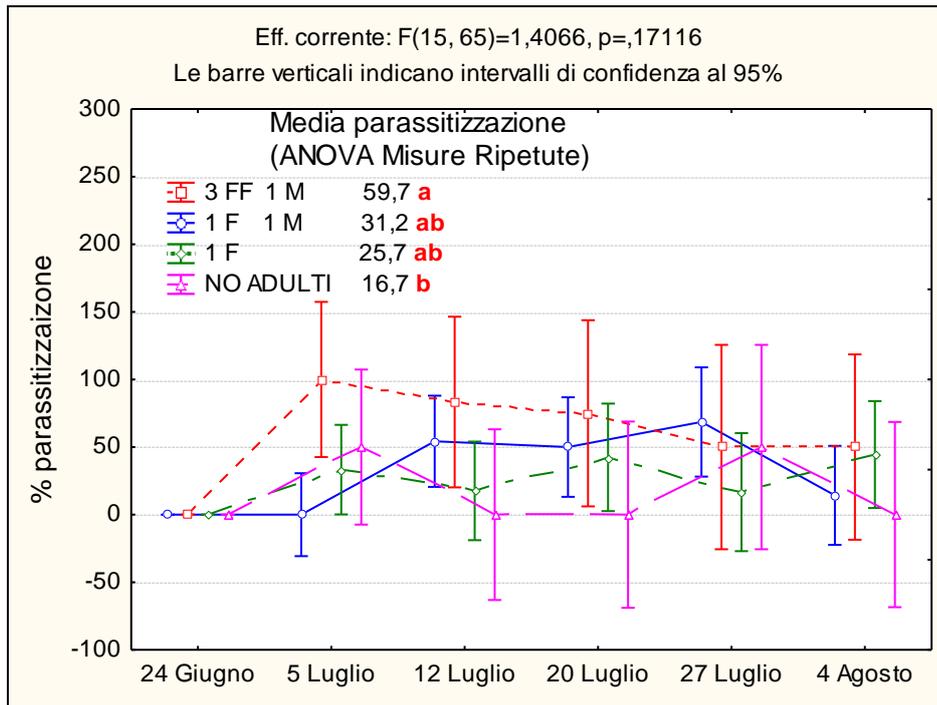


Figura 42. Percentuale media di parassitizzazione di *G. pennsylvanicum* nell'intero periodo considerando i dati raccolti sulle tre specie arboree nel British Columbia.

\* Lettere differenti indicano differenze statisticamente significative (ANOVA 1-via + Test post-hoc di Tukey,  $p<0,05$ ).

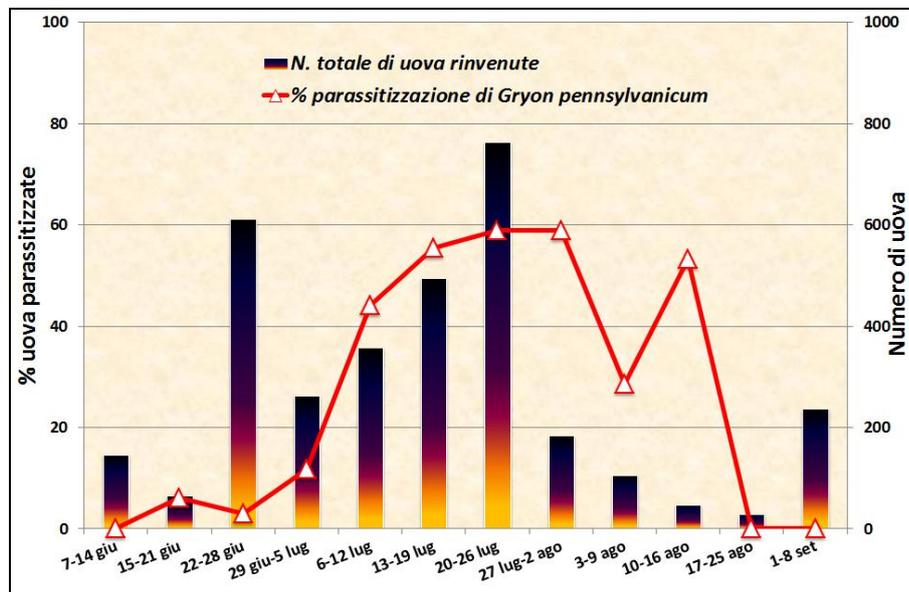


Figura 45. Andamento della percentuale di parassitizzazione di *G. pennsylvanicum* su uova di *L. occidentalis* in British Columbia.

#### 4.3.4 Osservazioni bioetologiche su *G. pennsylvanicum*

Tra i parassitoidi riscontrati in Nord America dalle uova di *L. occidentalis* il più abbondante è stato sicuramente l'imenottero platigastride *G. pennsylvanicum*.

Mediante la ricerca di uova in campo si è potuto appurare che la sua comparsa in campo avviene a metà giugno, infatti già al 16 giugno 4 uova di *Leptoglossus* trovate su piante di abete sono state parassitizzate da *G. pennsylvanicum* (Fig. 46).

In genere la femmina parassitizza tutte le uova di un'ovatura dell'ospite comportandosi da parassita primario. Analizzando i dati sulle ovature trovate in campo, la Tab. 11 mostra che *G. pennsylvanicum* tende a parassitizzare tutte le uova dell'ovatura su *P. monticola* e *P. contorta* ed il 91 % delle uova su *P. engelmannii*. Per quanto riguarda i dati raccolti dalle prove con i sacchetti (Tab. 12), su *P. monticola* è stata registrata una parassitizzazione nell'ovatura dell'83 %, mentre il 91% su *P. contorta* e *P. engelmannii*.



Figura 46. Uova di *L. occidentalis* parassitizzate da *G. pennsylvanicum*.

Tabella 11. Parassitizzazione di *G. pennsylvanicum* nelle ovature trovate naturalmente in campo.

Ospite	N° ovature	N° ovature parassitizzate	N° medio di uova nell'ovatura	% uova parassitizzate nell'ovatura
<i>Pinus monticola</i>	161	1	6,5	100
<i>P. contorta</i>	25	5	6,8	100
<i>Picea engelmannii</i>	40	5	5,9	91

**Tabella 12. Parassitizzazione di *G. pennsylvanicum* nelle ovature all'interno dei sacchetti con gli adulti.**

Ospite	N° ovature	N° ovature parassitizzate	N° medio di uova nell'ovatura	% uova parassitizzate nell'ovatura
<i>Pinus monticola</i>	46	18	6,9	83
<i>P. contorta</i>	90	35	7,2	91
<i>Picea engelmannii</i>	235	164	5,9	91

L'adulto di *G. pennsylvanicum*, all'atto di sfarfallare dalle uova dell'ospite, pratica, in corrispondenza dell'opercolo un foro di dimensioni simili a quest'ultimo e dai contorni piuttosto regolari (Oss. pers., 2010).

Anche per come accade in altri platigastridi, il primo adulto osservato a sfarfallare è sempre il maschio il quale si dispone in prossimità delle altre uova parassitizzate con un comportamento irrequieto in attesa che sfarfallino le femmine.

L'accoppiamento avviene in media dopo 9 minuti dalla formazione della coppia (14 osservazioni su 4 maschi diversi) e si protrae per alcuni secondi (da 5 a 10 secondi) secondo le modalità descritte per altri Platygastriidae.

L'atto di parassitizzazione avviene secondo le seguenti modalità: la femmina si avvicina all'uovo e dopo averlo ripetutamente ispezionato con la parte ventrale della clava delle antenne si dispone su di un lato dell'uovo, preferibilmente ad un polo, con l'addome contro. Dopo di ciò depone l'uovo dentro e dopo un tempo che può variare da 1 minuto ad un massimo di 2,5 minuti ritira sia la tenebra che il terzo paio di valve; quindi si dispone sulla parte anteriore dell'uovo della cimice e inizia a compiere alcuni giri in senso longitudinale strisciandovi contemporaneamente la parte terminale dell'ovopositore per l'operazione di marcatura (Fig. 47 e 48) (Oss. pers., 2010).

Femmine di *G. pennsylvanicum* non fecondate danno una progenie solamente maschile per partenogenesi arrenotoca.

Dal momento che gli adulti sfarfallati da uova offerte a femmine accoppiate almeno una volta sono risultate in maggioranza femmine, la *sex ratio* in *G. pennsylvanicum* è notevolmente a favore di quest'ultima (Tab. 13); risultati confermati anche da NECHOLS *et al.*, (1989).



Figura 47. Femmina di *G. pennsylvanicum* all'atto della marcatura (Foto: W.B. Strong).



Figura 48. Femmina di *G. pennsylvanicum* all'atto della marcatura (Foto: W. B. Strong).

I dati riportati nelle Tabb. 14 e 15 indicano le osservazioni svolte sulla parassitizzazione di uova sia fresche che conservate a temperatura di 11 °C. Questi risultati, raggiunti su entrambe le tipologie di uova esposte a *Gryon*, hanno confermato il fatto che i parassitoidi si possono sviluppare su uova in cui l'embrione è morto dopo la conservazione a basse temperature. Dalle stesse tabelle si rileva che la durata dello sviluppo (dalla deposizione allo sfarfallamento) alla temperatura costante di 35 °C è stata in media di 12,8 giorni. Lo sfarfallamento si è avuto da un minimo di 11 ad un massimo di 14 giorni dalla parassitizzazione.

**Tabella 13. Sex ratio in *G. pennsylvanicum* su uova di *L. occidentalis* esposte a 30 ♀♀ fecondate.**

Data di parassitizzazione	Data di sfarfallamento	N. adulti		
		♀♀	♂♂	Non sfarfallati
20/07/2010	2-3/08/2010	3	-	4
21/07/2010	3-4/08/2010	30	2	9
22/07/2010	4-5/08/2010	13	2	3
23/07/2010	5-6/08/2010	5	1	4
26/07/2010	7-9/08/2010	13	2	1
27/07/2010	9/08/2010	7	2	1
28/07/2010	9-11/08/2010	24	6	-
29/07/2010	9-11/08/2010	12	1	5
03/08/2010	16-17/08/2010	19	6	7
06/08/2010	18/08/2010	17	3	-
09/08/2010	21/08/2010	8	1	2
06/09/2010	20/09/2010	3	-	-
<b>TOTALE</b>		<b>154</b>	<b>26</b>	<b>36</b>
<b>PERCENTUALE SUL TOTALE</b>		<b>86</b>	<b>14</b>	<b>-</b>

**Tabella 14. Osservazioni sulle uova fresche di *Leptoglossus* esposte a 30 ♀♀ di *G. pennsylvanicum* per 30'.**

N. uova di <i>Leptoglossus</i> fresche	Data di parassitizzazione	Neanidi di <i>Leptoglossus</i> sgusciate	Durata dello sviluppo del parassitoide (35°C)		% uova esposte/adulti sfarfallati
			Min.	Max.	
28	20/07/2010	16	13	14	10,7
6	21/07/2010	0	14	14	83,3
17	23/07/2010	0	13	14	35,3
30	26/07/2010	9	12	14	50,0
37	28/07/2010	2	11	13	81,1
72	03/08/2010	0	13	14	34,7
27	06/08/2010	1	12	12	74,1
29	09/08/2010	2	12	12	31,0
3	06/09/2010	0	14	14	100,0

**Tabella 15. Osservazioni sulle uova di *Leptoglossus* conservate a 11 °C ed esposte a 30 ♀♀ di *G. pennsylvanicum* per 30'.**

N. uova di <i>Leptoglossus</i> stoccate a 11 °C		Data di parassitizz- azione	Neanidi di <i>Leptoglossus</i> sgusciate	Durata dello sviluppo del parassitoide (35°C)		% uova esposte/adulti sfarfallati
Permanenza: 15÷40 gg	Permanenza: 41÷60 gg			Min.	Max.	
70	-	21/07/2010	0	13	14	38,6
41	-	22/07/2010	0	13	14	36,6
-	24	27/07/2010	0	13	13	37,5
-	33	29/07/2010	0	11	13	39,4

## 5 Conclusioni

Sulla base dello stato delle conoscenze acquisite su *Leptoglossus occidentalis* nel contesto delle ricerche svolte durante il corso di dottorato di ricerca, si possono fare le seguenti considerazioni conclusive.

I nostri risultati indicano che in Sicilia la cimice americana dei semi delle conifere è arrivata nel 2002, o qualche tempo prima, ed è ampiamente distribuita in tutta l'isola.

La maggiore facilità nel riscontrare gli adulti si ha dalla fine di settembre ai primi di dicembre, quando il coreide tende ad aggregarsi in gruppi numerosi nelle piante ospiti oppure entro ripari occasionali di varia natura per lo svernamento, confermando quanto affermato da SANTINI (2009). Anche se lo stesso autore riporta che gli adulti si trasferiscono dai ricoveri invernali verso le pinete su cui iniziano le prime ovideposizioni già ai primi di marzo, qui si disperdono e sono quindi sporadici i nostri ritrovamenti degli adulti in primavera.

*L. occidentalis* si alimenta, sia da adulto che da neanide o ninfa su molte specie di conifere appartenenti alla famiglia delle Pinaceae, ma al momento in Italia la sua dannosità si manifesta nel comparto riguardante raccolta, lavorazione e commercializzazione dei pinoli di *Pinus pinea* a causa della drastica riduzione della loro produzione verificatasi in Italia nell'ultimo decennio (BENASSAI *et al.*, 2008). Nonostante non si sia potuta condurre una approfondita indagine sulle produzioni siciliane, il calo di produzione appare notevole, e nell'unico popolamento siciliano di *P. pinea* a Monte Lauro (SR) da cui abbiamo ricavato dati certi, la produzione di strobili per ettaro di pineta si è ridotta del 98%, variando da 4,2 a 0,04 q/ha, passando dalle annate prima dell'introduzione del coreide ad oggi. L'insieme dei dati rilevati ha evidenziato che il notevole calo della produzione in pigne e pinoli si è verificato subito dopo l'introduzione dell'insetto e che le pinete di pino domestico siciliane stanno attraversando un declino nella produzione di pinoli dovuta sicuramente all'insetto in questione. L'aborto delle pigne al primo anno sembra essere la principale causa della riduzione di pigne di pino domestico in Sicilia e in Italia. A questo si aggiunge il fatto che questo coreide risulta fastidioso e sgradevole quando, in autunno, entra nelle abitazioni alla ricerca di un sito per lo svernamento.

La messa a punto di un allevamento costante di *L. occidentalis*, integrato con regolari catture effettuate in campo è stato indispensabile per definire le caratteristiche del ciclo biologico della specie in laboratorio.

Da quanto esposto si rileva che il periodo di incubazione (11 giorni a 22°C) è in linea con quanto riportato da KOERBER (1963): 10 giorni (condizioni di allevamento non note). La durata dei 5 stadi giovanili di *L. occidentalis* alimentati su germogli, strobili e pinoli sgusciati di *P. pinea* si compie in un arco di tempo variabile da 48 a 54 giorni; (35÷54 giorni vengono riportati da SANTINI (2009) in pieno campo.

Tenuto conto che la schiusura delle uova deposte è quasi totale e che la mortalità maggiore negli stadi preimmaginali si verifica nella neanide di II età (31%), si è potuto ottenere una resa uovo-adulto di *L. occidentalis* di circa il 12%; anche su *G. acuteangulatus* la mortalità maggiore si verifica nelle neanidi di II età, ma la resa uovo-adulto su quest'ultimo è stata di circa il 40% a 24 °C (GENDUSO E MINEO, 1970).

BURGIO *et al.*, (1982) hanno riportato una longevità massima di *G. acuteangulatus*, registrata a 24°C, di 154 gg e 115 gg rispettivamente per maschi e femmine. Questo dato è minore di 58 giorni per i maschi e di 100 per le femmine rispetto alla massima longevità verificatasi per *L. occidentalis* nel nostro studio; la durata media della vita dell'adulto ottenuta dall'allevamento in laboratorio è stata di 60 giorni.

Per quanto riguarda le dieci femmine deponenti, queste hanno vissuto significativamente più a lungo rispetto a quelle che non hanno deposto, rispettivamente 110 contro 45 giorni. BONJOUR *et al.*, (1993) riferiscono di una longevità media di *Anasa tristis* (De Geer) (Heteroptera: Coreidae: Anisoscelini) pari a 123 giorni su *Cucurbita pepo* L. var. *melopepo*, in linea con i risultati da noi raggiunti, considerando una temperatura di allevamento di 26,7 °C. Femmine di *Leptoglossus zonatus* hanno fatto registrare una longevità media di 73 giorni a 25 °C su mandarino (XIAO E FADAMIRO, 2009).

Negli studi sullo sviluppo condotti in laboratorio, si conferma che il periodo di preovideposizione dei coreidi è lungo, in questo caso è quasi uguale al tempo, o ai gradi giorno, necessari per passare dalla deposizione dell'uovo allo sfarfallamento dell'adulto.

Considerando una media del periodo di preovideposizione di circa 66 giorni, una generazione completa da uovo a femmina deponente va da un minimo di 89 ad un massimo di 167 giorni. La durata della preovideposizione registrata su *L. occidentalis* nei nostri studi è simile a quella osservata da *A. tristis* su *Cucumis melo* L. (65 giorni a

26°C; 16:8 L:D) (BONJOUR *et al.*, 1993), ma è più lunga della preovideposizione di altri coreidi allevati ad una temperatura più alta di 3-4 °C (GRIMM E SORRIBA, 1999; KOLBERG *et al.*, BURGIO *et al.*, 1982; CUDA E DE LOACH, 1998; XIAO E FADAMIRO, 2009).

Nelle nostre condizioni di laboratorio, abbiamo registrato un periodo di ovideposizione di 32 giorni che è risultato più lungo rispetto a quello di *G. acuteangulatus* (22 giorni a 24 °C; BURGIO *et al.*, 1982), ma più corto dei 38 giorni osservati in *L. zonatus* a 25°C (XIAO E FADAMIRO, 2009).

Il numero medio di uova deposte dalle femmine deponenti di *L. occidentalis* sfarfallate in laboratorio è stato di 62 per femmina, mentre per le femmine provenienti dal campo è stata di 98 uova; nonostante queste ultime potrebbero aver ovideposto in campo anche prima della cattura, ciò fa riflettere su come le condizioni di allevamento rallentano il potenziale riproduttivo dell'insetto. Il che mette in luce ancora una volta una notevole difficoltà nell'allevamento dei coreidi in laboratorio.

Dati sui ritrovamenti delle forme giovanili e delle uova ci hanno permesso di studiare più approfonditamente il ciclo biologico di *L. occidentalis* e individuare quante generazioni riesce a completare; trattandosi di una specie omodinama, non si può escludere che essa possa compiere più di una generazione annua in Italia.

Le uniche uova ritrovate risalgono a uova deposte in estate su una località di montagna superiore a 1400 m s.l.m. dove, attraverso rilievi di campo e il calcolo delle somme termiche si è stimata una sola generazione; è stato, inoltre, osservato qualche accoppiamento senza ovideposizione oppure qualche ovideposizione tardiva alla fine di agosto. Invece, in una località di pianura il ritrovamento di una ninfa di II età ai primi di giugno, fa ipotizzare un'ovideposizione precoce ai primi di aprile, per cui la seconda generazione inizierebbe alla prima metà di agosto completandosi alla fine di ottobre; purtroppo tale ipotesi non è supportata da altre catture. Nel caso studio di collina (Montagna Grande, TP) la seconda generazione inizierebbe nella seconda metà di agosto, ma si arresterebbe ai primi di novembre perché le temperature sono al di sotto della soglia minima per lo sviluppo degli individui.

Tali stime sembrano in contrasto con quanto riportato in Toscana negli impianti di *P. pinea* costieri dove *L. occidentalis*, tra l'inizio di marzo e la seconda decade di agosto, dimostra, attraverso rilievi effettuati sia in laboratorio che in campo, di svolgere due generazioni complete e di dare inizio ad una terza che tuttavia non troverà più le

condizioni favorevoli per completarla (SANTINI, 2009). Con lo stesso metodo delle somme termiche da noi adottato e descritto dettagliatamente nel Cap. 3, tre generazioni sono state stimate per *L. occidentalis* a Lignano (UD), senza però considerare alcun periodo di preovideposizione (BERNARDINELLI *et al.*, 2006).

I risultati da noi raggiunti sono più in linea con quelli registrati per altri coreidi che, come *G. acuteangulatus*, completano una sola generazione all'anno (GENDUSO E MINEO, 1974), iniziando l'ovideposizione su piante di nocciolo nei primi di maggio, o come *A. tristis* che depone su cucurbitacee dai primi di giugno fino a metà agosto (NECHOLS, 1987).

Le osservazioni di laboratorio sulla differente alimentazione indicano che *Pinus halepensis* e *P. pinea* provvedono a fornire una maggiore sopravvivenza e una maggiore velocità nello sviluppo di neanidi e ninfe rispetto a *Pseudotsuga menziesii*. Durante lo sviluppo degli stadi preimmaginali, i germogli sono essenziali per raggiungere la neanide di II età; la presenza contemporanea di strobili, germogli e pinoli di *P. pinea* sono invece essenziali per raggiungere lo stadio di adulto. KOERBER (1963) ha dimostrato che i semi sono una parte necessaria della loro dieta in quanto, dall'esposizione di ninfe di II età e di adulti su branche di *P. menziesii* senza pigne, gli insetti morivano dopo soli 7 o 14 giorni. Semi di *P. pinea* costituiscono per la specie una importante fonte di nutrimento e di energia, soprattutto per il loro elevato contenuto in grassi, proteine e svariati elementi minerali (SANTINI, 2009; NERGIZ E DONMEZ, 2004).

Le osservazioni sull'alimentazione degli stadi giovanili di *L. occidentalis* indicano che questi utilizzano e pungono le foglie delle conifere più intensamente nei primi stadi di sviluppo rispetto agli stadi più avanzati; neanidi appena sgusciate di *G. acuteangulatus* sono state osservate pungere anche foglie di varie piante spontanee (GENDUSO E MINEO, 1974).

Alla luce dei risultati raggiunti con i biosaggi, effettuati con neanidi di I età di *L. occidentalis*, si può ipotizzare che esistono alcuni composti che inducono aggregazione intraspecifica. Ulteriori studi sono necessari per studiare la composizione chimica degli estratti e individuare le sostanze da provare in indagini successive di semi-campo. È interessante far notare come il presente studio potrebbe portare ad una nuova metodica per il monitoraggio delle forme giovanili della cimice.

In Sicilia, dopo due anni di rilievi in campo ed esposizioni di ovature sentinella, nessun parassitoide è sfarfallato dalle uova di *L. occidentalis*; un solo adulto

dell'eterottero è stato trovato con un uovo di tachinide. I parassitoidi di *L. occidentalis* finora registrati in altre aree d'Italia (BERNARDINELLI, 2003; SANTINI, 2009; CAMPONOGARA *et al.*, 2003; NICCOLI *et al.*, 2009) sono autoctoni (oofagi o parassitoidi di adulti), generalisti legati a specie anche di diversi ordini di insetti, quindi non specificamente associati a *L. occidentalis*; questo spiega il loro inconsistente livello di parassitizzazione.

Durante le ricerche svolte in Nord America nel 2010, dalle uova del coreide liberamente deposte in campo, il platigastride *Gryon pennsylvanicum* è stato l'unico parassitoide ottenuto in 6 località del British Columbia e in 3 della California; per gli USA risulta la prima segnalazione del parassitoide nota per *L. occidentalis*.

Il dato più saliente dei risultati esposti ci sembra la conferma, su base campionaria molto più ampia, che, in British Columbia, dove nel 2000-02 BATES E BORDEN (2004 e 2005) hanno condotto indagini sui parassitoidi oofagi del coreide, la specie predominante è *G. pennsylvanicum*. Questi risultati concordano anche sul fatto che sono stati trovati oofagi appartenenti agli stessi generi e probabilmente alle stesse specie da noi riscontrate.

I minimi livelli di parassitizzazione di *Ooencyrtus johnsoni*, per la prima volta segnalato su *Pinus monticola*, e di *Anastatus* sp. inducono a pensare che tali specie non trovino nella cimice l'ospite preferito. Per molte specie di *Ooencyrtus* infatti si pensa che siano strettamente correlate alla pianta su cui sono state trovate e meno all'insetto ospite.

La parassitizzazione di *G. pennsylvanicum* nelle prove con i sacchetti contenenti adulti di *L. occidentalis* è stata maggiore rispetto alle uova deposte naturalmente, facendo dedurre un'attrattività degli adulti di *L. occidentalis* nei confronti dei parassitoidi. In studi svolti in Giappone, si è dimostrato che lo stesso oofago utilizza segnali chimici provenienti dal maschio di *Leptoglossus australis* come kairomone per la ricerca delle uova dell'ospite; successivamente è stato spiegato come *G. pennsylvanicum* è attratto dal feromone maschile di *L. australis*, per cui provvede ad una maggiore parassitizzazione in prossimità dei maschi del coreide (YASUDA E TSURUMACHI, 1995; YASUDA, 1998).

La presenza di *G. pennsylvanicum* in quasi tutti i *seed orchards* ispezionati in Nord America suggerisce che questo Platygastriidae trovi in *L. occidentalis*, un ospite preferito. Questa considerazione appare ulteriormente confortata dall'utilizzo

dell'opercolo dell'eterottero che il parassitoide ha nel momento dello sfarfallamento; questo comportamento denota un notevole adattamento all'ospite.

La massima parassitizzazione di *G. pennsylvanicum* registrata nei *seed orchards* del British Columbia si ha da metà luglio a metà agosto. Dalle uova rinvenute dalle prove con i sacchetti, il livello di parassitizzazione è stato pari al 44,4%. Tali risultati appaiono in linea con quelli registrati dallo stesso parassitoide su uova di *A. tristis*: 31,4% in Kentucky (USA) nel luglio 2006 (DECKER E YEARGAN, 2008) e 42% nell'agosto del 1941 in North Carolina (SCHELL, 1943).

Gli adulti di *G. pennsylvanicum* sfarfallati da uova della cimice sono risultati in maggioranza femmine, la *sex ratio* in *G. pennsylvanicum* è notevolmente a favore di queste (cfr. Tab. 13); risultati confermati anche da NECHOLS *et al.*, (1989) dove femmine di *Gryon* hanno prodotto un'alta percentuale di progenie femminile.

*G. pennsylvanicum* appare un efficace antagonista naturale di *L. occidentalis* nel continente d'origine, ragion per cui è stato recentemente introdotto in laboratorio in Italia, e sono in corso prove di ovideposizione su eterotteri italiani, in vista di un suo futuro rilascio in pieno campo.

## AUTORI CITATI

**Abudulai M.B., Shepard M., Mitchel P.M.L., - 2001.** Parasitism and Predation on Eggs of *Leptoglossus phyllopus* (L.) (Hemiptera: Coreidae) in Cowpea: Impact of Endosulfan Sprays. *Journal of Agricultural and Urban Entomology*, 18(2): 105-115.

**Aldrich J.R., - 1988.** Chemical ecology of the Heteroptera. *Annual Review of Entomology*, 33: 311-338.

**Amaral-Filho B.F., - 1981.** Efeito das dietas naturais e de fatores ambientais na biologia de *Phthia picta* (Drury, 1770) sob condições de laboratório (Hemiptera, Coreidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 41: 845-853.

**Amaral-Filho B.F., 1986.** Observações sobre o ciclo biológico de *Crinocerus sanctus* (Fabricius, 1775) (Hemiptera; Coreidae) sob condições de laboratório. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 15: 5-18.

**Amaral-Filho B.F., Storti-Filho A., - 1976.** Estudos biológicos sobre *Leptoglossus gonagra* (Fabricius, 1775), (Coreidae, Hemiptera) em laboratório. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 5: 130-137.

**Amaral-Filho B.F., Cajueiro I.V.M., - 1977.** Observações sobre o ciclo biológico de *Veneza stigma* (Herbst, 1784) Osuna, 1975 (Hemiptera, Coreidae) em laboratório. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 6: 164-172.

**Arslangündođdu Z., Hiza E., - 2010.** The Western Conifer Seed Bug, *Leptoglossus occidentalis* (Heidemann 1910), recorded in Turkey (Heteroptera: Coreidae). *Zoology in the middle est*, 50: pp.

**Aukema B., Libeer R., - 2007.** Eerste waarneming van *Leptoglossus occidentalis* in Belgie. *Bulletin de la societe Royale Belge d'Entomologie*, 143.

**Bates S.L., - 2005.** Damage to common plumbing materials caused by overwintering *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: Coreidae). *Canadian entomologist*, 137(4): 492-496.

**Bates S.L., Borden J.H., - 2004.** Parasitoids of *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Heteroptera: Coreidae) in British Columbia. *Journal of the Entomological Society of British Columbia*, 101: 143-144.

**Bates S.L., Borden J.H., - 2005.** Life table for *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Heteroptera: Coreidae) and prediction of damage in lodgepole pine seed orchards. *Agricultural and Forest Entomology*, 7(2): 145-151.

**Bates S.L., Borden J.H., Kermode A.R., Bennett R.G., - 2000a.** Impact of *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: Coreidae) on Douglas-fir seed production. Journal of Economic Entomology, 93(5): 1444-1451.

**Bates S.L., Borden J.H., Savoie A., Blatt S.E., Lait C.G., Kermode A.R., Bennett R.G., - 2000b.** Impact of feeding by *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera : Coreidae) on the major storage reserves of mature Douglas-fir (Pinaceae) seeds. Canadian entomologist, 132(1): 91-102.

**Bates S.L., Lait C.G., Borden J.H., Kermode A.R., - 2002a.** Measuring the impact of *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) on seed production in lodgepole pine using an antibody-based assay. Journal of Economic Entomology, 95(4): 770-777.

**Bates S.L., Strong W.B., Borden J.H., - 2002b.** Abortion and seed set in lodgepole and western white pine conelets following feeding by *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae). Environmental-Entomology, 31(6): 1023-1029.

**Benassai D., Feducci M., Innocenti M., Capretti P., Tiberi R., - 2008.** Danni alla fruttificazione del pino domestico: indagine sulle cause e sulle perdite di produzione in Toscana. Linea Ecologica, XL(2): 59-64.

**Berànek J., - 2007.** First Records of *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Heteroptera: Pentatomorpha: Coreidae) in the Czech Republic. Plant Protection Science, 43(4): 165-168.

**Bernardinelli I., - 2003.** *Leptoglossus occidentalis* - cimice delle conifere - un indesiderato arrivo dall'America. Parco Pineta INFORMA, III(1).

**Bernardinelli I., Rovato M., Zandigiaco P., - 2006.** Life History and laboratory rearing of *Leptoglossus occidentalis*. IUFRO Working Party, Proceedings of the workshop 2006, Gmunden/Austria.

**Bernardinelli I., Zandigiaco P., - 2001.** *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Heteroptera, Coreidae): a conifer seed bug recently found in northern Italy. Journal of Forest Science, 47(2): 56-58.

**Bernardinelli I., Zandigiaco P., - 2002.** First record of conifer seed bug (*Leptoglossus occidentalis*) in Friuli-Venezia Giulia. Notiziario ERSa, 15(5): 44-46.

**Blatt S.E., - 1994.** An unusually large aggregation of the western conifer seed bug, *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: Coreidae), in a man-made structure. Journal of the Entomological Society of British Columbia, 91: 71-72.

**Blatt S.E., Borden J.H., - 1996.** Evidence for a male-produced aggregation pheromone in the western conifer seed bug, *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Hemiptera: Coreidae). Canadian Entomologist, 128(4): 777-778.

**Blatt S.E., Borden J.H., Pierce H.D.Jr., Gries R., Gries G., - 1998.** Alarm pheromone system of the western conifer seed bug, *Leptoglossus occidentalis*. Journal of Chemical Ecology, 24(6): 1013-1031.

**Blum M.S., - 1981.** Chemical defenses of arthropods. New York Academic: 562 pp.

**Bonjour E.L., Fargo W.S., - 1989.** Host effects on the survival and development of *Anasa tristis* (Heteroptera: Coreidae). Environmental Entomology, 18: 1083-1085.

**Bonjour E.L., Fargo W.S., Al-Obaidi A.A., Payton M.E., - 1993.** Host Effects on Reproduction and Adult Longevity of Squash Bugs (Heteroptera: Coreidae). Environmental Entomology, 22(6): 1344-1348.

**Burgio G., Genduso P., Mineo G., - 1982.** Difesa del nocciolo dagli artropodi dannosi: XV. Influenza della temperatura sull'ovideposizione e sulla durata della vita di *Gonocerus acuteangulatus* (Goeze). Redia 65: 259-284.

**Burks B.D., - 1979.** Family Eupelmidae, p. 878-889. In: K.V. Krombein, P.D. Hurd, Jr., D.R. Smith, B.D. Burks, Catalog of Hymenoptera in America North of Mexico Vol. 1, Smithsonian Institute Press, Washington, DC.

**Burks B.D., - 1972.** The genus *Hexacladia* Ashmead (Hymenoptera: Encyrtidae). Proceedings of the Entomological Society of Washington, 74(4): 369.

**Bussotti F., - 1997.** Il pino domestico, *Pinus pinea* L. (Famiglia Pinaceae) – Sherwood, Foreste ed alberi oggi, 28: 31-34.

**Campbell B.C., Shea P.J., - 1990.** A simple staining technique for assessing feeding damage by *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Hemiptera: Coreidae) on cones. Canadian Entomologist, 122(9-10): 963-968.

**Camponogara P., Festi M., Battisti A., - 2003.** La cimice dei semi americana: un ospite indesiderato delle nostre conifere. Vita in Campagna, 7-8: 49.

**Cibrian-Tovar D.B., Hebel B.H., Yates H.O., Mendez-Montiel J.T., - 1986.** Cone and seed insects of the Mexican conifers. USDA Forest Science, Southeastern Forest Experiment Station, Asheville, North Carolina: 110pp.

**Colazza S., Giangiuliani G., Bin F., - 1996.** Fortuitous Introduction and Successful Establishment of *Trichopoda pennipes* F.: Adult Parasitoid of *Nezara viridula* (L.). *Biological Control*, 6: 409-411.

**Connelly A.E., Schowalter T.D., - 1991.** Seed losses to feeding by *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) during two periods of second-year cone development in western white pine. *Journal of Economic Entomology*, 84(1): 215-217.

**Cuda J.P., DeLoach C.J., - 1998.** Biology of *Mozena obtuse* (Hemiptera: Coreidae), a Candidate for the Biological Control of Mesquite, *Prosopis* spp. (Fabaceae). *Biological Control*, 13(2): 101-110.

**Dapporto L., Baracchi D., Roversi P.F., Turillazzi S., - 2009.** Composti polari e apolari dell'epicuticola di *Leptoglossus occidentalis*. *Proceedings of XXII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia* (Ancona, 15-18 Giugno 2009), Firenze, Accademia Nazionale Italiana di Entomologia: 172.

**De Santis L., - 1979.** Catálogo de los himénopteros calcidoideos de América al sur de los Estados Unidos. *Publicación Especial Comisión de Investigaciones Científicas Provincia de Buenos Aires*: 218pp.

**Decker K.B., Yeargani K.V., - 2008.** Seasonal Phenology and Natural Enemies of the Squash Bug (Hemiptera: Coreidae) in Kentucky. *Environmental Entomology*, 37(3): 670-678.

**Dusoulier F., Lupoli R., Aberlenc H.P., Streito J.C., - 2007.** L'invasion orientale de *Leptoglossus occidentalis* en France: biland de son extension biogeographique en 2007. *L'entomologiste Tome*, 63(6): 333-338.

**Essig E.O., - 1926.** *Insects of Western North America*. New York: The Macmillam Company: 1035 pp.

**Fontaine A.R., Olsen N., Ring R.A., Singla C.L., - 1991.** Cuticular metal hardening of mouthparts and claws of some forest insects of British Columbia. *Journal of the Entomological Society of British Columbia*, 88: 45-55.

**Froeschner R.C., - 1988.** Family Coreidae Leach. In: T.J. Henry, R.C. Froeschner, E.J. Brill, *Catalog of the Heteroptera or true bugs of Canada and the Continental United States*, New York: 958 pp.

**Fucarino A., Millar J.G., McElfresh J.S., Colazza S., - 2004.** Chemical and physical signals mediating conspecific and heterospecific aggregation behavior of first instar stink bugs. *Journal of chemical ecology*, 30(6): 1257-1269.

**Gall W.K., - 1992.** Further eastern range extension and host records of *Leptoglossus occidentalis* well documented dispersal of a household nuisance. Great Lakes Entomologist, 25(3): 159-171.

**Genduso P., Mineo G., - 1970.** Difesa del nocciolo dagli artropodi dannosi: IV. L'allevamento permanente in laboratorio del *Gonocerus acuteangulatus* (Goeze). Bollettino dell'Istituto di Entomologia Agraria e dell'Osservatorio di Fitopatologia di Palermo, VIII (1970/73): 127-133.

**Genduso P., Mineo G., - 1974.** Difesa del nocciolo dagli artropodi dannosi: X. Ricerche bio-etologiche sul *Gonocerus acuteangulatus* (Goeze). Bollettino dell'Istituto di Entomologia Agraria e dell'Osservatorio di Fitopatologia di Palermo, IX (1974/76): 23-52.

**Gogala A., - 2003.** Listnozka (*Leptoglossus occidentalis* Heidemann ) ze v Sloveniji. Acta Entomologica Slovenica 11(2): 189-190.

**Gordh G., - 1979.** Encyrtidae, p. 890-967. In: K.V. Krombein, P.D. Hurd, Jr., D.R. Smith, B.D. Burks, Catalog of Hymenoptera in America North of Mexico Vol. 1, Smithsonian Institute Press, Washington, DC.

**Grimm C., Somarriba A., - 1990.** Suitability of physic nut (*Jatropha curcas* L.) as single host plant for the leaf-footed bug *Leptoglossus zonatus* Dallas (Het., Coreidae). Journal of Applied Entomology, 123: 347-350.

**Guennelon G., - 1967.** L'alimentation artificielle des insectes. Revue zool. agric. appl., 1-3: 21-28.

**Harmat B., Kondorosy E., Rédei D., - 2006.** First occurrence of the Western Conifer seed bug (*Leptoglossus occidentalis* Heidemann) in Hungary (Heteroptera:Coreidae). Növényvédelem, 42(9): 491-494.

**Hedlin A.F., Yates H.O., Cibrian-Tovar D.B., Ebel B.H., Koerber T.W., Merkel E.P., - 1981.** Cone and seed insects of North American Conifers. Environmental Canada, Ottawa - US Department of Agricultura Washington D.C. and Universidad Autonoma Chapingo – Mexico: 122pp.

**Heiss E., Baez M., - 1990.** A preliminar catalog of the Heteroptera of the Canary Islands. Vieraea, 18: 281-315.

**Hradil K., - 2008.** *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae), nova introdukovana vrsta u fauni Crne Gore . Acta Entomologica Serbica 13(1/2): 77-79.

**Innocenti M., Tiberi R., - 2002.** Cone and seed pests of *Pinus pinea* L. in Central Italy. Redia, 85: 21-28.

**Katovich S.A., Kulman H.M., - 1987.** *Leptoglossus corculus* and *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: Coreidae) attacking red pine, *Pinus resinosa*, cones in Wisconsin and Minnesota. Great Lakes Entomologist, 20(3): 119-120.

**Kegley S., Campbell N., - 1997.** Cone and Seed Insects affecting Whitebark Pine. Nutcrackernotes, 8(May 30).

**Kegley S., Sturdevant N., Stein J., Willhite B., Flanagan P., Weatherby J., Marsden M., - 2001.** Cone and seed insects and their impact on whitebark pine. Forest Health Protection Report Northern Region, USDA Forest Service, 1(6): 13 pp.

**Kment P., Baňář P., - 2007.** Vroubenka americka pred branami (The west conifer seed bug at the Gate). Ziva, 5: 221.

**Koerber T.W., - 1963.** *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera, Coreidae), a newly discovered pest of coniferous seed. Annals of the Entomological Society of America, 56(26): 229-234.

**Kolberg R., Redaelli L.R., Canto-Silva C.R., Idalgo T.N., - 2009.** Biologia de *Holhymenia rubiginosa* (Breddin) (Hemiptera: Coreidae) em *Passiflora alata* Curtis (Passifloraceae). Neotropical Entomology, 38(6).

**Krugman S.L., Koerber T.W., - 1969.** Effect of Cone Feeding by *Leptoglossus occidentalis* on Ponderosa Pine Seed Development. Forest Science, 15(1): 104-111.

**Lait C.G., Bates S.L., Kermode A.R., Morrissette K.K., Borden J.H., - 2001.** Specific biochemical marker-based techniques for the identification of damage to Douglas-fir seed resulting from feeding by the western conifer seed bug, *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Hemiptera: Coreidae). Insect Biochemistry and Molecular Biology, 31(6/7): 739-746.

**Leal W.S., Panizzi A.R., Niva C.C., - 2004.** Alarm pheromone system of leaf-footed bug *Leptoglossus zonatus* (Heteroptera: Coreidae). Journal of Chemical Ecology, 20(5): 1209-1216.

**Lis J.A., Lis B., Gubernator J., - 2008.** Zootaxa, 1740: 66-68.

**Maltese M., Caleca V., Carapezza A., - 2009.** Primi reperti in Sicilia su diffusione e biologia di *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Heteroptera: Coreidae), cimice americana dei semi delle conifere. Atti del Terzo Congresso Nazionale di

Selvicoltura per il miglioramento e la conservazione dei boschi italiani, 16-19 ottobre 2008, Taormina (ME) Vol. III: 1413-1418.

**Malumphy C., Reid S., - 2007.** Non-native Heteroptera associated with imported plant material in England. *Het news*, 10: 2-4.

**Marchiori C.H., Oliveira da S. A.M., Costa M.C.R., - 2002.** First record of occurrence of the parasitoid *Brasema* sp. (Hymenoptera: Eupelmidae) in eggs of *Leptoglossus zonatus* (Dallas, 1852) (Hemiptera: Coreidae) in Brazil. *Ciencia Rural*, 32(6): 1067-1068.

**Masner L., - 1961.** The genera *Gryon* Hal., *Idris* Foerst and *Hemisius* Westw. (Hym. Scelionidae). *Acta Societatis Entomol. Cechosl.*, 58: 157-168.

**Masner L., - 1983.** A revision of *Gryon* Haliday in North America (Hymenoptera: Proctoproidea: Scelionidae). *The Canadian Entomologist*, 115: 123-174.

**McPherson J.E., Packauskas R.J., Taylor S.J., O'Brien M.F., - 1990.** Eastern range extension of *Leptoglossus occidentalis* with a key to *Leptoglossus* species of America north of Mexico. *Great Lakes Entomologist*, 23(2): 99-104.

**Miller N.C.E., - 1971.** Coreidae Leach 1815. In "The Biology of the Heteroptera". Second Edition E.W. Classey LTD: 63-68.

**Mineo G., Caleca V., - 1987.** Remarks on the species of *Gryon* Haliday of the *Florudanum*-group with description of a new species (Hym. Proctotrupoidea: Scelionidae). *Phytophaga*, 2: 31-40.

**Mitchell P.L., - 2000.** Leaf footed bugs (Coreidae). In "Heteroptera of Economic Importance". Scafer C.W. and Panizzi A.R., CRC Press Boca Raton, Florida: 828 pp.

**Mitchell P.L., Mitchell F.L., - 1983.** Range extensions of *Leptoglossus fulvicornis* with observations on egg parasitism. *Southwestern Entomologist*, 8: 150-153.

**Mitchell P.L., Mitchell F.L., - 1986.** Parasitism and predation of leaf-footed bug (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae) eggs. *Annals of the entomological society of America*, 79(6): 854-859.

**Mitchell P.L., Paysen E.S., Muckenfuss A.E., Schaffer M., Shepard B.M., - 1999.** Natural Mortality of Leaf-footed Bug (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae) Eggs in Cowpea. *Journal of Agricultural and Urban Entomology*, 16(1): 25-36.

**Moulet P., - 1995.** Hemipteres Coreoidea: Euro-Mediterraneens. *Faune de France*, 81: 336pp.

**Moulet P., - 2006.** The new Coreide in France: *Leptoglossus occidentalis*. Entomologiste (Paris), 62(5-6):183-184.

**Nechols J.R., - 1987.** Voltinism, Seasonal Reproduction, and Diapause in. the Squash Bug (Heteroptera: Coreidae) in Kansas. Environmental Entomology, 1(16): 269-273.

**Nechols J.R., Tracy J.L., Vogt E.A., - 1989.** Comparative ecological studies of indigenous egg parasitoids (Hymenoptera: Scelionidae; Encyrtidae) of the Squash bug, *Anasa tristis* (Hemiptera: Coreidae). Journal of the Kansas Entomological Society, 62(2): 177-188

**Nergiz C., Donmez I., - 2004.** Chemical composition and nutritive value of *Pinus pinea* L.. Food Chemistry 86: 365-368.

**Niccoli A., Benassai D., Croci F., Roversi P.F., - 2009.** *Anastatus bifasciatus* ooparassitoide di *Leptoglossus occidentalis*. Proceedings XXII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Ancona 15-18 Giugno 2009: 337.

**Packauskas R.J., - 1994a.** Key to the subfamilies and tribes of the new world coreidae (Hemiptera), with a checklist of published keys to genera and species. Proceedings of the Entomological Society of Washington, 1(96): 44-53.

**Packauskas R.J., - 1994b.** A revision of the Tribes Acanthocephalini, Anisoscelini, and Leptoscelidini (Heteroptera; Coreidae: Coreinae). Unpublished Doctoral Dissertation, Univ. CT, Storrs, CT, 341 pp.

**Packauskas R.J., Schaefer C.W., - 2001.** Clarification of some taxonomic problems in anisoscelini and leptoscelini (Hemiptera: Coreidae: Coreinae). Proceedings of the Entomological Society of Washington, 103(1): 249-256.

**Panizzi A.R., - 1997.** Wild hosts of pentatomids: Ecological Significance and Role in Their Pest Status on Crops. Annual Review of Entomology, 42: 99-122.

**Panizzi, AR., - 1989.** Desempenho de ninfas e adultos de *Leptoglossus zonatus* (Dallas, 1852) (Hemiptera: Coreidae) em diferentes alimentos. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 18: 375-389.

**Pavari A., - 1954.** Pino domestico (*Pinus pinea* L.). Monti e boschi, 10: 543-547.

**Protic J., - 2008.** *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Heteroptera: Coreidae) in Serbia. Acta Entomologica Serbica, 13(1/2): 81-84.

**Rabitsch W., Heiss E., - 2005.** *Leptoglossus occidentalis* HEIDEMANN, 1910, an American Adventivart also discovered in Austrian (Heteroptera: Coreidae). Berichte des Naturwissenschaftlich Medizinischen Vereins in Innsbruck, 92: 131-135.

**Rappaport N.G., Haverty M.I., Shea P.J., Sandquist R.E., - 1994.** Efficacy of esfenvalerate for control of insects harmful to seed production in disease-resistant western white pines. Canadian Entomologist, 126(1): 1-5.

**Ribes J., Escola O., - 2005.** *Leptoglossus occidentalis* Heidemann 1910, Hemiptera nearctic trobat a Catalunya (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae). Resums Sessio Conjunta d'Entomologia 13 (2203): 47-50.

**Rice R.E., Uyemoto J.K., Ogawa J.M., Pemberton W.M., - 1985.** New findings on pistachio problems. California Agriculture, 39(1/2): 15-18.

**Ridge O'-Connor G.E., - 2001.** Distribution of the western conifer seed bug, *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Heteroptera: Coreidae) in Connecticut and parasitism by a tachinid fly, *Trichopoda pennipes* (F.) (Diptera: Tachinidae). Proceedings of the Entomological Society of Washington. 103(2): 364-366.

**Rodrigues D., Duarte L.S., Moreira G.R.P., - 2007.** Performance consequences of food mixing in two passion vine leaf-footed bugs, *Holymeria clavigera* (Herbst, 1784) and *Anisoscelis foliacea marginella* (Dallas, 1852) (Hemiptera; Coreidae). Brazilian Journal of Biology, 67(1): 91-99.

**Santini L., - 2009.** La cimice americana delle conifere (*Leptoglossus occidentalis* Heidemann) (Heteroptera: Coreidae) e fruttificazione del pino domestico. I Geogofili. Quaderni 2009 - IV, Sezione Centro Ovest, Pisa: 15-36.

**Saporito L., - 1995.** Aspetti della fruttificazione del *Pinus pinea* L. nei rimboschimenti presenti in Sicilia. Sviluppo Agricolo, XXIX(3-4): 39-44.

**Schaffner J.C., - 1967.** The occurrence of *Theognis occidentalis* to the Mid western United States. Journal of the Kansas Entomological Society, 40: 141-142.

**Schell S.C., - 1943.** The biology of *Hadronotus ajax* Girault (Hymenoptera: Scelionidae), a parasite in the eggs of squash-bug (*Anasa tristis* De Geer). Annals of the Entomological Society of America, 36: 625-365.

**Schwalter T.D., - 1994.** Cone and seed insect phenology in a Douglas-fir seed orchard during three years in western Oregon. Journal of Economic Entomology, 87(3): 758-765.

**Schwalter T.D., Sexton J.M., - 1990.** Effect of *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) on seed development of Douglas-fir at different times during the growing season in Western Oregon. *Journal of Economic Entomology*, (83)4: 1485-1486.

**Snapp O.I., - 1948.** Sucking insects causing deformed peaches. *Journal of Economic Entomology*, 41(4): 555-557.

**Stichel W., - 1962.** Illustrierte Bestimmungstabellen der Europäischen Wanzen (Hemiptera, Heteroptera europaea). Band Selbstverlag, Berlin-Hermsdorf: 1-4.

**Strong W.B., Bates S.L., Stoehr M.U., - 2001.** Feeding by *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: Coreidae) reduces seed set in lodgepole pine (Pinaceae). *Canadian-Entomologist*, 133(6): 857-865.

**Strong W.B., - 2006.** Seasonal changes in seed reduction in lodgepole pine cones caused by feeding of *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: Coreidae). *Canadian Entomologist*, 138: 888-896.

**Taylor S.J., Tescari G., Villa M., - 2001.** A nearctic pest of Pinaceae accidentally introduced into Europe: *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in Northern Italy. *Entomological News*, 112(2): 101-103.

**Tescari G., - 2001.** *Leptoglossus occidentalis*, coreide neartico rinvenuto in Italia – (Heteroptera, Coreidae). *Società Veneziana di Scienze Naturali, Lavori*, 26: 3-5.

**Tescari G., - 2004.** First record of *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in Croatia. *Entomologia Cromatica*, 8(1/2): 73-75.

**Vicidomini S., Pignataro C., - 2007.** *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Heteroptera: Coreidae) in provincia di Salerno (Italia meridionale). *Il Naturalista Campano*, 35: 1-5.

**Villa M., Tescari G., Taylor S.J., - 2001.** New data about the Italian presence of *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera Coreidae). *Bollettino della Società Entomologica Italiana*, 133(2): 103-112.

**Werner D.J., - 2006.** *Heteropteron*, 23: 38.

**Wheeler A.G., - 1992.** *Leptoglossus occidentalis* a new conifer pest and household nuisance in Pennsylvania. *Reg. Hort. V.*, 18: 29-30.

**Wheeler A.G.Jr., Miller G.L., - 1990.** *Leptoglossus fulvicornis* (Heteroptera: Coreidae), a specialist on magnolia fruits: seasonal history, habits, and descriptions of immature stages. *Annals of the Entomological Society of America*, 83(4): 753-765.

**Xiao Y., Fadamiro H.Y., - 2009.** Host Preference and Development of *Leptoglossus zonatus* (Hemiptera: Coreidae) on Satsuma Mandarin. Journal of Economic Entomology, 102(5): 1908-1914.

**Yasuda K., - 1990.** Ecology of the leaf footed plant bug, *Leptoglossus australis* Fabricius (Hemiptera: Coreidae) in the sub-tropical region of Japan. Tropical Agricultural Research Series 23: 229-238.

**Yasuda K., - 1998.** Function of the Male Pheromone of the Leaf-Footed Plant Bug, *Leptoglossus australis* (Fabricius) (Heteroptera:Coreidae) and Its Kairomonal Effect. Japan Agricultural Research Quarterly, 32(3).

**Yasuda K., Tsurumachi M., - 1995.** Influence of Male Adults of the Leaf-Footed Plant Bug, *Leptoglossus australis* (FABRICIUS) (Heteroptera: Coreidae), on Host-Searching of the Egg Parasitoid, *Gryon pennsylvanicum* (ASHMEAD) (Hymenoptera: Scelionidae). Applied Entomology and Zoology, 30(1): 139-144.

**Yasuda K., Tsurumachi M., - 1995.** Influence of Male Adults of the Leaf-Footed Plant Bug, *Leptoglossus australis* (FABRICIUS) (Heteroptera: Coreidae), on Host-Searching of the Egg Parasitoid, *Gryon pennsylvanicum* (ASHMEAD) (Hymenoptera: Scelionidae). Applied entomology and zoology, 30(1): 139-144.

**Yoshimoto C.M., - 1977.** A new species *Ooencyrtus leptoglossi* (Hymenoptera: Chalcidoidea, Encyrtidae) reared from eggs of *Leptoglossus corculus* (Hemiptera: Coreidae). Canadian Entomologist, 109(7): 1009-1012.

**2010** - Demanio Forestale di Monte Lauro, pubbl. elettr., [http://-www.isaporidiscilia.com/demani/montelauro/ildemanio.htm](http://www.isaporidiscilia.com/demani/montelauro/ildemanio.htm).

## RINGRAZIAMENTI

Per identificazione di *Ooencyrtus johnsoni* al dott. Emilio Guerrieri.

Per i preziosi consigli durante le prove di aggregazione delle neanidi di I età al dott. Salvatore Guarino e al prof. Stefano Colazza.

Per la raccolta degli esemplari al prof. Bruno Massa, al dott. Roberto Rizzo, al dott. Rocco Lo Duca, al dott. Tommaso La Mantia, al prof. Haralabos Tsolakis, ai dott. Ernesto Ragusa, Giulio Perricone, Massimo Cannata, e al sig. Dario Garretta; per le puntuali ricerche bibliografiche alla dott.ssa Antonella Blanda; per altre utili informazioni sulla diffusione del coreide in Sicilia al prof. Silvio Fici, al dott. Sebastiano Cullotta e al sig. Salvatore Zafarana.

Per la revisione in inglese di una pubblicazione presentata al Terzo congresso di Selvicoltura, al prof. Attilio Carapezza.

Per aver messo a nostra disposizione i locali per la ricerca degli insetti all'Agriturismo Terravecchia di Castellana Sicula (PA) e al vivaio di Piano Noce di Polizzi Generosa (PA).

Per la collaborazione sul progetto PINITALY con il CRA di Firenze e per aver finanziato parte della trasferta nell'isola di Vancouver (British Columbia) per la ricerca di uova di *L. occidentalis* a Pio Federico Roversi.

Per averci fornito i pinoli durante l'allevamento della cimice alla ditta "Azienda di lavorazione pine e pinoli" di Garretta Mario.

A tutto il personale del Kalamalka Forestry Center (B.C. Ministry of Forests) di Vernon (Canada) e agli operai dei seed orchards per avermi garantito, durante il periodo di ricerca svolto in quella zona, ospitalità e disponibilità dei campi di sperimentazione, e per avermi fornito materiale e attrezzature di laboratorio per le sperimentazioni eseguite; per i preziosi consigli e l'ospitalità nel corso della permanenza in Canada a Ward Strong, Greg e Khiran O'Neill e Jacqueline McPhee.

All'Università degli Studi di Palermo che mi ha dato l'occasione per un ulteriore arricchimento culturale, scientifico, sociale e linguistico.