



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SASSARI

SCUOLA DI DOTTORATO DI RICERCA
Scienze e Biotecnologie
dei Sistemi Agrari e Forestali
e delle Produzioni Alimentari



Indirizzo: Monitoraggio e controllo degli ecosistemi
forestali in ambiente mediterraneo

Ciclo XXVI

Problematiche entomologiche dell'eucalipto in Sardegna
e monitoraggio del fitofago di nuova introduzione
Psilla lerp (Glycaspis brimblecombei)

dr. Franco Buffa

*Direttore della Scuola
Referente di Indirizzo
Docente Guida*

prof.ssa Alba Pusino
prof. Ignazio Floris
prof. Ignazio Floris

Anno accademico 2012- 2013

INDICE

1. INTRODUZIONE	4
2. CONTESTO REGIONALE DELL'EUCALIPTO	
2.1 Diffusione, vocazione e utilizzi	5
2.2 Distribuzione piantagioni <i>Eucalyptus</i> spp. in Sardegna	7
3. PSILLA LERP: <i>Glycaspis brimblecombei</i>	
3.1 Descrizione	9
3.2 Biologia	10
3.3 Il caratteristico lerp	14
3.4 Il <i>Psyllaephagus bliteus</i> Rieck	17
3.5 Danni	18
3.6 Infestazione in Sardegna	19
3.7 Tecniche di difesa	19
4. PARTE SPERIMENTALE	
4.1 Aree di studio	20
4.2 Materiali e metodi	
4.2.1 <i>Tecniche di monitoraggio</i>	22
4.2.2 <i>Tecniche statistiche</i>	27
4.3 Risultati	27
4.3.1 <i>Uova</i>	27
4.3.2 <i>Stadi giovanili</i>	29
4.3.3 <i>Adulti</i>	30
4.3.4 <i>Rilievi sul parassitoide</i>	32
4.3.5 <i>Ninfe morte</i>	37
5. ALTRI RILIEVI SULL'ENTOMOFAUNA DANNOSA	
5.1 Imenotteri Eulofidi	
5.1.1 <i>Descrizione</i>	39
5.1.2 <i>Materiali e metodi</i>	41
5.1.3 <i>Risultati</i>	42
5.2 <i>Blastophylla occidentalis</i>	45
5.3 <i>Polydrusus parallelus</i>	48
5.4 <i>Gonipterus</i> sp.	51
5.5 Coleotteri Cerambicidi	52
6. IMPATTO SULLA PRODUZIONE MELLIFERA	
6.1 Introduzione	53
6.2 Aspetti metodologici	54
6.3 risultati delle osservazioni	56
6.4 Aspetti tecnici	60

Franco Buffa

Problematiche entomologiche dell'eucalipto in Sardegna e monitoraggio del fitofago di nuova introduzione Psilla lerp (*Glycaspis brimblecombei*) Tesi di dottorato in Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari, Indirizzo "Monitoraggio e controllo degli ecosistemi forestali in ambiente mediterraneo" Università degli Studi di Sassari

6.5 Aspetti produttivi	63
6.6 Alcuni dati analitici sui mieli	65
6.1.1 Colore	65
6.1.2 Analisi pollinica	66
7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	68
8. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	70

1. INTRODUZIONE

La psilla *Glycaspis brimblecombei* (Moore, 1964) (*Hemiptera: Aphalaridae*), nota come Psilla lerp dell'eucalipto, è considerata a livello internazionale come il più importante fitofago degli eucalipti.

L'insetto, la cui presenza è stata segnalata in Italia nel 2010, si è diffuso con grande rapidità in tutta la Sardegna e nel corso del 2011 la pullulazione ha assunto dimensioni notevoli, dando luogo a condizioni di emergenza fitosanitaria per l'eucalipto.

Tale criticità è stata affrontata anche nell'ambito di un "Tavolo tecnico regionale per la difesa fitosanitaria delle piante forestali" (TTDF), istituito presso l'Assessorato Difesa dell'Ambiente - Servizio Tutela del suolo e politiche forestali della Regione Autonoma della Sardegna. In tale contesto, preso atto della problematica, a seguito delle sollecitazioni di varie categorie imprenditoriali turistiche (gestori di camping, residence, aree attrezzate) e degli apicoltori, è stato varato nel 2012 il Programma triennale di controllo biologico della psilla lerp dell'eucalipto *Glycaspis brimblecombei* e monitoraggio delle problematiche fitosanitarie dell'eucalipto in Sardegna che ha visto tra soggetti esecutori l'Università di Sassari - Dipartimento di Agraria – Sezione di Patologia Vegetale ed Entomologia Uniss-DA-SPACE (ex Dipartimento Protezione Piante) e AGRIS-Sardegna.

Lo scopo della presente ricerca è stato quello di indagare il complessivo stato fitosanitario dell'eucalipto in Sardegna, monitorando le popolazioni della psilla lerp e del relativo antagonista, l'imenottero parassitoide *Pshyllaephagus bliteus*, ed estendendo le osservazioni anche agli altri fitofagi secondari dell'eucalipto.

2. CONTESTO REGIONALE DELL'EUCALIPTO

2.1 Diffusione, vocazione e utilizzi

L'*Eucaliptus* (dal greco *Eu*=buono, *calyptus*=coperto di fiori) è un albero sempreverde appartenente alla famiglia delle *Myrtaceae*. Originario dell'Australia, è stato introdotto oltre due secoli fa in Europa. Al genere *Eucalyptus* appartengono circa 600 specie di alberi e arbusti sempreverdi. La specie più comune è l'*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.

In Sardegna, l'eucalipto è stato introdotto nel ventesimo secolo e utilizzato soprattutto come frangivento e, nelle zone paludose, per la bonifica idraulica. È molto comune in alcune zone dell'isola: Nurra, Oristanese, Sarrabus, Cagliari e Iglesiente.

Nell'isola si segnala la presenza di 8 specie appartenenti al genere *Eucalyptus* (Bacchetta *et al.* 2009).

Tab. I - Specie di eucalipto presenti in Sardegna (Bacchetta *et al.* 2009)

Specie di eucalipto in Sardegna
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh
<i>Eucalyptus botryoides</i> Sm.,
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.
<i>Eucalyptus gomphocephala</i> DC.
<i>Eucalyptus robusta</i> Sm.
<i>Eucalyptus rudis</i> Endl.
<i>Eucalyptus sideroxylon</i> A. Cunn. ex Wools
<i>Eucalyptus tereticornis</i> Sm.

Gli impieghi prevalenti delle specie di eucalipto riguardano l'uso farmacologico e fitoterapico dell'olio essenziale, l'utilizzo del legno come legna da opera o da ardere o per la fabbricazione della carta, l'allestimento di apprestamenti protettivi (frangiventi), per le bonifiche idrauliche nelle zone paludose e, infine, come pianta ornamentale e in floricoltura. La pianta è mellifera e viene utilizzata in apicoltura per produrre l'omonimo miele uniflorale.

In Sardegna, grazie alla sua velocità di accrescimento, in tempi più recenti, è stato coltivato soprattutto l'*E. camaldulensis* per ricavare legna da ardere e cellulosa. Si è adattato molto bene al clima dell'Isola, diventando una presenza familiare, anche se talvolta discussa.

A prescindere dalle sue funzioni protettive, svolte in alcuni contesti ambientali, gli obiettivi produttivi originari sono stati in parte disattesi e i risultati, talvolta deludenti, hanno caratterizzato le piantagioni realizzate soprattutto nella seconda metà del secolo scorso, portando a considerare gli impieghi energetici come una possibile collocazione del legname. Buona parte degli attuali popolamenti è costituita in stazioni non idonee, con incrementi legnosi molto modesti e con qualità di conseguenza non omogenee.

Oltre all'interesse forestale in *sensu stricto*, l'eucalipto, dato l'elevato interesse apistico, costituisce una delle risorse mellifere e pollinifere più importanti sia in ambiente mediterraneo che a livello mondiale. Produce fiori molto profumati e attrattivi per le api, soprattutto nel mese di luglio, nel caso specifico dell'*E. camaldulensis*, contribuendo alla produzione di notevoli quantità di miele uniflorale, molto apprezzato sul mercato.

In particolare, con l'avvento dell'apicoltura razionale in Sardegna, nel corso degli ultimi trent'anni, ha rappresentato una preziosa fonte mellifera estiva, consentendo di incrementare notevolmente le produzioni medie per alveare, al punto da incidere in misura preponderante, mediamente il 50%, sull'intera produzione sarda di miele.

Il potenziale mellifero teorico di questa pianta è stimato, in condizioni ottimali di coltivazione, in 200 Kg/ha. Pertanto il suo interesse economico, oltre che alla produzione di biomassa legnosa, stimabile prudenzialmente in almeno 4 milioni di € all'anno, è legato anche alla produzione mellifera, che potrebbe raggiungere potenzialmente i 10 mila q.li annui, per un corrispondente valore economico di circa 11 milioni di €/anno.

Sotto il profilo strettamente apistico, alla produzione di miele, va poi aggiunto il consistente apporto di polline, che oltre ad un potenziale valore commerciale destinato alla commercializzazione per uso umano come integratore alimentare, riveste un ruolo strategico dal punto di vista nutrizionale per le stesse api, grazie al suo elevato contenuto in sostanze azotate (circa il 27%), che rappresenta una fonte proteica fondamentale per lo sviluppo delle colonie di api.

Da non sottovalutare, infine, l'impiego non infrequente in Sardegna di questa pianta all'interno di parchi cittadini o aree attrezzate per la fruizione turistica.

2.2 Distribuzione piantagioni *Eucalyptus* spp. in Sardegna

L'estensione e la distribuzione delle piantagioni di *Eucalyptus* in Sardegna sono state finora poco indagate. Geminiani (1997) attribuiva all'isola una superficie intorno agli 8.000 ha, ma è presumibile che questo dato sia parziale e non consideri l'impiego diffuso di questa specie in piccole piantagioni e fasce frangivento, realizzate soprattutto a partire dagli anni '70 del secolo scorso, con l'acquisizione gratuita delle piantine da parte dei vivai forestali pubblici. Durante l'attività di ricerca sono state realizzate indagini di campo con raccolta di dati gps e interpolazione degli stessi con le cartografie esistenti (Carta Forestale, Carta d'uso del suolo e Carta della natura) che hanno consentito di definire la distribuzione dell'eucalipto in Sardegna. La superficie complessiva ammonterebbe, non considerando i filari e gli impianti inferiori all'ettaro, a circa 22.754 ha. A livello provinciale, Cagliari (8.452 ha) e Oristano (5.606) presentano le piantagioni più estese, mentre ad Olbia-Tempio si registra la minore superficie (32 ha) (Tab. II, Fig. 1).

Tab. II – Superfici investite ad eucalipto in Sardegna.

PROVINCE	PIANTAGIONI A <i>EUCALYPTUS</i> (HA)
Cagliari	8.452
Oristano	5.606
Medio Campidano	3.242
Sulcis Iglesiente	2.977
Ogliastra	1.355
Nuoro	764
Sassari	326
Olbia-Tempio	32
TOTALE	22.754

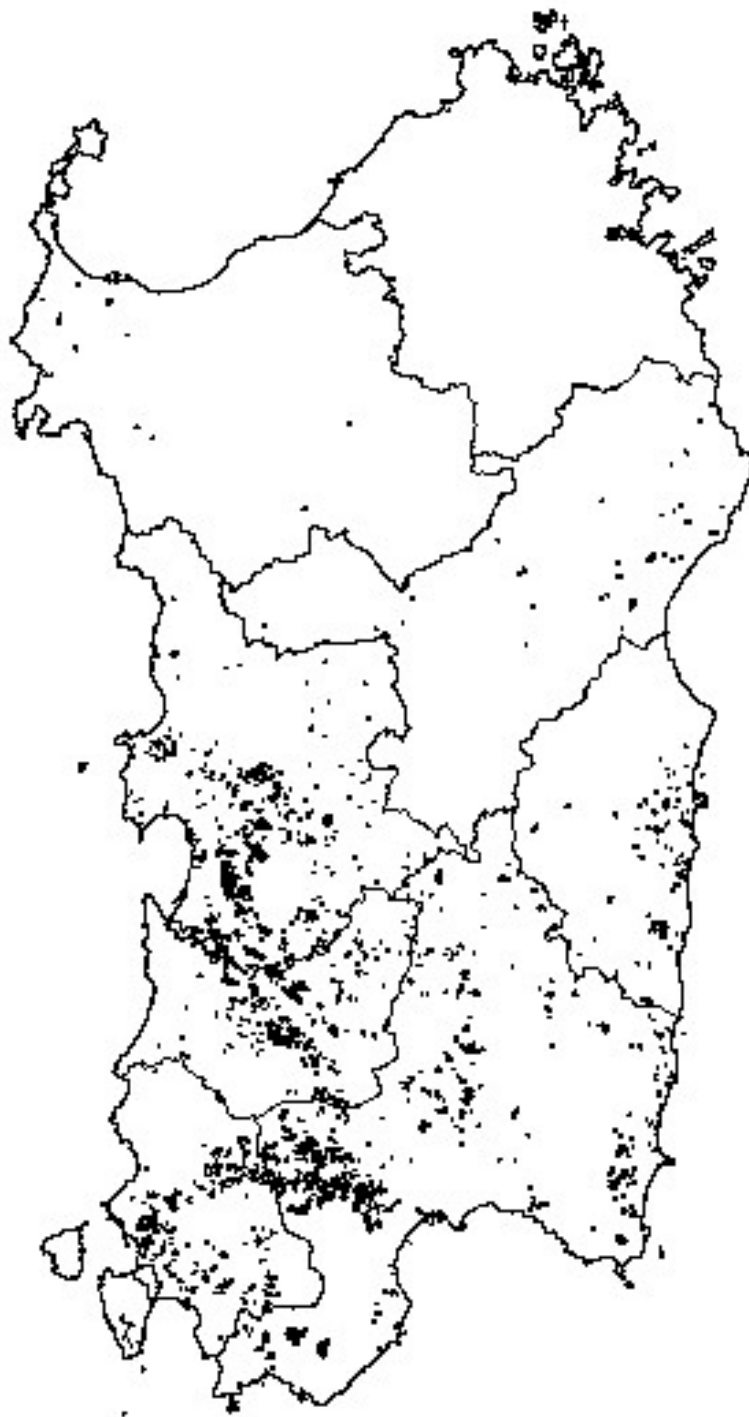


Fig. 1 – Distribuzione dell'eucalipto in Sardegna.

3. PSILLA LERP: *GLYCASPIS BRIMBLECOMBEI*

3.1 Descrizione

Il genere australiano *Glycaspis* Taylor appartiene alla famiglia *Aphalaridae* e include 137 specie descritte associate con specie di eucalipto (Hollis 2004; Burckhardt & Ouvrard 2012).

La *Glycaspis brimblecombei* (Moore, 1964) (*Hemiptera: Aphalaridae*), nota come Psilla lerp dell'eucalipto, è considerata a livello internazionale come il più importante fitofago degli eucalipti.

Originaria dell'Australia, è diventata specie invasiva nell'ultimo decennio in tutta l'Europa meridionale, in particolare nella Penisola iberica (Borrajo et al 2009; Prieto-Lillo et al 2009), in Italia (Laudonia e Garonna 2010; Garonna et al. 2011; Germinara et al. 2011; Lo Verde et al. 2011) e Sardegna (EPPO 2011).

Il primo rinvenimento al di fuori dell'areale di origine si è registrato in California (USA) nel mese di giugno del 1998 (Gill 1998; Brennan et al. 1999). In pochi anni, dal 2001 al 2008, *G. brimblecombei* è stato rilevato in Florida e Messico, Cile, Brasile, Argentina, Ecuador, Perù, Hawaii, Mauritius e Madagascar (Burckhardt et al 2008; Queiroz et al 2012, 2013.). Le sue modalità d'introduzione nelle nuove aree di colonizzazione sono sconosciute, anche se si ritiene che queste siano attribuibili ai traffici commerciali ed ai viaggi intercontinentali.

In lingua inglese la specie è conosciuta come *red gum lerp psyllid*, in relazione al nome comune dell'*Eucalyptus camaldulensis*, l'eucalipto rosso (red gum) e alla produzione dei caratteristici lerps, follicoli di colore bianco, secreti dagli stadi giovanili e costituiti da cera e melata cristallizzata, impiegati a scopo protettivo da neanidi e ninfe. Il termine lerps, in lingua aborigena, sta ad indicare sostanze di sapore dolciastro di diversa origine, generalmente essudati prodotti da vegetali o insetti, utilizzate comunemente come alimento dagli aborigeni australiani (Phillips, 1992). La specie di eucalipto d'elezione di *G. brimblecombei* è proprio l'*Eucalyptus camaldulensis*, molto comune su tutto il territorio nazionale, Sardegna inclusa, e nei Paesi del Bacino del Mediterraneo, utilizzata sia come specie ornamentale, in parchi e giardini urbani, in aree turistiche attrezzate e sia come specie forestale, rinomata anche come specie mellifera.

Altre specie a rischio di infestazione sono *E. blakelyi*, *E. brassiana*, *E. bridgesiana*, *E. camphora*, *E. dealbata*, *E. diversicolor*, *E. globulus*, *E. mannifera*, *E. mannifera maculosa*, *E. nitens*, *E. sideroxylon* e *E. tereticornis* (Brennan *et al* 2001;. Hollis 2004; Queiroz *et al* 2012, 2013.).

Le diverse specie, cloni e ibridi di *Eucalyptus* variano nella loro suscettibilità nei confronti della Psilla lerp, spaziando in uno spettro da molto sensibili a resistenti (Brennan *et al.* 2001; Queiroz *et al.* 2012, 2013).

La presenza dell'insetto in campo è facilmente individuabile per i caratteristici lerps.

La Psilla lerp è considerata un grave parassita che può causare forti defogliazioni e mortalità degli alberi su alcuni specie di *Eucalyptus*. In Australia, la specie è polivoltina, compiendo da due a quattro generazioni annuali (Morgan 1984). Morgan afferma inoltre che il periodo di incubazione delle uova può durare da una settimana a 5 mesi, in funzione della temperatura e altre condizioni ambientali. Sono stati condotti pochi studi sui biotopi occupati da *G. brimblecombei*. Brennan *et al.* (1999) hanno osservato che, mentre altre specie di psilla australiane introdotte in California (USA), preferiscono le giovani foglie per la deposizione delle uova e lo sviluppo delle ninfe, *G. brimblecombei* ovidepone e completa il suo ciclo di vita anche su foglie espanse e completamente mature, su entrambi i lati.

Per questa ragione, i danni alle piante sono estremamente gravi a causa di una defogliazione che può interessare tutte le foglie presenti, mature e giovani nella loro fase di sviluppo.

3.2 Biologia

La specie, a sviluppo post-embrionale eterometabolo, caratterizzato cioè da una metamorfosi incompleta, presenta uova di colore giallo-arancione disposte spazialmente ad arco (Fig. 2).

Gli stadi preimaginali di *G. brimblecombei* sono caratterizzati dalla presenza di tre età neanidali e due età ninfali (Fig. 3).



Fig. 2 - Uova di psilla su eucalipto (Foto Uniss-DA-SPAVE)

Le neanidi, sono riconoscibili per le ridotte dimensioni, per la caratteristica colorazione gialla e per l'assenza di abbozzi alari.

Le ninfe, sono invece distinguibili per dimensioni crescenti, per una colorazione che varia dal giallo al verde con l'incurimento dell'addome e degli abbozzi alari.



Fig. 3 - Neanide e ninfa di *Glycaspis brimblecombei* (foto Uniss-DA-SPAVE)

Il numero degli antenomeri cresce al crescere delle età preimaginali passando da un minimo di tre ad un massimo di nove nella seconda età ninfale.

Gli adulti sono di solito di colore verde, con le femmine che possono variare dal verde all'arancione, con antenne filiformi (Fig. 4).



Fig. 4 - Adulto di *Glycaspis brimblecombei* (foto Uniss-DA-SPAVE)

Nelle femmine, generalmente di dimensioni maggiori rispetto ai maschi, la parte terminale dell'addome risulta arrotondata mentre nei maschi termina con processi allungati chiamati forcipi. Le ali anteriori sono membranose e a margini sub-paralleli.

Sul capo sono presenti i caratteristici ed estremamente sviluppati coni frontali. Gli adulti, hanno una longevità limitata a 3-10 giorni, sono mobili e non vivono protetti dai follicoli. Lunghi circa 3 mm sono di colore verde chiaro su capo, mesotorace e addome. Il torace, dorsalmente appiattito, presenta nel protorace e nel mesotorace una colorazione a bande alternate giallo chiaro ed arancione. Sul capo sono presenti i caratteristici coni frontali. La femmina depone uova di colore giallo-arancione, disposte spazialmente ad arco e fissate, mediante un breve peduncolo presente nel polo posteriore, sulla pagina fogliare. La schiusa avviene in genere 7-10 giorni dopo la deposizione.

Glycaspis brimblecombei allevato in laboratorio su piantule di *Eucalyptus camaldulensis*, ha mostrato una durata media del ciclo pari a 22,7 giorni, con 14,2 giorni degli stadi neanidali e ninfali e 8,5 giorni dello stadio adulto (Firmino-Winckler *et al.* 2009).

Gli habitat nativi di *G. brimblecombei* sono stati localizzati nell’Australia orientale e meridionale (Moore 1964, Hollis 2004), in zone caratterizzate da ambienti temperati e umidi, mentre la sua presenza è stata rilevata per la prima volta nel Western Australia solo nel 2013 (Queiroz *et al.* 2013). Dalle osservazioni sperimentali condotte in Sardegna, analogamente a quanti riferito in letteratura per l’Australia (Morgan 1984), in California e nel centro Sud Italia (Laudonia *et al.* 2013), la specie è polivoltina con continue generazioni annuali sovrapposte, apparentemente senza una diapausa invernale.

Le condizioni climatiche influenzano il tasso di crescita; le alte temperature senza precipitazioni sono in grado di abbattere le popolazioni, ma non abbastanza per ridurre al minimo i danni. L’assenza di precipitazioni nel periodo estivo, che caratterizza ormai costantemente l’andamento climatico della Sardegna, non ha permesso di valutarne gli effetti sulle infestazioni di *G. brimblecombei*.

Gli effetti della pioggia sono stati studiati da Oliveira *et al.* (2012), con una prova sperimentale condotta su plantule di *E. camaldulensis*, dimostrando gli effetti della pioggia artificiale nel ridurre l'abbondanza di Lerps attraverso la rimozione meccanica dall'acqua. Viceversa, ma non in contrasto con i dati citati, lo studio di Laudonia *et al.* (2013), ha dimostrato che la pioggia in estate e dopo un periodo di siccità è favorevole per la psilla, presumibilmente, perché agisce sulla fisiologia, la circolazione linfatica e il grado di indurimento del tessuto fogliare dell'albero ospite.

Insieme a fattori abiotici, un buon numero di predatori generalisti, come ragni, Coleotteri Coccinellidi (*Coccinella septempunctata*, *Adalia* spp., *Chilocorus bipustulatus*), Rincoti Antocoridi (*Anthocoris nemoralis*), Neurotteri Crisopidi (*Chrysopa* sp.) e Ditteri Sirfidi, sono stati osservati e raccolti sugli alberi infestati. Alle formiche sarebbe ascrivibile un duplice ruolo nei confronti della infestazioni di Psilla lerp. Infatti, queste eserciterebbero sia un ruolo di difesa e cura degli stadi giovanili di Psilla, molte formiche sono state osservate in attività di raccolta della melata prodotta dal rincote, sia di predazione come evidenziato da Eatough Jones and Paine (2012) su *Linepithema humile*. Tale attività predatoria sarebbe comunque esercitata anche nei confronti degli stadi giovanili dell’antagonista della Psilla,

l'imenottero encirtide *Psyllaephagus bliteus* Riek, determinando una possibile riduzione di efficacia nel contenimento delle popolazioni del fitofago da parte del parassitoide.

3.3. Il caratteristico lerp

Delle quasi 380 specie di *Psylloidea* descritte in Australia, il 50% presenta stadi giovanili che vivono protetti al sotto di un lerp ceroso, il 40% non costruisce alcuna protezione ed il 10% inducono la formazione di galle (Hollis, 2004; Taylor *et al.*, 2010, 2011, 2013).

Nonostante le notevoli conoscenze esistenti sulle specie di psillidi australiani con stadi giovanili liberi (Hodkinson, 2009, Burckhardt, 2005), gli studi sulla biologia e il comportamento delle specie che formano lerp sono ancora limitati.

La costruzione di lerp cerosi si è evoluta prevalentemente all'interno della famiglia *Aphalaridae*, nei generi *Glycaspis* e *Cardiaspina*. I lerps costruiti dalle specie appartenenti al genere *Glycaspis* sono caratterizzati da una forma conica mentre nel genere *Cardiaspina* assumono un aspetto pizziforme.

Si può ragionevolmente ipotizzare che la formazione del lerp possa essere il risultato di un adattamento evolutivo al fine di superare i periodi caldi e siccitosi tipici dell'ambiente semi-arido dell'entroterra dell'Australia. Inoltre, i lerps, di solito rigidi e induriti, svolgono una chiara funzione di protezione degli stadi giovanili delle psille dall'azione di predatori e parassitoidi (Hollis, 2004; Sullivan *et al.*, 2006).

Sollevando i lerps si osservano quindi le neanidi, di colore essenzialmente giallo-arancione, e le ninfe, arancioni rossastre, con gli astucci alari marrone scuro su cui spiccano produzioni di cera polverulenta.

Gli stadi giovanili di psilla costruiscono i lerps durante la fase di alimentazione spostando il loro corpo con movimenti ad arco semicircolari, utilizzando il punto di suzione come perno di rotazione (Figg. 5-6-7).

Tutte le età neanidali e ninfali sono in grado di formare lerps. Per la costruzione del lerp, la neanide di prima età secerne una sostanza zuccherina attraverso un orifizio localizzato lungo i segmenti addominali subito dopo l'avvio della fase trofica (Oppong *et al.*, 2010). La forma del lerp è caratteristica ed è spesso usata come strumento nella diagnosi di specie. La costruzione inizia con la formazione di nervature principali che poi vengono unite attraverso

una orditura secondaria formata da filamenti più piccoli sino alla completa copertura della struttura (Sharma *et al.* 2013).

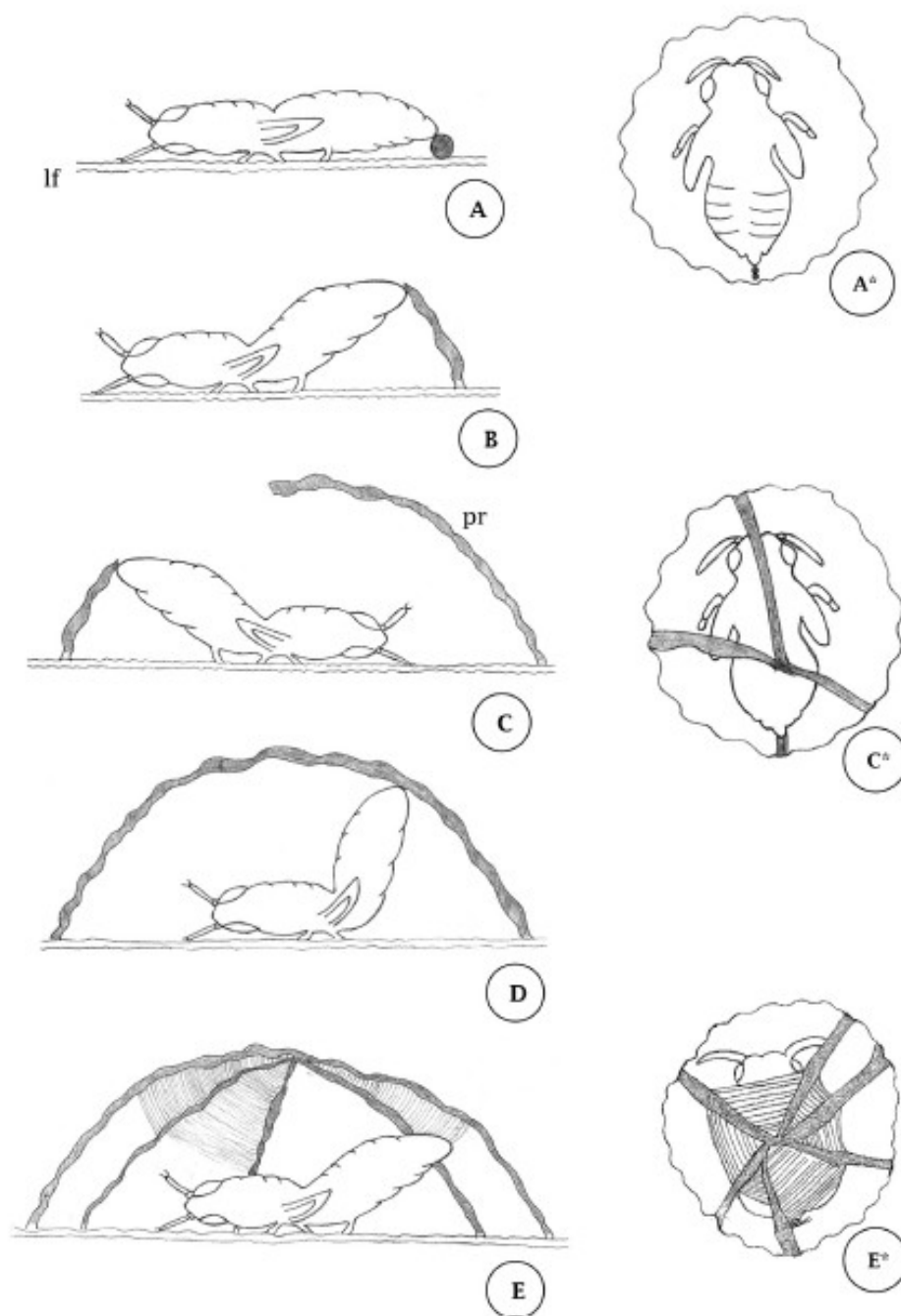


Fig. 5 - Fasi costruttive del lerp di *Glycaspis* sp. su *Eucalyptus sideroxylon*. (Sharma *et al.* 2013).

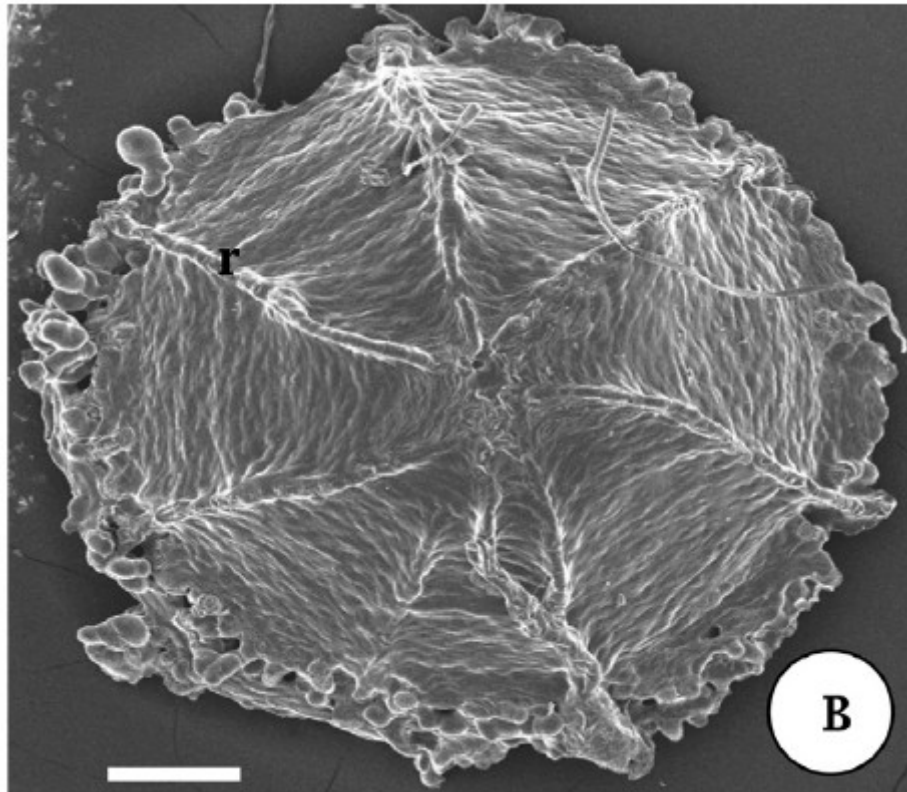


Fig. 6 - Lerp di *Glycaspis* sp. su *Eucalyptus sideroxylon*. (Sharma *et al.* 2013).



Fig. 7 - Costruzione di lerp in *Glycaspis brimblecombei* (foto Uniss – DAsPAVE).

Franco Buffa

Problematiche entomologiche dell'eucalipto in Sardegna e monitoraggio del fitofago di nuova introduzione Psilla lerp (*Glycaspis brimblecombei*) Tesi di dottorato in Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari, Indirizzo "Monitoraggio e controllo degli ecosistemi forestali in ambiente mediterraneo" Università degli Studi di Sassari

3.4. Il *Psyllaephagus bliteus* Riek

Psyllaephagus Ashmead (*Hymenoptera: Encyrtidae*) è un genere cosmopolita che contiene oltre 200 specie su un ipotetico numero complessivo di 1000 (Noyes e Hanson, 1996). La maggiore diversificazione tassonomica si verifica in Australia, dove le specie indigene di *Psyllaephagus*, parassitizzano gli stadi giovanili di psilloidei, spesso fitofagi associati a piante appartenenti alla famiglia delle *Myrtaceae*, quali diverse specie di eucalipto (Moore, 1988; Yen, 2002).

A causa della sua elevata efficacia e specificità, *Psyllaephagus bliteus* Riek (Fig. 8) è stato impiegato a partire dal 1998 in programmi di lotta biologica per il contenimento della *Glycaspis brimblecombei* in California, Messico e Irlanda (Chauzat *et al.*, 2002 ; Dahlsten *et al.*, 1998a, b; Paine *et al.*, 2000).



Fig. 8 - Adulto di *Psyllaephagus bliteus*.

L'encirtide parassitizza preferibilmente gli stadi preimaginali di terza e quarta età, sebbene tutte le età neanidali e ninfali siano suscettibili di parassitizzazione. *P. bliteus* ovidepone su torace e addome della psilla, senza alcuna preferenza evidente tra le due regioni. Daane *et*

al. (2005) evidenziano come la maggior parte dei psille parassitizzate (94,5%) siano caratterizzate dalla presenza di un unico uovo deposto dal *P. bliteus*.

La minore suscettibilità alla parassitizzazione delle ninfe di seconda età, sarebbe presumibilmente dovuta alla maggior dimensione del lerp in questa fase, che assicurerebbe un maggiore spazio interno alla psilla per evitare, spostandosi, i tentativi di ovideposizione da parte del parassitoide. La maggior parte delle uova (88,1%) vengono deposte nel corso dei primi 22 giorni di vita del parassitoide, sebbene questo possa sopravvivere per periodi di tempo più lunghi. I tempi di sviluppo degli stadi giovanili del parassitoide, mostrano come le larve e le pupe siano riscontrabili solamente nella ninfe di seconda età, ovvero l'ultima fase di sviluppo degli stadi giovanili di psilla.

Gli studi condotti da Daane *et al.* (2005) descrivono il *P. bliteus* come un koinobionte che ritarda il proprio sviluppo larvale fino a che l'ospite raggiunge la fine del quarta o all'inizio del quinta età giovanile.

Il tempo di sviluppo degli stadi giovanili del parassitoide dipende dalla fase di sviluppo delle psilla attaccata, nonché dalla temperatura, diminuendo all'aumentare di questa.

Gli adulti di *P. bliteus* sono caratterizzati da una longevità che diminuisce drasticamente con la temperatura; infatti, le alte temperature del periodo estivo possono ridurre il periodo utile alla ovideposizione. La diminuita fecondità del parassitoide causata dall'innalzamento delle temperature estive riuscirebbe a rallentare e ridurre il successo di *P. bliteus* come agente di controllo come evidenziato dagli studi condotti in California, dove le regioni interne più calde hanno visto una sporadica efficacia del controllo biologico di Psilla lerp da parte di *P. bliteus* rispetto ad un maggior successo rilevato nelle zone costiere caratterizzate da un clima più mite.

3.5 Danni

La Psilla lerp, alimentandosi a spese della linfa floematica, produce grandi quantità di melata molto vischiosa che imbratta il fogliame su cui si stratificano le fumaggini. In presenza di popolazioni elevate dell'insetto è stata registrata anche una precoce filloptosi (caduta precoce ed eccessiva di foglie).

In letteratura è riportato che, abbondanti infestazioni con severe filloptosi, possono provocare forti deperimenti delle piante nel giro di 2-3 anni.

Franco Buffa

Problematiche entomologiche dell'eucalipto in Sardegna e monitoraggio del fitofago di nuova introduzione Psilla lerp (*Glycaspis brimblecombei*) Tesi di dottorato in Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari, Indirizzo "Monitoraggio e controllo degli ecosistemi forestali in ambiente mediterraneo" Università degli Studi di Sassari

Nei contesti turistici, il disagio causato da attacchi parassitari di questo insetto, soprattutto legati alla "pioggia di melata" possono costituire un problema e una conseguente perdita economica per le imprese coinvolte (es. campeggi, aree attrezzate, residence, ecc.).

3.6 Infestazione in Sardegna

Il primo rinvenimento di attacco di Psilla lerp in Sardegna risale alla primavera 2010, stando alle testimonianze soprattutto degli apicoltori, i quali per primi hanno rilevato questo nuovo fitofago sulle piante di eucalipto, particolarmente nelle aree del sud della Sardegna (Cagliaritano, Uta) e sud orientali dell'isola (Sarrabus: S. Priamo, Castiadas e Ogliastro: Arbatax). Hanno fatto poi seguito numerose altre segnalazioni in tutta l'isola. Non esiste, tuttavia, né una data né una segnalazione ufficiale del rinvenimento di questo fitofago. Presumibilmente, stando ai rilievi finora condotti, l'infestazione si è rapidamente propagata dal sud verso il nord.

3.7 Tecniche di difesa

L'unico mezzo efficace ed economico per il contenimento stabile delle popolazioni di psilla lerp è rappresentato dal parassitoide specifico *Psyllaephagus bliteus* il cui rilascio ha avuto un grande successo nelle regioni costiere della California.

Questo parassitoide endofago koinobionte parassitizza in prevalenza i giovani di terza e quarta età; inoltre la femmina di *P. bliteus*, mediante l'host feeding, si nutre dell'emolinfa di tutte le età giovanili dell'ospite (SIME *et al.*, 2004; DAANE *et al.*, 2005).

In febbraio 2012 l'Uniss-DA-SPAVE ha comunicato al servizio fitosanitario regionale la descrizione di un reperto, raccolto in agro di Uta (loc. Perdixi), consistente in una foglia di *Eucalyptus camaldulensis* attaccata da *Glycaspis brimblecombei* nella quale si rilevava una mummia di ninfa di psilla lerp con foro di sfarfallamento, riferibile al parassitoide *Psyllaephagus bliteus*, conseguente a un processo di parassitizzazione.

Tale ritrovamento ha cambiato radicalmente lo scenario di intervento per il contenimento di Psilla lerp poiché ha reso possibile la previsione di un programma di lotta biologica mediante l'antagonista *Psyllaephagus bliteus*.

4. PARTE SPERIMENTALE

4.1 Aree di studio

Già a partire da marzo 2011, a seguito delle prime segnalazioni, Uniss-DA-SPAVE ha avviato un'indagine sulla presenza di *Glycaspis brimblecombei* in Sardegna. A partire da luglio 2012, in attuazione del *Programma triennale di controllo biologico della psilla lerp dell'eucalipto Glycaspis brimblecombei e monitoraggio delle problematiche fitosanitarie dell'eucalipto in Sardegna*, il piano di monitoraggio è stato ridefinito, estendendolo a tutto il territorio regionale e ad un numero maggiore di siti sia costieri, di interesse turistico, sia interni, di interesse agrario e forestale. Le osservazioni sono state estese alle principali aree di diffusione dell'eucalipto: oltre al cagliaritano (Uta), Sarrabus (S. Vito), Ogliastra (Arbatax), Oristanese (Arborea) e Nurra algherese (S. M. La Palma) già monitorate nel corso del 2011, dal 2012 la rete ha incluso il Sulcis-Iglesiente (Siliqua), il Medio Campidano (Serramanna), il Nuorese (Ottana e Siniscola), la Gallura (Olbia), Logudoro (Ozieri) e una seconda area nell'algherese in località Calich, di interesse turistico-ricreativo (Tab. III, Fig. 9).

Tab. III - Coordinate UTM delle stazioni di monitoraggio

Stazioni	Zona	N	E
Ottana	32T	4453744	502781
Arborea	32S	4406009	468393
Serramanna	32S	4362852	488277
Uta	32S	4345473	494108
Siliqua	32S	4347074	484094
S Vito	32S	4354206	545844
Arbatax	32S	4420231	560621
Siniscola	32T	4493787	560132
Olbia	32T	4524721	543526
Ozieri	32T	4496029	494211
Santa Maria la Palma	32T	4500630	440102
Alghero	32T	4494102	440035



Fig. 9 - Distribuzione regionale delle stazioni di monitoraggio

4.2. Materiali e metodi

4.2.1 Tecniche di monitoraggio

Da principio è stata monitorata la popolazione di adulti di Psilla lerp mediante cattura con trappole cromotropiche gialle in 5 siti rappresentativi (Arbatax, San Vito, Uta, Arborea e S.M. La Palma). In aggiunta alle trappole, al fine di studiare l'andamento delle popolazioni degli stadi giovanili di psilla (Fig. 3), sono stati prelevati con cadenza quindicinale 12 rametti di circa 40 cm per sito.



Fig. 10 - Foglie di eucalipto infestate da psilla lerp nel luglio 2013 (Foto Uniss-DA-SPAVE)

In ciascuna delle 12 stazioni di monitoraggio, distribuite in maniera omogenea sull'intero territorio regionale, si è proceduto all'individuazione di 4 punti di campionamento. In ciascuno di questi è stata posizionata 1 trappola adesiva cromotropica gialla (20x20 cm), utile per il monitoraggio degli adulti di psilla, per un totale di 4 trappole per stazione di monitoraggio e 48 trappole sull'intero territorio.

In 6 di queste stesse aree, 2 ricadenti nella parte settentrionale, 2 in quella centrale e altrettante in quella meridionale dell'isola, si è voluto verificare l'attendibilità delle trappole gialle confrontandole con altre di colore verde (20x20 cm) nel monitoraggio della Psilla lerp, Eulofidi e relativi antagonisti (PROCTASOV *et al.*, 2007a; 2007b). Le trappole sono state disposte a più di 10 metri l'una dall'altra, ad un metro e mezzo di altezza dal suolo (Fig. 11).



Fig. 11 - Posizionamento delle trappole cromotropiche (Foto Uniss-DA-SPAVE)

I rilievi sono stati condotti con cadenza quindicinale (Lo Verde *et al.*, 2009) e, contestualmente alla sostituzione delle trappole, è stato effettuato, in ciascuna stazione, il prelievo di campioni fogliari costituiti da 4 rametti della lunghezza di circa 40 cm, uno per punto di campionamento (Fig. 12).

Franco Buffa

Problematiche entomologiche dell'eucalipto in Sardegna e monitoraggio del fitofago di nuova introduzione Psilla lerp (*Glycaspis brimblecombei*) Tesi di dottorato in Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari, Indirizzo "Monitoraggio e controllo degli ecosistemi forestali in ambiente mediterraneo" Università degli Studi di Sassari



Fig. 12 - Fase di campioamento su ecalipto (Foto Uniss-DA-SPAVE)

Da ogni rametto prelevato, sono state scelte 4 foglie, per un totale di 16 foglie per stazione di monitoraggio, su ciascuna delle quali, attraverso l'impiego del microscopio binoculare, sono stati rilevati e conteggiati gli stadi giovanili, comprese le uova, al fine di stimare la dinamica di popolazione dell'insetto (Figg. 13 e 14).

Franco Buffa

Problematiche entomologiche dell'eucalipto in Sardegna e monitoraggio del fitofago di nuova introduzione Psilla lerp (*Glycaspis brimblecombei*) Tesi di dottorato in Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari, Indirizzo "Monitoraggio e controllo degli ecosistemi forestali in ambiente mediterraneo" Università degli Studi di Sassari



Fig. 13 - Fase di controllo delle trappole in laboratorio (Foto Uniss-DA-SPAVE)



Fig. 14 - Esame delle foglie al microscopio (Foto Uniss-DA-SPAVE)

Franco Buffa

Problematiche entomologiche dell'eucalipto in Sardegna e monitoraggio del fitofago di nuova introduzione Psilla lerp (*Glycaspis brimblecombei*) Tesi di dottorato in Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari, Indirizzo "Monitoraggio e controllo degli ecosistemi forestali in ambiente mediterraneo" Università degli Studi di Sassari

I dati hanno permesso di verificare i livelli di parassitismo di *Psyllaephagus bliteus* nonché l'affidabilità delle trappole adesive per valutare le popolazioni di psilla, determinando la relazione tra il numero di adulti di psilla catturati e gli stadi giovanili osservati sui campioni fogliari. Nel corso del 2011 sono stati effettuati 11 rilievi, 6 nel 2012, 17 nel 2013 e 14 nel 2014. In totale sono state esaminate 2112 trappole gialle, 124 verdi. Contestualmente sono stati raccolti 212 rametti ed analizzate 8848 foglie.

Le trappole e il materiale vegetale raccolto in campo, venivano poi periodicamente analizzati presso i laboratori dell' Uniss-DA-SPAVE.

Su ciascuna trappola è stata sovrapposta una rete a maglia quadrata (1.2x1.2 cm) e il conteggio è stato effettuato con il microscopio binoculare considerando 10 quadrati aventi una superficie complessiva di 14.4 cmq. (Fig. 15). I risultati sono stati rapportati alla superficie dell'intera trappola (800 cmq).

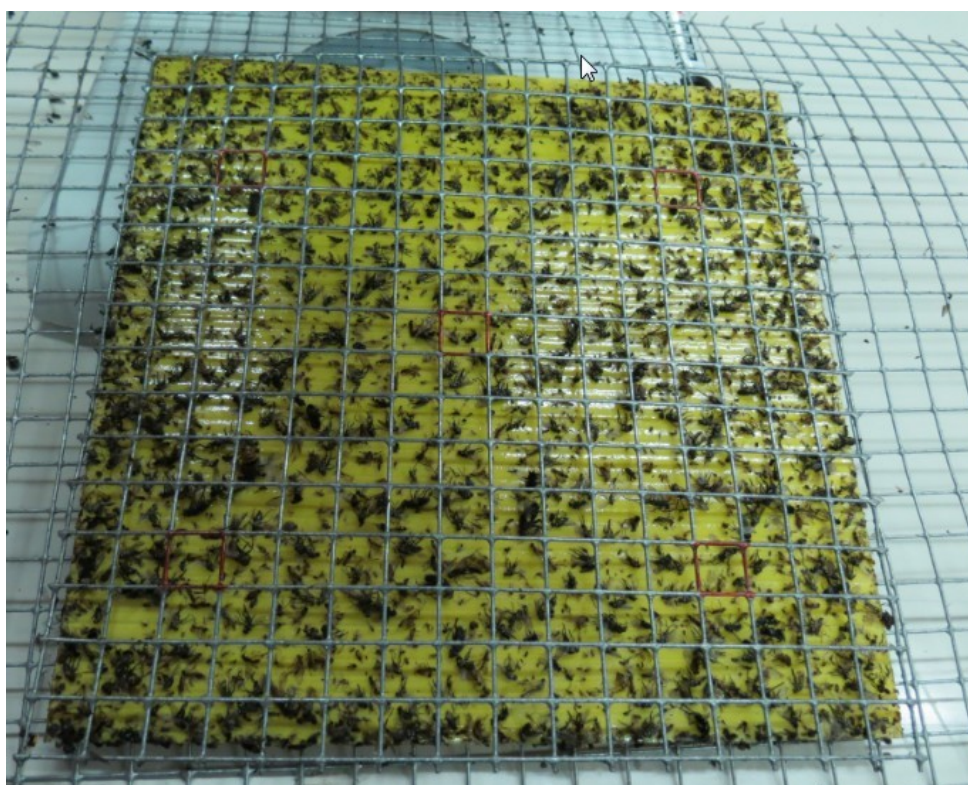


Fig. 15 - Trappola cromotropica gialla con sovrapposta griglia (foto Uniss-DA-SPAVE)

4.2.2 Analisi statistiche

I dati sono stati sottoposti ad analisi statistica: general linear model (GLM) di ANOVA seguito dall'applicazione del test di Tukey per la separazione delle medie.

Lo scopo è stato quello di verificare se la dinamica di popolazione di *Glycaspis brimblecombei* mostrava un diverso andamento a livello di località, mese e anno di campionamento. Le analisi, per ciascun anno, sono state condotte sul valore medio di ogni variabile riferito a mese e rispettiva località. Tutte le elaborazioni sono state condotte con il software Minitab 15 (2007), considerando un livello di significatività dello 0.05.

4.3 Risultati

I seguenti risultati descrivono il fenomeno su base regionale e sono stati ottenuti mediando i valori registrati nelle 12 stazioni oggetto di studio.

4.3.1 Uova

I dati disponibili per l'anno 2012 evidenziano un maggior numero di uova per foglia (24 per il mese di luglio) per i mesi considerati rispetto agli anni 2013 e 2014. Durante questi due ultimi anni, la presenza delle uova di Psilla lerp sulle foglie, aumenta in maniera marcata a partire dal mese di maggio fino a raggiungere il massimo nel mese di luglio (16 nel 2013 e 12 nel 2014) per poi decrescere nei mesi successivi. Il minor numero di uova chiuse per foglia è stato registrato, invece, a marzo per il 2013 e a febbraio per il 2014 con valori rispettivamente pari a 0.24 e 0.6 (Fig. 16).

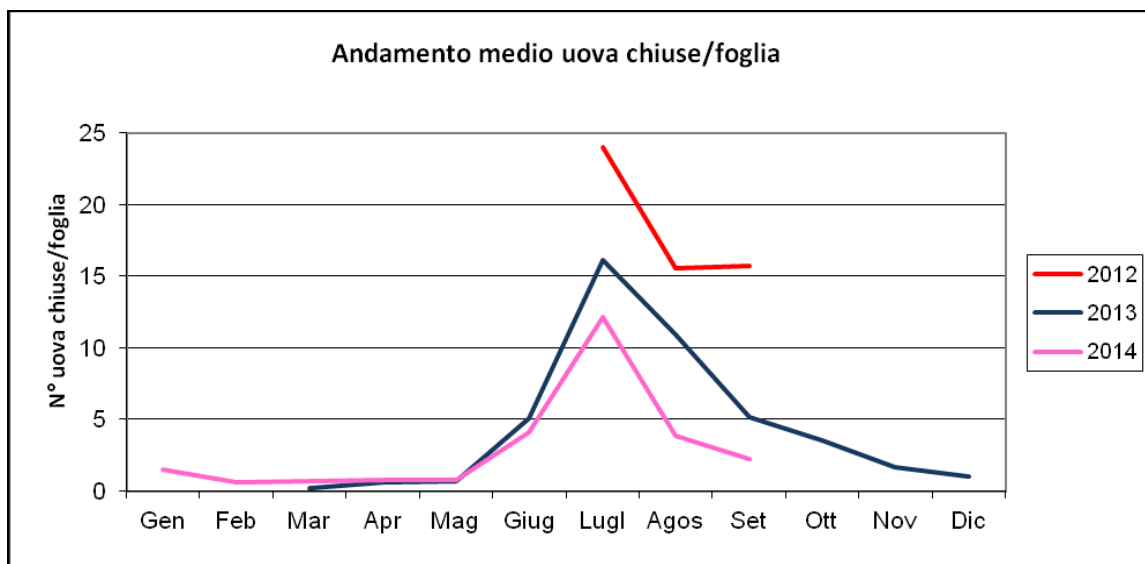


Fig. 16 - Presenza di uova per foglia di *Glycaspis brimblecombei* sul territorio regionale

L'applicazione della GLM di ANOVA ha mostrato che il numero medio di uova chiuse per foglia varia in maniera significativa ($P \leq 0.05$) tra anni e mesi di campionamento come riportato nelle tabelle sottostanti.

Nel 2012 sono state osservate in media 18.4 uova chiuse per foglia, nel 2013 e nel 2014 rispettivamente 4.5 e 3 per foglia.

Tab. IV - Differenze significative ($P \leq 0.05$) tra anni e mesi di campionamento

Anno	Gruppi omogenei
2014	C
2013	B
2012	A

Mese	Gruppi omogenei
Dicembre	C
Marzo	C
Novembre	C
Aprile	C
Maggio	C
Febbraio	CB
Gennaio	CB
Ottobre	CB
Settembre	CB
Giugno	CB
Agosto	B
Luglio	A

4.3.2 Stadi giovanili

Dall'analisi dei dati disponibili notiamo come nell'anno 2011 si registri un numero medio di stadi giovanili di psilla lerp per foglia decisamente superiore (Fig. 17). Questa marcata diminuzione è certamente ascrivibile all'azione antagonistica dell'imenottero parassitoide *Psyllaephagus bliteus*, la cui presenza è stata per la prima volta registrata nel sud della Sardegna nel mese di febbraio 2012. L'andamento della presenza media di neanidi e ninfe di psilla ha manifestato un andamento simile nei diversi anni oggetto di studio, con un massimo registrato nel mese di luglio per gli anni 2013 e 2014, nel mese di giugno per l'annata 2011.

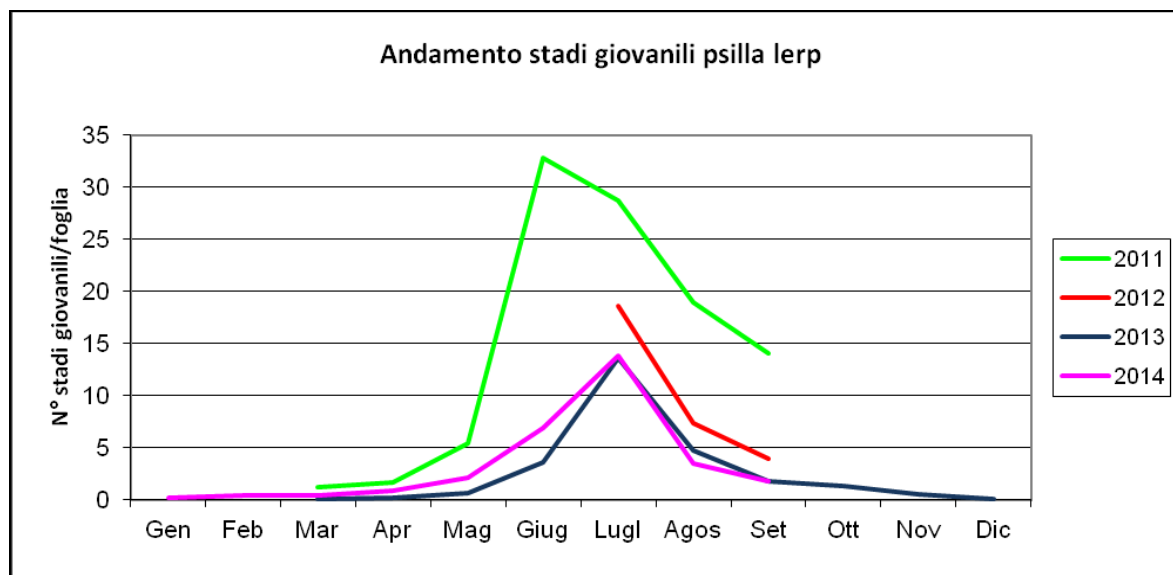


Fig. 17 - Andamento degli stadi giovanili per foglia di *G. brimblecombei*

In base all'analisi GLM di ANOVA gli stadi giovanili (neanidi + ninfe) si differenziano statisticamente tra anni e mesi di campionamento. In particolare, l'anno 2011, statisticamente differente dagli altri ($P \leq 0.05$), è stato quello dove si è registrato un maggior numero di neanidi e ninfe, mediamente pari a 14.7 per foglia, seguito dal 2012 quando se ne sono osservate 9.9 per foglia e dal 2013 e 2014 rispettivamente pari a 2.8 e 3.3 per foglia. Inoltre, mentre il picco degli stadi giovanili si è registrato, nel 2011, a giugno con un numero medio per foglia pari a 32.8, nel 2012, 2013 e 2014 il picco viene raggiunto nel mese di luglio pari rispettivamente a 18.5, 13.6 e 13.8 per foglia. Il minor numero di stadi giovanili per

foglia, si sono osservati a marzo sia per il 2011 (1.2), a dicembre nel 2013 (0.004) e a gennaio per il 2014 (0.2).

Tab. V - Differenze significative ($P \leq 0.05$) tra anni e mesi di campionamento

Anno	Gruppi omogenei
2013	B
2014	B
2012	B
2011	A

Mese	Gruppi omogenei
Marzo	D
Aprile	D
Gennaio	DC
Febbraio	DC
Maggio	DC
Novembre	DC
Dicembre	DCB
Ottobre	DCB
Settembre	DC
Agosto	CB
Giugno	B
Luglio	A

4.3.3 Adulti

Dal confronto tra trappole adesive cromotropiche verdi e gialle relativamente all'anno 2013, è emerso che il picco di cattura degli adulti per le gialle si registra a luglio (Fig. 13) con un valore giornaliero medio per trappola pari a 38 individui nei primi quindici giorni del mese. Per quanto concerne le trappole verdi, il picco della cattura si concentra sempre a luglio ma con un leggero spostamento verso fine mese, quando è stata riscontrata una media giornaliera per trappola pari a 22 individui. Nel 2014 le catture giornaliere sono state 29 alle trappole gialle e 9 alle trappole verdi con i massimi registrati sempre nel mese di luglio. L'applicazione del t di Student ha mostrato che non esistono differenze statisticamente significative ($p \leq 0.05$) tra le due tipologie di trappole.

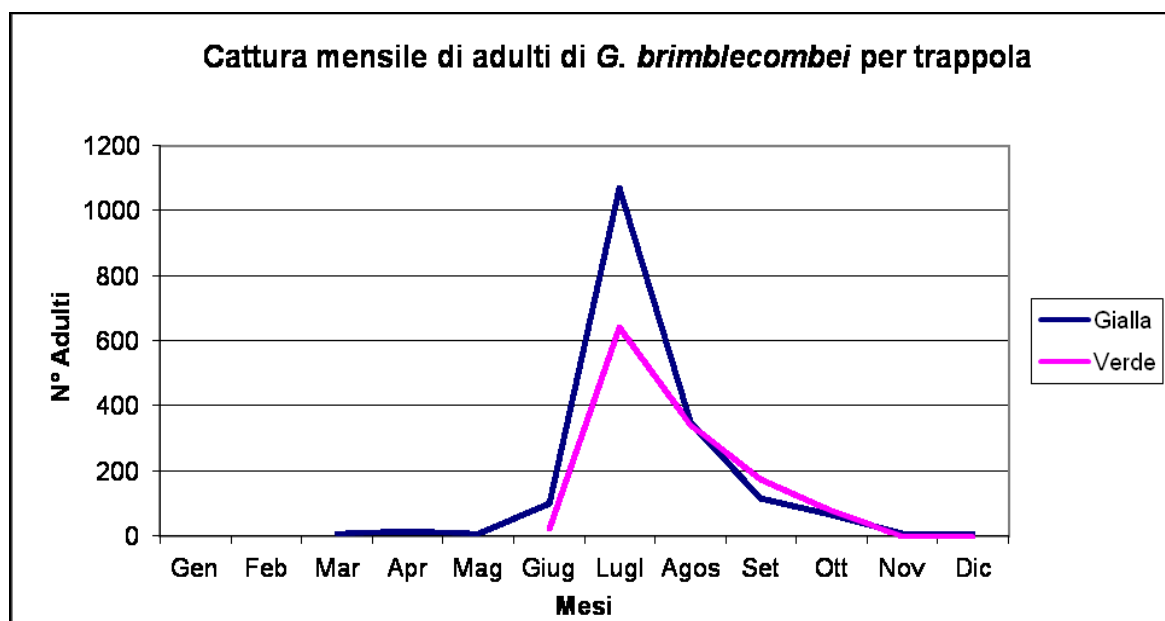


Fig. 18 - Cattura mensile di adulti di *G. brimblecombei* alle trappole gialle e Verdi (2013).

L'analisi dei dati ha mostrato la notevole affidabilità del monitoraggio degli adulti sia con trappole adesive gialle che verdi. Entrambe hanno infatti fornito, nel biennio osservato, risultati strettamente correlati, $r > 0.90$, agli stadi immaturi sui campioni fogliari.

L'affidabilità del monitoraggio con trappole adesive gialle era stata già osservata in California nel 2000 (PAINE *et al.*, 2000 in: LO VERDE *et al.*, 2011).

Esaminando i dati raccolti negli anni di studio (Fig. 19) si osserva che il valore medio massimo registrato su base regionale nell'anno 2011 è pari a 3210 adulti di psilla lerp nel mese luglio, con un valore medio massimo per località pari a 5129 adulti nello stesso mese ad Arbatax. Nelle corso del 2012 è stato rilevato il picco di catture ad agosto con un valore medio regionale di 1912 adulti a trappola. Negli anni 2013 e 2014 si è riscontrato un anticipo al mese di luglio del picco di catture rispettivamente pari a 1070 e 746 adulti per trappola.

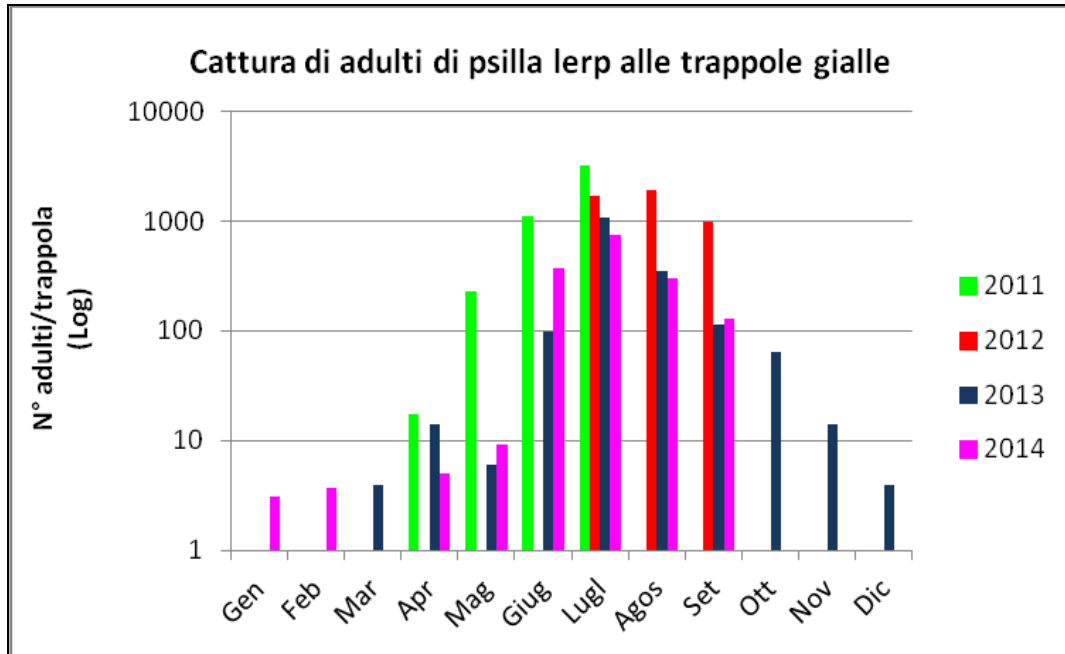


Fig. 19 - Cattura mensile di adulti di *G. brimblecombei* alle trappole gialle

4.3.4 Rilievi sul parassitoide

Per quanto riguarda il parassitoide, *Psyllaephagus bliteus*, invece, la sua incidenza sugli stadi giovanili (Fig. 21) ha raggiunto il picco nel mese di agosto (con un numero medio/foglia di circa 1,92 nel 2014 e 2,3 nel 2013).

Nel corso del 2012 il tasso di parassitizzazione (Fig. 22) più elevato si è registrato nel mese di agosto (37%) con un picco ad Uta del 91%. Si tratta della stazione dove, nel febbraio 2012, è stata rinvenuta una mummia di ninfa di psilla lerp parassitizzata dal *Psyllaephagus bliteus*.

Per il 2013 si è osservato un andamento bimodale nel tasso di parassitizzazione con un primo picco registrato nel mese di maggio (17%) e il secondo nel mese di settembre (52%).

Nel corso del 2014 il tasso di parassitizzazione più elevato si è registrato nel mese di agosto (36%).



Fig. 20 - Psille parassitizzate da *Psyllaephagus bliteus* (foto Uniss-DA-SPAVE)

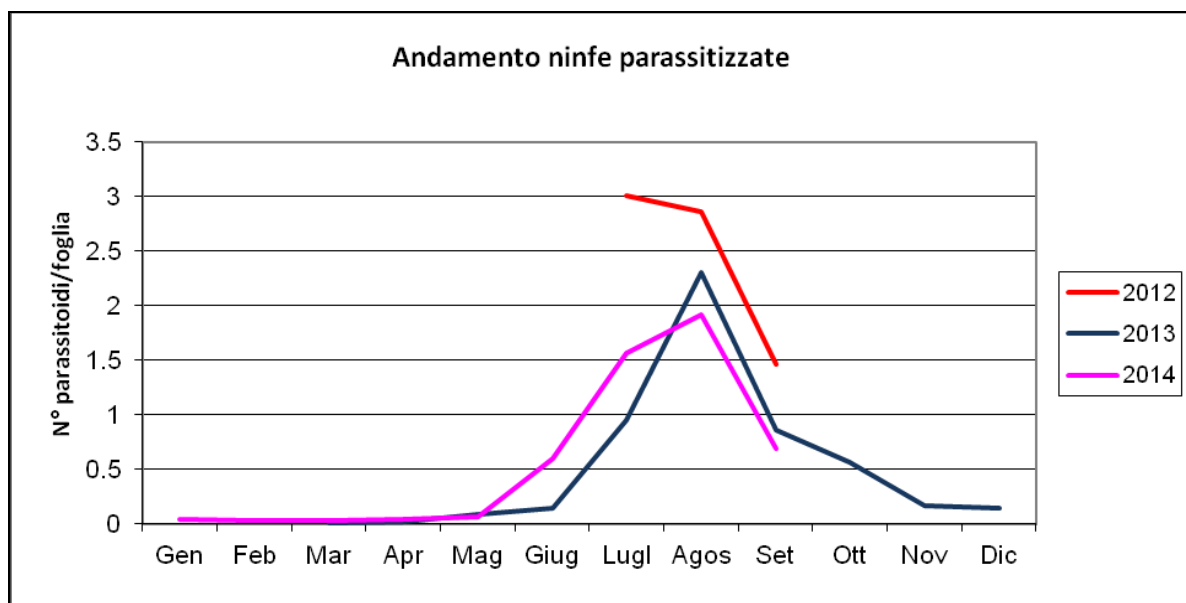


Fig. 21 - Numero di ninfe di Psilla lerp parassitizzate per foglia da *P. bliteus*

L'applicazione della GLM di ANOVA ha mostrato che il numero medio di ninfe parassitizzate per foglia varia in maniera significativa ($P \leq 0.05$) tra anni, mesi e stazioni di campionamento.

Tab. VI - Differenze significative ($P \leq 0.05$) tra anni, mesi e località di campionamento

Anno	Risultati Test Tukey
2011	C
2013	B
2014	B
2012	A

Mese	Gruppi omogenei
Febbraio	C
Gennaio	C
Marzo	C
Aprile	C
Maggio	C
Dicembre	C
Novembre	C
Giugno	C
Ottobre	CB
Settembre	C
Luglio	BA
Agosto	A

Località	Gruppi omogenei
Ottana	D
Olbia	DC
Siliqua	DC
Alghero Smp	DCB
Ozieri	DCBA
Alghero Calic	DCBA
Arborea	DCBA
Serramanna	DCBA
Uta	DCBA
Arbatax	CBA
San Vito	BA
Siniscola	A

L'anno 2011, per l'assenza di ninfe parassitizzate, è totalmente diverso dagli altri. Differenze significative ($P \leq 0.05$) sono state riscontrate anche per l'anno 2012 rispetto sia al 2013 che al 2014.

Nonostante per il 2012 i dati relativi le ninfe parassitizzate interessino solo i mesi di luglio, agosto e settembre, è possibile osservare relativamente tale periodo, un maggior numero medio di ninfe parassitizzate rispetto al 2013 e 2014. Per il mese di luglio si sono osservate, nel 2012, 3 ninfe parassitizzate rispetto alle 0.9 e 1.6 rispettivamente del 2013 e 2014; per il mese di agosto 2.9 ninfe parassitizzate rispetto alle 2.3 e 1.9 rispettivamente del 2013 e 2014 e per il mese di settembre 1.5 ninfe parassitizzate rispetto alle 0.9 e 0.7 rispettivamente del 2013 e 2014. Il maggior numero di ninfe parassitizzate è stato raggiunto, nel 2012, a luglio pari a 3 per foglia, mentre nel 2013 e 2014 il picco si è avuto ad agosto rispettivamente pari a 2.3 e 1.9 per foglia.

A livello di mese, in effetti, agosto è quello che si differenzia significativamente da tutti gli altri. Il minor numero di ninfe parassitizzate per foglia è stato registrato per il 2013 nel mese di marzo pari a 0.01 e per il 2014 nei mesi di febbraio e marzo, mesi nei quali è stato osservato lo stesso valore pari a 0.03.

Per quanto concerne le stazioni di campionamento, sono state riscontrate differenze tra

- Siniscola e Alghero Santa Maria La Palma ($P= 0.0170$),
- Siniscola e Olbia ($P= 0.0011$),
- Siniscola e Ottana ($P= 0.0000$),
- Siniscola e Siliqua ($P= 0.0048$),

- Ottana e Arbatax (P= 0.0066),
- Ottana e S. Vito (P= 0.0002),
- S. Vito e Olbia (P= 0.0093),
- S. Vito e Siliqua (P= 0.0338).

Esaminando i dati relativi le stazioni, è stato possibile osservare che a Siniscola e ad Ottana, indipendentemente dall'anno e dal mese di campionamento, si sono registrate in media rispettivamente un maggiore (1.4) e minore (0.2) numero di ninfe parassitizzate per foglia.

Le stazioni di Arbatax e Siliqua, invece, sono quelle in cui si sono osservati i valori più bassi, rispettivamente pari a 4.5 e 4.3 per foglia.

Il tasso di parassitizzazione è stato calcolato come percentuale tenendo conto delle ninfe parassitizzate e degli stadi preimmaginali parassitizzabili da *Psyllaephagus bliteus*.

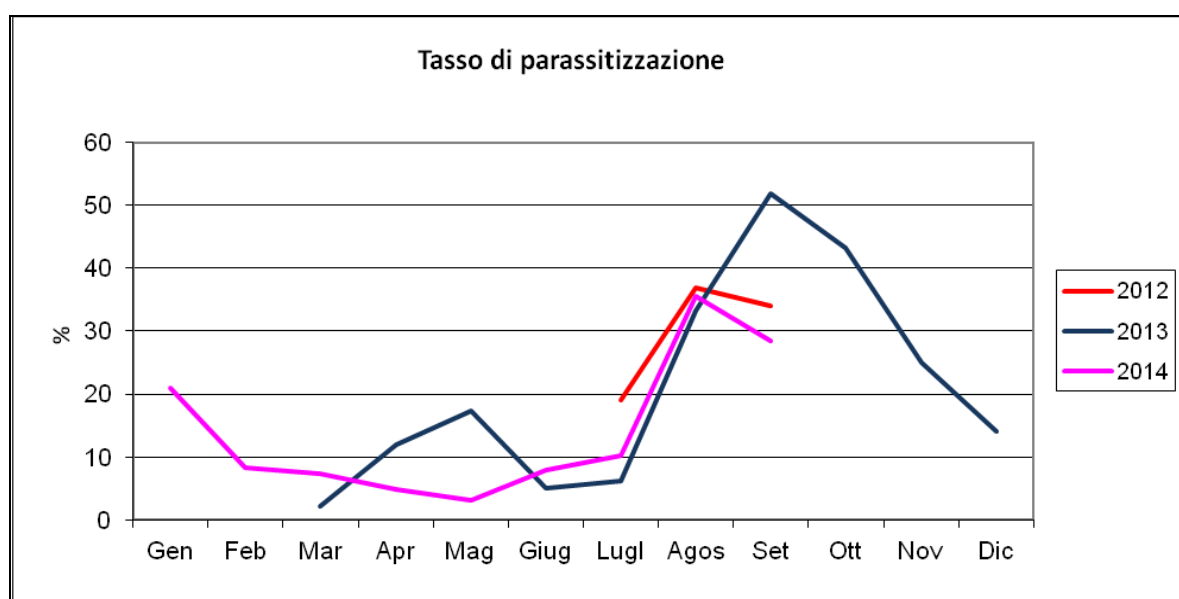


Fig. 22 – Tasso di parassitizzazione totale di *P. bliteus*

Dal confronto tra gli anni emerge come il tasso di parassitizzazione medio in Sardegna negli ultimi tre anni abbia raggiunto il suo massimo nel corso del 2013 nel mese di settembre. Nello stesso anno si è assistito ad un andamento bimodale con un primo picco nel mese di maggio, probabilmente ascrivibile all'andamento climatico, e con un decremento durante i mesi autunnali.

L'analisi GLM di ANOVA ha messo in evidenza differenze statisticamente significative ($P \leq 0.05$) tra anni e mesi di campionamento.

Tab. VII - Differenze significative ($P \leq 0.05$) tra anni e mesi di campionamento

Anno	Gruppi omogenei
2011	B
2014	A
2013	A
2012	A

Mese	Gruppi omogenei
Marzo	D
Febbraio	D
Giugno	D
Aprile	D
Maggio	D
Luglio	D
Dicembre	DC
Gennaio	DCB
Novembre	DCBA
Agosto	CBA
Settembre	A
Ottobre	BA

4.3.5. Ninfe morte

La fig. 23 mostra come la presenza di un maggior numero di ninfe di psilla lerp morte sulle foglie di eucalipto sia concentrate nei mesi estivi di luglio e agosto nei tre anni monitorati.

Tale mortalità sarebbe attribuibile alle condizioni climatiche dei mesi estivi caratterizzate da alte temperature e scarsa disponibilità idrica che porterebbero le giovani psille ad uno stato di disidratazione. Per quanto concerne l'andamento mensile, dalla figura è possibile osservare che sia nel 2012 e 2013 il picco viene raggiunto ad agosto, mese in cui si registrano in media rispettivamente 5.3 e 3.8 ninfe morte per foglia. Nel 2014, invece, il picco è stato registrato a luglio con 4.6 ninfe morte per foglia.

Il mese di marzo per il 2013 e i mesi di marzo e febbraio per il 2014 sono stati invece quelli in cui si è registrato il minor numero di ninfe morte per foglia pari a 0.01.

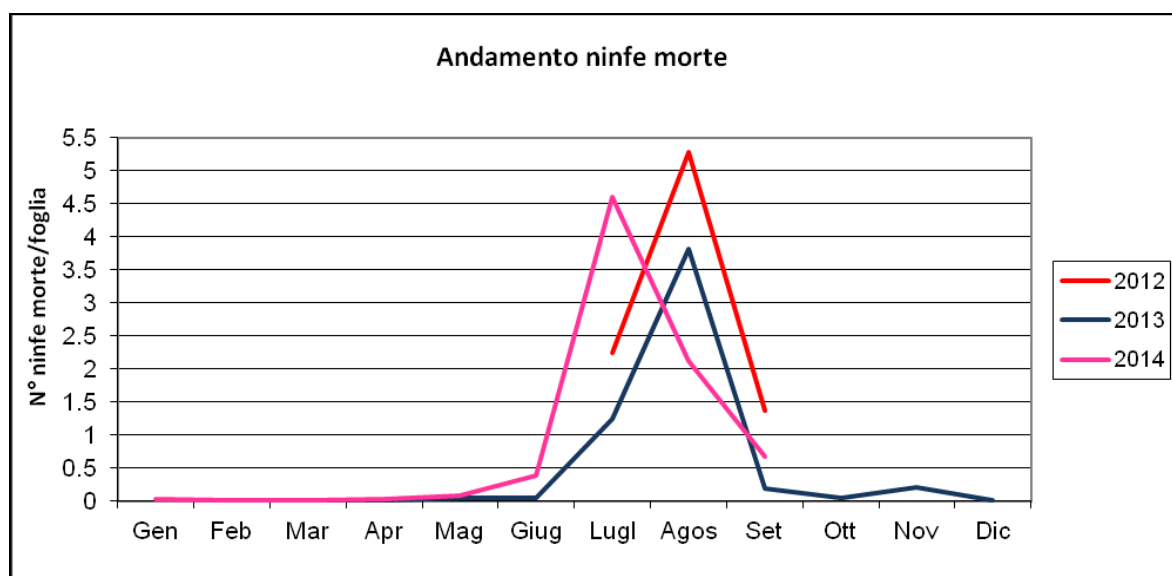


Fig. 23 – Tasso di parassitizzazione totale di *P. bliteus*

L'applicazione della GLM di ANOVA ha mostrato che il numero medio di ninfe morte per foglia varia in maniera significativa ($P \leq 0.05$) tra gli anni e mesi di campionamento.

Negli anni sono state riscontrate differenze significative tra il 2012 e il 2013 ($P = 0.0135$). In effetti nel 2012 sono state riscontrate un maggior numero di ninfe morte per foglia mediamente pari a 3, nel 2013 se ne registrano 0.6 e nel 2014 0.9.

Tab. VIII - Differenze significative ($P \leq 0.05$) tra anni di campionamento

Anno	Gruppi omogenei
2013	B
2014	BA
2012	A

Mese	Gruppi omogenei
Febbraio	B
Gennaio	B
Marzo	B
Aprile	B
Maggio	B
Dicembre	B
Giugno	B
Ottobre	B
Novembre	B
Settembre	B
Luglio	A
Agosto	A

5. ALTRI RILIEVI SULL'ENTOMOFAUNA DANNOSA

Poco si conosce sull'entomofauna dell'*Eucalyptus* al di fuori dell'areale di origine, per cui, ritenendo opportuno indagare quella presente sul territorio sardo, si è provveduto, nelle stesse aree di studio, ad avviare un piano di monitoraggio a partire dalle specie di maggiore importanza in base ai danni cagionati. Tale indagine è anche volta alla previsione e prevenzione dei rischi di introduzione di nuovi fitofagi, già segnalati nel territorio della penisola che potrebbero ulteriormente aggravare il quadro sanitario dell'eucalipto in Sardegna. Soprattutto in riferimento al Rincoto Eterottero *Thaumastocoris peregrinus* (*Heteroptera Thaumastocoridae*) recentemente rilevato nel Lazio nel 2011.

5.1 IMENOTTERI EULOFIDI

5.1.1 Descrizione

Dal 2000 sono registrati in Sardegna i danni determinati dalla presenza di due specie di Imenotteri che afferiscono alla famiglia *Eulophidae*. *Ophelimus maskelli* (Ashmead) (Fig. 17) e *Leptocybe invasa* Fisher et La Salle, su *Eucalyptus camaldulensis*. *O. maskelli*, citato anche come: sub *O. eucalypti* (Gahan) o sub *O. prope eucalypti*, determina galle pustoliformi che interessano spesso l'intera superficie fogliare, sia di piante giovani che adulte.

La chioma delle piante infestate da *O. maskelli* manifesta, per la presenza delle galle, una colorazione rossiccia e, in caso di intensi attacchi, è evidente una precoce filloptosi ed estesi disseccamenti.

Da uno studio condotto in Israele è emerso che l'infestazione si concentra nella parte bassa della chioma e che le foglie con più di 50 galle sopravvivono mediamente 70 giorni rispetto ai 243 delle foglie sane (Protasov *et al.*, 2007b in: Caleca *et al.*, 2009).

Nel 2003 il Volcani Center di Bet Dagan (Israele) e il CSIRO di Canberra (Australia) hanno iniziato un programma di controllo biologico volto a cercare, in Australia, i nemici naturali di *O. maskelli* per la loro eventuale introduzione.

Nel 2005 in Israele sono stati dunque introdotti due parassitoidi: *Closterocerus chamaeleon* (Girault) (*Hymenoptera Eulophidae*), che ovidepone su larve, pupe e adulti neo sfarfallati e

l'oofago: *Stethynium ophelimi* Huber (Hymenoptera Mymaridae). Nella primavera del 2006 *C. chamaeleon* è stato rilasciato in Campania e in Sicilia e nel dicembre 2006 anche in Calabria e Sardegna (CALECA , 2010). La seconda specie di eulofide, *Leptocybe invasa* (Fig. 18), produce galle sulle nervature fogliari e sui giovani getti, con deformazioni evidenti soprattutto sulle piante di 1-4 anni età (MENDEL *et al.*, 2004, 2005 in: CALECA *et al.*, 2009), e sui polloni formati da piante capitozzate.



Fig. 24 - Foglia di eucalipto colpita da *Ophelimus maskelli* (foto Uniss-DA-SPAVE)



Fig. 25 - Galle fogliari di *Leptocybe invasa* (foto Uniss-DA-SPAVE)

Franco Buffa

Problematiche entomologiche dell'eucalipto in Sardegna e monitoraggio del fitofago di nuova introduzione Psilla lerp (*Glycaspis brimblecombei*) Tesi di dottorato in Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari, Indirizzo "Monitoraggio e controllo degli ecosistemi forestali in ambiente mediterraneo" Università degli Studi di Sassari

Per quanto concerne *Leptocybe invasa*, a partire dal 2008 sono stati citati per l’Australia tre parassitoidi: *Quadrastichus mendeli* Kim & La Salle (*Eulophidae*), *Selitrichodes kryceri* Kim & La Salle (*Eulophidae*) and *Megastigmus* species (*Hymenoptera: Torymidae*) (KIM *et al.*, 2008; PROTASOV *et al.*, 2008; DOGANLAR *et al.*, 2010 in: KELLY, 2012). Tre specie appartenenti al genere *Megastigmus* spp., associate a *L. invasa*, sono state rinvenute in Israele, Turchia e India (PROTASOV *et al.* 2008; KULKARNI *et al.* 2010 in: KELLY, 2012) dove è stato riscontrato anche *Aprostocetus gala* (Walker) (*Eulophidae*) (KULKARNI *et al.* 2010 in: KELLY, 2012).

In Sud Africa, a partire dal 2010, viene allevato *Megastigmus zebrinus* Grissell, presunta specie australiana, e dal 2012 *Selitrichodes neseri* Kelly & La Salle n. sp. (*Hymenoptera: Eulophidae: Tetrastichinae*) per il quale è in corso di valutazione la sua efficacia nel controllo biologico di *L. invasa* (KELLY, 2012).

5.1.2 Materiali e metodi

Dopo aver valutato, nelle stazioni di monitoraggio, la presenza di galle sulle foglie di *Eucalyptus*, all’interno di ciascuna area sono state scelte *at random* 4 piante da ognuna delle quali è stato prelevato 1 rametto lungo 40 cm. I campioni sono stati raccolti in buste di plastica separate ed etichettate.

Ogni campione è stato poi osservato in laboratorio per identificare la presenza di galle di *Lectocybe invasa* e/o *Ophelimus maskelli*.

Per valutare l’attuale presenza in Sardegna di eventuali parassitoidi dei galligeni in esame, prendendo spunto dal lavoro di CALECA condotto in Sicilia nel 2009, le foglie infestate raccolte (circa 50) sono state poste all’interno di sacchi di polietilene con carta assorbente e mantenute a temperatura ambiente per un mese (BRANCO *et al.*, 2009) fino allo sfarfallamento degli adulti del parassitoide e del galligeno. Le osservazioni sugli adulti emergenti sono ancora in corso.

5.1.3 Risultati

Il monitoraggio degli imenotteri eulofidi è stato condotto sul materiale vegetale raccolto in campo. In particolare per *Ophelimus maskelli*, da ogni campione sono state scelte 4 foglie su ciascuna delle quali è stato effettuato il conteggio delle galle presenti.

Per quanto riguarda *Leptocybe invasa* è stata valutata, invece, la percentuale di foglie colpite, lungo il picciolo e la nervatura principale, su quelle totali presenti nel rametto.

Per entrambi gli eulofidi esaminati si è notato un andamento bimodale (Figg. 26-27).

Nell'anno 2013 il maggior numero di galle di *O. maskellii* per foglia si è avuto nel mese di aprile (78) e il minimo a luglio (7). Nel 2014, invece si è registrato un valore massimo nel mese di agosto (125) ed un minimo a gennaio (32).

Per quanto riguarda *L. invasa*, invece, nel 2013 la maggiore percentuale di foglie colpite per rametto, si è registrata a settembre (17%) e la minore a luglio (3%), mentre nel 2014 il valore massimo è stato osservato a settembre (6).

Confrontando gli andamenti degli Imenotteri Eulofidi con quello della Psilla lerp, è evidente che il numero minimo di galle viene raggiunto nel mese di luglio quando è massima la popolazione della psilla.

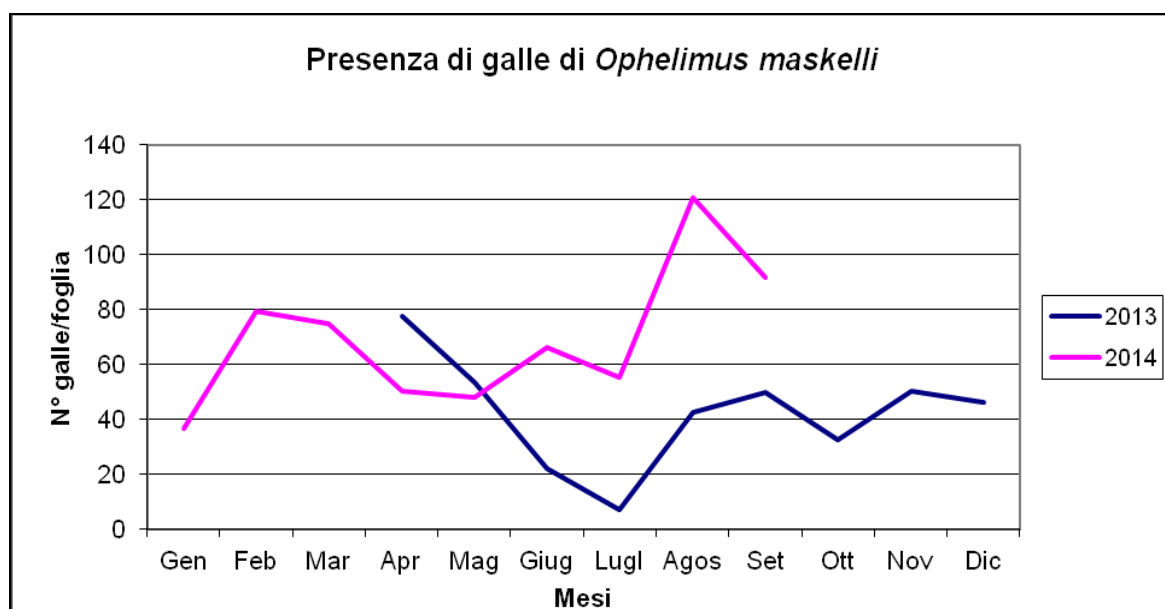


Fig. 26- Numero di galle di *O. maskellii* sulle foglie di eucalipto

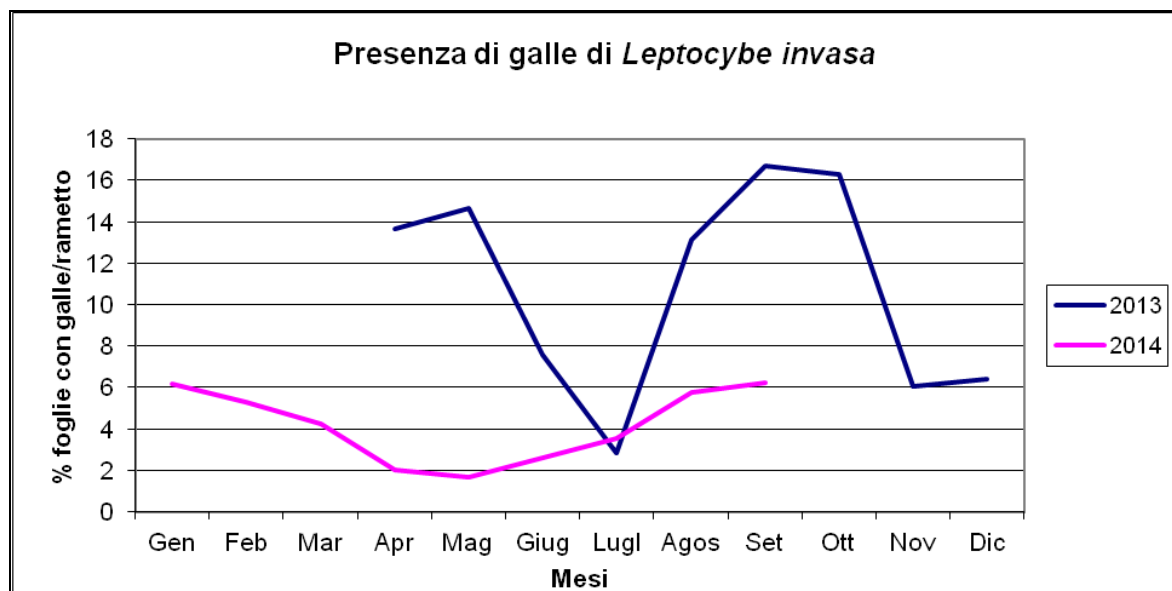


Fig. 27 - Percentuale di foglie colpite da *L. invasa* nel territorio regionale

A completamento dello studio del quadro fitosanitario dell'eucalipto in Sardegna i rilievi entomologici sono stati condotti attraverso osservazioni in campo, prelievo di materiale vegetale ed impiego di tecniche di raccolta con utilizzo di retino e ombrello entomologico (Fig. 28) su almeno 4 piante di eucalipto per stazione.



Fig. 28 - Catture attraverso l'uso dell'ombrello entomologico (foto Uniss-DA-SPAVE)

Inoltre, su 4 piante per area di studio, si è proceduto alla scortecciatura dei fusti per mettere in luce la eventuale presenza di fitofagi sottocorticali (Fig. 29).



Fig. 29 - Catture in campo attraverso scortecciatura (foto Uniss-DA-SPAVE)

L'indagine evidenzia la presenza di diversi insetti in grado di causare danni che, seppur limitati per intensità e diffusione rispetto a quelli determinati dai fitofagi principali, vanno sommandosi a questi, specie in particolari fasi della fenologia della pianta, complicando oltremodo il quadro fitosanitario dell'eucalipto in Sardegna.

5.2 *Blastopsylla occidentalis*

Nel corso del 2013, sull'intero territorio regionale, è stata rilevata la presenza su eucalipto dell'Emittero *Psyllidae: Blastopsylla occidentalis* Taylor, già segnalata nel 2006. In letteratura, poco nota è finora la biologia dell'insetto ed i danni da questo determinati.

Le prime osservazioni in campo evidenziavano attacchi di media intensità sulla parte terminale dei giovani germogli e sulle infiorescenze in formazione con conseguente colatura nel periodo tardo-primaverile.

Al fine di indagare l'intensità delle infestazioni di blastopsilla in Sardegna ed in particolare l'impatto sulle strutture fiorali dell'eucalipto, nel corso del 2014 è stata condotta una indagine su tutto il territorio regionale.



Fig. 30 - Adulto di *Blastopsylla occidentalis* (foto Uniss-DA-SPAVE)

Su ciascuno dei 12 siti di studio si è proceduto al conteggio delle infiorescenze di *Eucalyptus camaldulensis* che mostravano infestazioni da *Blastopsylla occidentalis*. L'indagine in campo, svolta nel mese di luglio, ha interessato 6 piante scelte *at random* per località, su ciascuna delle quali sono state esaminate 10 infiorescenze al fine di registrare la percentuale di quelle colpite.

Franco Buffa

Problematiche entomologiche dell'eucalipto in Sardegna e monitoraggio del fitofago di nuova introduzione Psilla lerp (*Glycaspis brimblecombei*) Tesi di dottorato in Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari, Indirizzo "Monitoraggio e controllo degli ecosistemi forestali in ambiente mediterraneo" Università degli Studi di Sassari

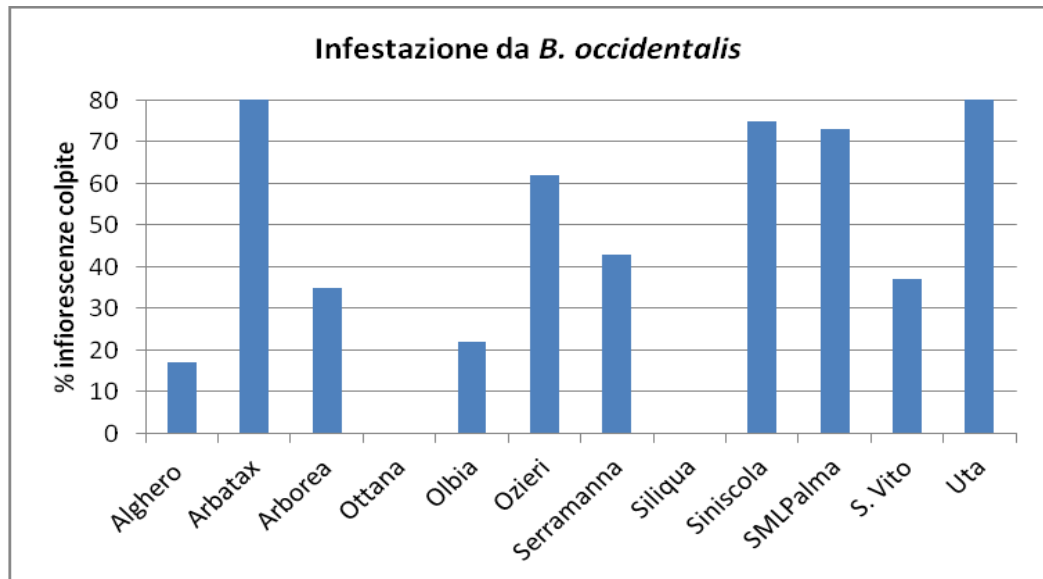


Fig. 30 - Livello di infestazioni di *Blastopsylla occidentalis* in Sardegna.

I risultati riportati nella fig 30 mostrano come nella gran parte dei siti monitorati (10 su 12) si sia registrata la presenza di *B. occidentalis*. In 4 località sulle 12 monitorate l'infestazione ha raggiunto livelli di elevata intensità superando il 70% delle infiorescenze colpite. L'infestazione media a livello regionale è risultata pari al 43,7%, mentre le maggiori infestazioni sono state registrate negli eucalipteti di Arbatax e Uta, con valori pari all'80% delle infiorescenze infestate dal rincote.



Fig. 31 - Attacco di *Blastopsylla occidentalis* su germoglio di eucalipto (foto Uniss-DA-SPAVE).

Franco Buffa

Problematiche entomologiche dell'eucalipto in Sardegna e monitoraggio del fitofago di nuova introduzione Psilla lerp (*Glycaspis brimblecombei*) Tesi di dottorato in Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari, Indirizzo "Monitoraggio e controllo degli ecosistemi forestali in ambiente mediterraneo" Università degli Studi di Sassari



Fig. 32 - Infiorescenza di eucalipto colpita da *Blastopsylla occidentalis* (foto Uniss-DA-SPAVE).



Fig. 33 - Eucalipto colpito da *Glycaspis brimblecombei* e *Blastopsylla occidentalis*.

Successivamente ai rilievi in campo sopracitati, si è proseguito nell'attività di monitoraggio di *B. occidentalis* osservando una diffusa coltura dei fiori (Fig. 34). Considerando che alla

Franco Buffa

Problematiche entomologiche dell'eucalipto in Sardegna e monitoraggio del fitofago di nuova introduzione Psilla lerp (*Glycaspis brimblecombei*) Tesi di dottorato in Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari, Indirizzo "Monitoraggio e controllo degli ecosistemi forestali in ambiente mediterraneo" Università degli Studi di Sassari

presenza della *Blastopsylla* è spesso associata quella della Psilla lerp, il sommarsi dei danni causati dai due rincoti, pregiudica in modo pesante la sopravvivenza delle delicate strutture fiorali dell'eucalipto.



Fig. 34 - Danni da *Blastopsylla occidentalis* su eucalipto (foto Uniss-DA-SPAVE).

5.3 *Polydrusus (Metallites) parallelus* (Chevrolat, 1860)

Coleottero curculionide, descritto da Chevrolat nel 1860 e raccolto in un viaggio in Corsica e nei dintorni di Bonifacio da un amico, M. Gougelet. In Corsica Deville (1914) lo indica come diffuso dalle aree litoranee sino al limite superiore delle foreste; molto abbondante nelle brughiere arboreescenti. È indicato come endemico della Sardegna, Corsica e Isola d'Elba (Abbazzi e Failla, 1982; Deville, 1914; Junk, 1931-39). L'Abeille, (1935-38) lo segnala sulle gemme di *Atriplex*.

Nel 1974 è stato rinvenuto nel periodo di maggio da Pesarini a Follonica (Grosseto) e da Abbazzi (1980) presso Punta Ala (Grosseto) e lungo la valle del fiume Ombrone nella zona di Murlo (Siena) nel 1981 (Abbazzi e Failla, 1982).

Franco Buffa

Problematiche entomologiche dell'eucalipto in Sardegna e monitoraggio del fitofago di nuova introduzione Psilla lerp (*Glycaspis brimblecombei*) Tesi di dottorato in Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari, Indirizzo "Monitoraggio e controllo degli ecosistemi forestali in ambiente mediterraneo" Università degli Studi di Sassari

Abbazzi e Osella (1992) lo danno come diffuso in Sardegna e Toscana e Abbazzi e Maggini (2009) riportando la stessa distribuzione lo indicano su *Ericaceae* Colonnelli *et al.* (2011) riportano segnalazioni per buona parte dell'Isola tra cui nelle province del Medio Campidano, Ogliastra, Carbonia-Iglesias e Nuorese. Le prime fasi della vita di questi insetti, larve e ninfe, che pure sono comunissimi allo stato adulto in primavera ed in estate, non si conoscono (Bargagli, 1884). Le larve presumibilmente come afferma il Perris (1876) vivono sottoterra nelle radici delle piante.

Attacchi da parte del coleottero curculionide, *Polydrusus parallelus*, si sono rilevati nei mesi di aprile e maggio del 2013 nelle località di Serramanna e Siniscola con il rilevamento di danni su germogli di eucaliptus. In queste occasioni è stato possibile procedere alla cattura degli adulti ed alla successiva identificazione dell'insetto. Nel corso del 2014 la sua presenza è stata registrata a partire da marzo, progressivamente su tutte le stazioni distribuite sull'intero territorio regionale, sino ai primi di giugno. I danni su eucalipto, non segnalati in bibliografia, appaiono di una certa entità, specie se riferiti a piante giovani. Gli adulti determinano erosioni anulari sui giovani rami causandone la successiva rottura e il conseguente disseccamento. Nel corso delle osservazioni in campo non è stato possibile individuare la presenza dello stadio larvale dell'insetto, a conferma di quanto riportato in letteratura. Nella metà del mese di maggio 2013, allo scopo di acquisire elementi per l'allestimento di una futura indagine sulla dinamica di popolazione dell'insetto, sono state disposte, in tre località della Sardegna ove ne era stata precedentemente rilevata la presenza (Siniscola, Serramanna e Santa Maria la Palma), 4 trappole cromotropiche bianche e 4 di colore azzurro, che non hanno registrato alcuna cattura di adulti di *Polydrusus parallelus*.



Fig. 35 - Adulto di *Polydrusus parallelus*.



Fig. 36 - Germoglio di eucalipto danneggiato da *Polydrusus parallelus*.

Franco Buffa

Problematiche entomologiche dell'eucalipto in Sardegna e monitoraggio del fitofago di nuova introduzione Psilla lerp (*Glycaspis brimblecombei*) Tesi di dottorato in Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari, Indirizzo "Monitoraggio e controllo degli ecosistemi forestali in ambiente mediterraneo" Università degli Studi di Sassari

5.4 *Gonipterus* sp.

I rilievi in campo hanno inoltre evidenziato la presenza di un Coleottero Curculionide appartenente al genere *Gonipterus* (Fig. 37-38) più frequentemente nelle stazioni di Olbia e Ozieri. Questo insetto, in passato erroneamente identificato come *Gonipterus scutellatus*, è attualmente interessato da una revisione sistematica (MAPONDERA et al. , 2012).



Fig. 37 - Adulto di *Gonipterus* sp. (foto Uniss-DA-SPAVE)



Fig. 38 - Erosioni fogliari da *Gonipterus* sp. su eucalipto (foto Uniss-DA-SPAVE)

Originario dell’Australia, già segnalato su eucalipto nel 1975, sia allo stadio larvale che adulto determina erosioni fogliari. A questo insetto si riferisce la prima esperienza condotta in Italia sull’impiego di antagonisti introdotti per il controllo di insetti fitofagi di origine esotica. Infatti, nel 1978, fu introdotto dall’Australia il parassitoide oofago *Anaphes (Patasson) nitens* (Girault) (*Hymenoptera Mymaridae*) al fine di contenere i danni causati dal *Gonipterus* (ARZONE, 1985 in: TIBERI, 2009). Sulla base dei rilievi condotti non sono stati osservati danni di entità apprezzabile

5.5 Coleotteri Cerambicidi

Le specie principali già segnalate in Sardegna sono *Phoracantha semipunctata* e la più dannosa *P. recurva*, le cui larve xilofaghe attaccano il fusto e i cui danni sono particolarmente gravi nelle piantagioni poste in terreni non adatti e possono costituire una vera emergenza laddove le piante sono indebolite per effetto di altri fattori abiotici o parassitari. Nel corso delle indagini 2013 solo in un caso è stata rilevata la presenza di danni causati da Coleotteri Cerambicidi presso la stazione di monitoraggio di Olbia (Fig. 39).



Fig. 39 - Danni da coleotteri Cerambicidi (foto Uniss-DA-SPAVE)

Franco Buffa

Problematiche entomologiche dell'eucalipto in Sardegna e monitoraggio del fitofago di nuova introduzione Psilla lerp (*Glycaspis brimblecombei*) Tesi di dottorato in Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari, Indirizzo "Monitoraggio e controllo degli ecosistemi forestali in ambiente mediterraneo" Università degli Studi di Sassari

6. IMPATTO SULLA PRODUZIONE MELLIFERA

6.1 Introduzione

In Sardegna la specie *Eucalyptus camaldulensis* è caratterizzata da un'abbondante e prolungata fioritura nei mesi di giugno-luglio, rappresentando un'attraente fonte alimentare per numerose specie di insetti impollinatori.

L'aggravamento del quadro fitosanitario dell'eucalipto registrato con l'avvento della Psilla lerp, ha determinato gravi ripercussioni sullo stato fisiologico delle piante e conseguentemente sulla fioritura e la relativa produzione nettariana, solo in minima parte compensata da produzione di melata, con una sensibile diminuzione della produzione dell'apprezzato miele monoflorale.

Per comprendere meglio tale impatto negativo, si è pertanto voluto indagare l'entomofauna pronuba associata all'*Eucalyptus camaldulensis* focalizzando l'attenzione sugli imenotteri apoidei ed in particolare sulla specie *Apis mellifera* (Fig. 40).



Fig. 40 - *Apis mellifera* su fiori di *Eucalyptus camaldulensis*.

Franco Buffa

Problematiche entomologiche dell'eucalipto in Sardegna e monitoraggio del fitofago di nuova introduzione Psilla lerp (*Glycaspis brimblecombei*) Tesi di dottorato in Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari, Indirizzo "Monitoraggio e controllo degli ecosistemi forestali in ambiente mediterraneo" Università degli Studi di Sassari



Fig. 41 - Apiario in località Santa Maria la Palma(Alghero) (foto Uniss-DA-SPAVE)

Si è ritenuto rilevante inserire questo aspetto in quanto, come già richiamato in premessa, l'eucalipto fornisce la produzione mellifera quantitativamente più abbondante per una azienda apistica in Sardegna (Fig. 41) ma che attualmente attraversa un momento di grande crisi a causa di un aggravamento della situazione fitosanitaria degli eucalipteti.

6.2 Aspetti metodologici

Nel periodo giugno-luglio 2014 è stato condotto un monitoraggio sull'entomofauna pronuba dell'*Eucalyptus camaldulensis* nella località di Santa Maria La Palma (Sardegna nord-occidentale).

Durante il periodo di fioritura, l'osservazione degli impollinatori è stata condotta seguendo la procedura descritta in Utelli e Roy (2000). Questa consisteva in tre periodi di 30 minuti di

osservazione con due osservatori per pianta, per un totale di tre ore al giorno di osservazioni (Fig. 42 e 43).



Fig. 42 -Fase di osservazione dei pronubi di eucalipto.

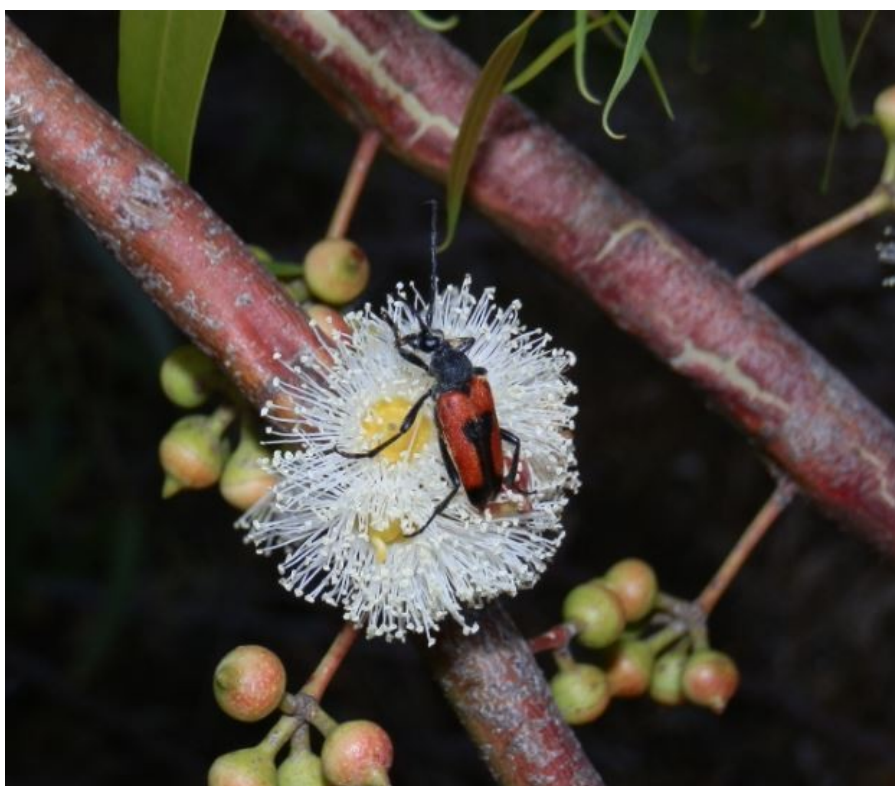


Fig. 43 - Il Coleottero Cerambicide *Corymbia cordigera* su fiori di eucalipto.

Franco Buffa

Problematiche entomologiche dell'eucalipto in Sardegna e monitoraggio del fitofago di nuova introduzione Psilla lerp (*Glycaspis brimblecombei*) Tesi di dottorato in Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari, Indirizzo "Monitoraggio e controllo degli ecosistemi forestali in ambiente mediterraneo" Università degli Studi di Sassari

Nell'arco della giornata sono state individuate tre fasce orarie: 9-10 h, 13-14 h e 17-18 h all'interno delle quali sono state condotte due osservazioni di 15 minuti ciascuna su rami di piante diverse individuate *at random*.

Questa procedura è stata ripetuta per nove giorni, una volta alla settimana, per un totale di 54 periodi di osservazione, andando a coprire un periodo di circa due mesi. Su ogni ramo sono stati conteggiati il numero delle infiorescenze, il numero di fiori aperti, la frequenza degli impollinatori distinti per i diversi ordini di appartenenza e, per la specie *Apis mellifera*, il numero di fiori visitati per ape.

Per discriminare i visitatori dagli impollinatori effettivi, si è osservato il comportamento dell'insetto sul fiore, verificando il probabile contatto tra antere e pistilli. Dopo l'osservazione e la registrazione di tutte le specie impollinatrici che interagivano con le infiorescenze di *E. camaldulensis*, si è proceduto alla cattura con retino entomologico. Gli insetti catturati sono stati posti in fiale con alcool e contrassegnati per la successiva identificazione.

Durante i periodi di osservazione sono stati rilevati in campo i valori di temperatura ambientale mediante l'ausilio di un termometro.

Il coefficiente di correlazione di Pearson (R) è stato utilizzato per verificare correlazioni tra il numero di api con la temperatura ambientale e il numero dei fiori aperti per infiorescenza e tra il numero di Coleotteri e fiori aperti (Sanzana *et al.*, 2012). Le elaborazioni sono state condotte mediante l'ausilio del software Minitab 15 (2007).

6.3 Risultati delle osservazioni

Dai rilievi condotti è emerso come gli insetti più numerosi che visitano l'*Eucalyptus camaldulensis* appartengono all'ordine degli Imenotteri (87%). La specie maggiormente rappresentata sul totale dei pronubi monitorati è l'*Apis mellifera* (64%), seguita da altri Imenotteri Apoidei in fase di determinazione (15%) e formicidi (8%). I Ditteri sono stati osservati in percentuale del 9% sul totale, i Coleotteri del 3%, mentre Ortotteri (0.4%) e Lepidotteri (0.1%) solo sporadicamente.

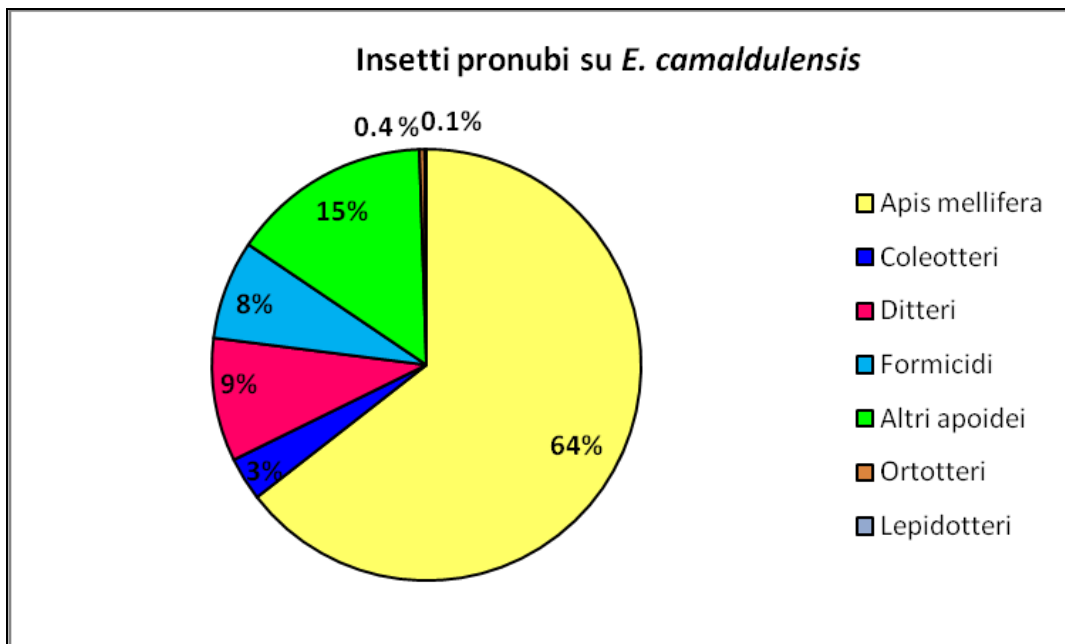


Fig. 44 – Percentuali di insetti pronubi su *E. camaldulensis*

Quest'indagine indica l'*Apis mellifera* quale principale agente impollinatore dell'eucalipto a conferma di quanto riportato da Yates *et al.*, (2005). In letteratura sono presenti anche studi che, in contrasto rispetto a quanto osservato, assegnano un ruolo marginale a questa specie rispetto agli altri ordini (Sanzana *et al.*, 2012).

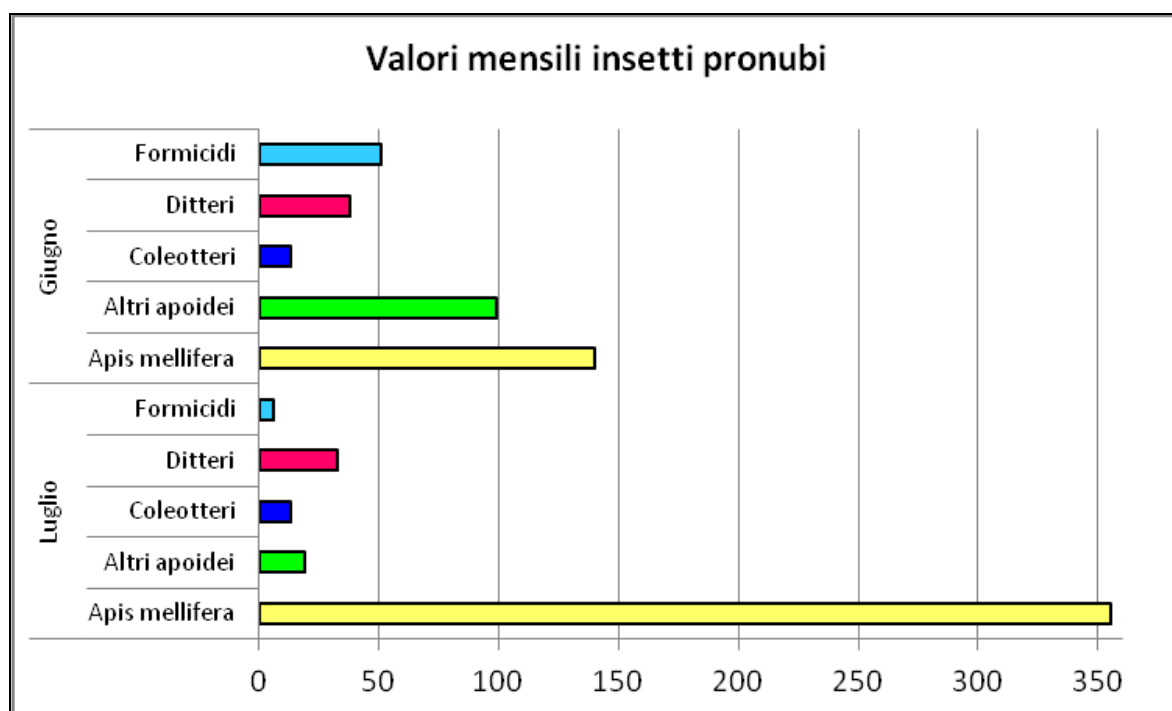


Fig. 45 – Valori complessivi dei pronubi nei due mesi di osservazione

Dall'esame dei dati, distinti in base al mese di osservazione, si è constatato come le api siano gli insetti più abbondanti su base mensile con una maggiore frequenza nel mese di luglio. Durante il primo mese si è registrata un'evidente attività pronuba da parte degli altri insetti, in particolare apoidei.

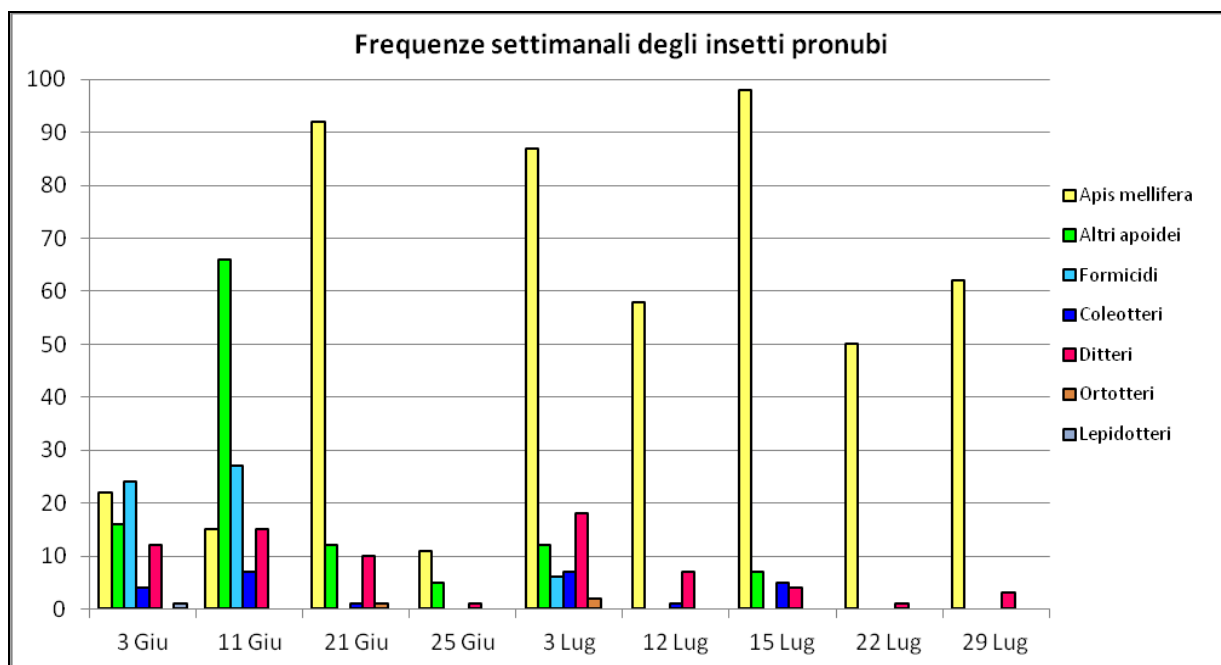


Fig. 46 – Frequenze settimanali degli insetti pronubi nel periodo giugno-luglio 2014

I rilievi mettono in luce come, nel periodo di fioritura, la maggiore attività delle api sia riscontrabile a partire dal 21 giugno, mostrando un andamento variabile presumibilmente attribuibile ai fattori climatici. Per quanto riguarda gli altri insetti impollinatori è stata notata una maggiore attività durante le prime settimane di giugno.

La proporzione di insetti varia anche in funzione della fascia oraria considerata. In particolare le api hanno mostrato una maggiore attività nelle ore centrali della giornata (13-14 h).

Per il mese di giugno si evidenzia come nelle prime ore del mattino e nel tardo pomeriggio alcuni gruppi quali Formiche e Ditteri sono più numerosi rispetto alle ore centrali della giornata, quando invece prevalgono *Apis mellifera* e altri apoidei.

Occorre anche precisare che la maggiore incidenza di *Apis mellifera* è certamente condizionata dall'esercizio dell'apicoltura e della pratica del nomadismo nelle aree di

diffusione dell'eucalipto, che alterano significativamente la composizione dell'entomofauna pronuba naturale.

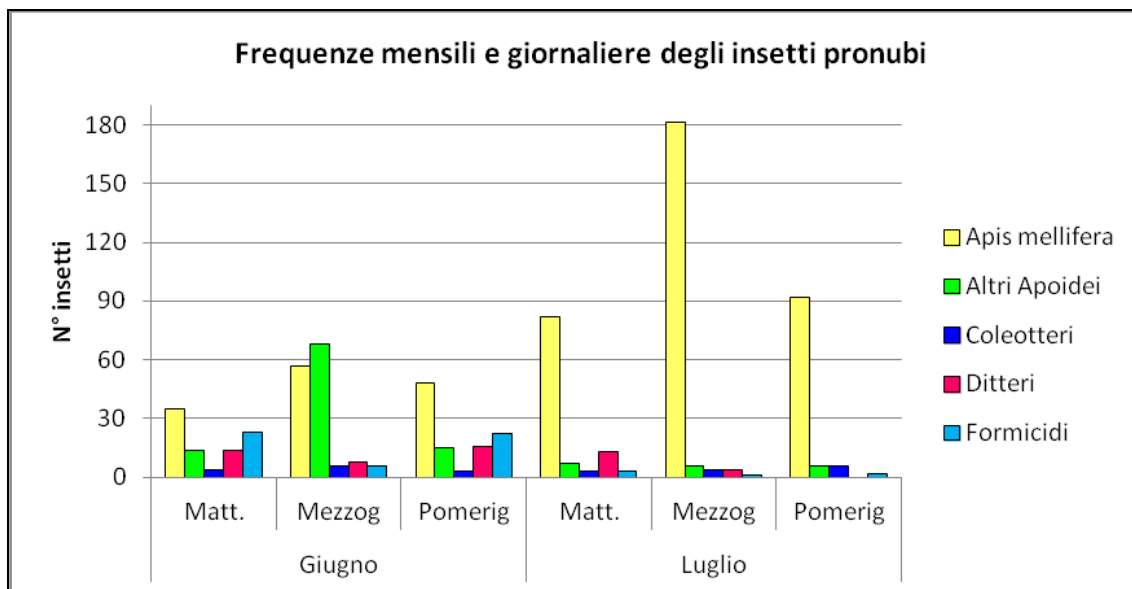


Fig. 47 – Frequenze mensili degli insetti pronubi per fasce orarie di osservazione

In seguito all'elaborazione statistica dei dati, a differenza di quanto riportato nel lavoro di Sanzana *et al.* (2012) non è stata trovata alcuna correlazione tra il numero di api, la temperatura e il numero di fiori aperti.

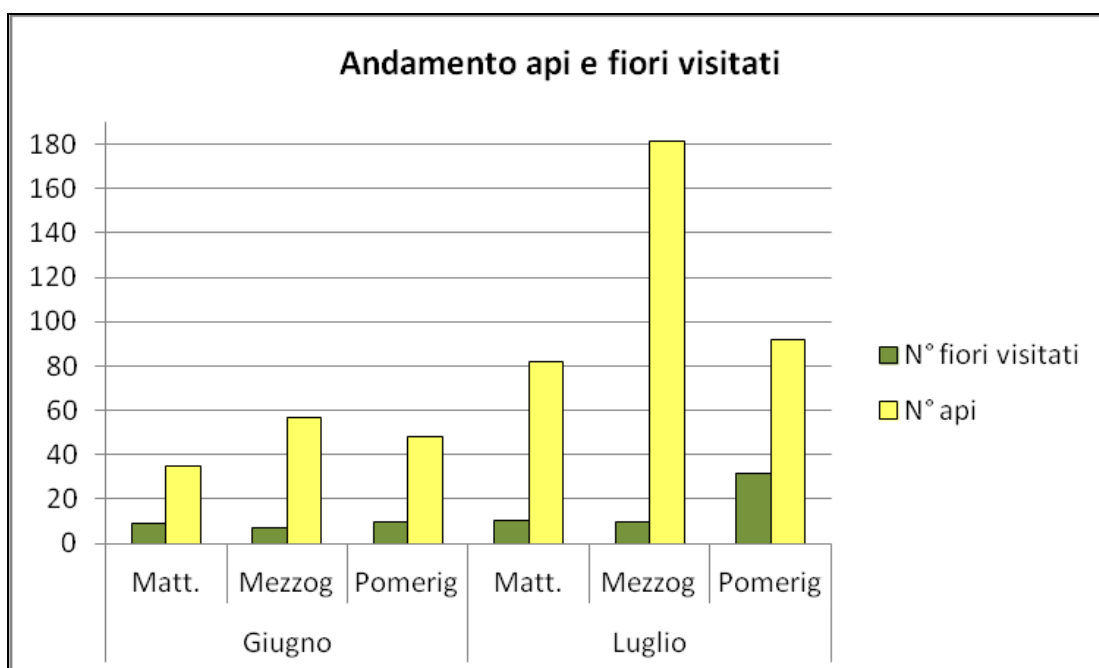


Fig. 48 – Numero di fiori visitati e di api (*Apis mellifera*) per fascia oraria e mese

I risultati mostrano che la frequenza di visita degli impollinatori in *E. camaldulensis* è altamente variabile entro il periodo di campionamento ma la temperatura e il numero dei fiori aperti per pianta non sono correlabili con le variazioni riscontrate per la specie *Apis mellifera*.

6.4 Aspetti tecnici

Al fine di realizzare questa produzione, le aziende apistiche della Sardegna praticano il nomadismo verso i comprensori caratterizzati dalla presenza di estesi eucalipteti.

La fioritura estiva in Sardegna va a coprire un periodo di scarsa presenza di fioriture spontanee, consentendo di ampliare la stagione produttiva. E' una pianta molto appetita dalle api non solo per il nettare ma anche per il polline che presenta un elevato tenore proteico.



Fig. 49 - Ape bottinatrice su fiori di eucalipto (foto Uniss-DA-SPAVE)

Il colore del miele varia da ambra chiaro a scuro quando liquido; beige grigiastro quando cristallizzato. Allo stato liquido si presenta molto denso, mentre cristallizzato si presenta tenace, asciutto, con cristalli medio – grossi o grossi, sabbiosi e taglienti. Caratteristica del miele cristallizzato è anche la presenza delle cosiddette *marezzature* che rappresentano un semplice difetto estetico conseguente alla retrazione della massa cristallizzata dalla superficie interna del vetro con formazione di macchie biancastre. L'odore è abbastanza intenso, molto caratteristico, aggressivo, di funghi secchi, di liquirizia, di affumicato o di caramello. Il sapore da normalmente a molto dolce; l'aroma di media intensità è anch'esso molto caratteristico, di caramella mou, di liquirizia, richiama le sensazioni olfattive, da mediamente a molto persistente.

Per poter realizzare la suddetta produzione, il management tecnico degli apiari, prevede al termine delle produzioni primaverili una attenta ispezione dei nidi al fine di poter scegliere i migliori alveari che saranno trasferiti nei comprensori a eucalipto.

Le arnie da movimentare vengono chiuse con l'apposita porticina nella tarda serata precedente al giorno prescelto per il trasferimento in modo che gli alveari possano essere portati nella nuova postazione senza che vi sia una perdita di api bottinatrici, vera forza raccoglitrice delle famiglie di api. Una volta chiuse, le arnie possono essere caricate con attenzione sul camion. È buona norma per gli apicoltori avere delle postazioni che consentano l'arrivo del mezzo di trasporto a pochi metri dagli alveari in modo da rendere più agevoli le operazioni di caricamento.

Grande attenzione viene inoltre riservata alla messa in sicurezza del carico attraverso una legatura con funi e tiranti. Durante il viaggio, il camion dovrà procedere a velocità moderate (max 50 km/h) in modo da rendere meno intenso lo stress da trasporto per gli alveari trasportati. Una volta giunti a destinazione, le arnie verranno poggiate delicatamente sui supporti che preventivamente erano stati disposti ad accogliere le neoarrivate colonie. L'apertura delle porticine e la liberazione delle api avviene dopo aver fatto passare una decina di minuti e aver sbuffato sugli ingressi un po' di fumo con l'affumicatore in modo da rendere più docili le api. Nei giorni successivi, si avvierà la vera e propria fase produttiva sovrapponendo a ciascuna arnia uno o più melari. Il melario è una cassetta quadrata senza fondo né coperchio, i cui lati hanno le stesse dimensioni dell'arnia. Si sovrappone al nido, fra la camera di covata e la tappo coprifavo, ed è destinato a contenere i favi in cui le api depositano il miele andando a incrementare la capacità dell'arnia stessa.

Franco Buffa

Problematiche entomologiche dell'eucalipto in Sardegna e monitoraggio del fitofago di nuova introduzione Psilla lerp (*Glycaspis brimblecombei*) Tesi di dottorato in Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari, Indirizzo "Monitoraggio e controllo degli ecosistemi forestali in ambiente mediterraneo" Università degli Studi di Sassari



Fig. 50 - Allestimento di un apiario per la produzione del miele di eucalipto

La permanenza degli alveari in sito si protrae per tutto il periodo di fioritura dell'eucalipto, ovvero sino alla seconda metà di luglio.

Durante questo periodo le visite agli apiari si susseguono con cadenza settimanale, curando in modo particolare l'ispezione e l'eventuale aggiunta di melari. Una volta scemato il flusso nettario e quindi esaurito il periodo di raccolta si procede con la rimozione dei melari e loro trasporto in laboratorio previo posizionamento degli apiscampo su ciascun arnia. Gli apiscampo sono costituiti da pannelli in legno quadrati dotati dispositivi a giostra che, permettendo il flusso delle api in un solo verso, consentono la discesa delle api nel nido andando così a liberare i melari dalle api prima del loro trasferimento verso le successive fasi di smielatura. Le postazioni utilizzate dagli apicoltori per la produzione del miele di eucalipto si trovano solitamente all'interno di appezzamenti di terreno delimitati da alti filari di eucalipto concessi in comodato dai proprietari del fondo con i quali esiste un rapporto di fiducia e stima reciproca. Quest'ultimo fattore è di grande importanza in quanto la costante presenza dei proprietari scoraggia eventuali malintenzionati da tentativi di furto.

Franco Buffa

Problematiche entomologiche dell'eucalipto in Sardegna e monitoraggio del fitofago di nuova introduzione Psilla lerp (*Glycaspis brimblecombei*) Tesi di dottorato in Scienze e Biotecnologie dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari, Indirizzo "Monitoraggio e controllo degli ecosistemi forestali in ambiente mediterraneo" Università degli Studi di Sassari

6.5 Aspetti produttivi

Attraverso lo studio dei dati degli ultimi 4 anni relativi alle produzioni medie per alveare registrati negli apiari aziendali dell'azienda apistica Asfodelo di Pattada, è stato possibile ricostruire l'andamento delle produzioni di miele di eucalipto andando ad apprezzare il crollo registrato a partire dall'annata 2012. Quella del 2011 è stata l'ultima stagione caratterizzata da buoni livelli produttivi, quando si potevano registrare medie di 35 kg di miele di eucalipto per alveare. Considerando che, nel contesto della gestione annuale degli apiari, a questo dato andavano inoltre sommate le produzioni primaverili (asfodelo, lavanda e cardo) e autunnali (corbezzolo) vediamo come la redditività dell'azienda raggiungeva punte di tutto rispetto.

Il grafico (Fig. 51) mostra chiaramente l'impatto devastante sulle produzioni determinato dall'avvento della psilla lerp dell'eucalipto. Dopo due anni di produzione zero (2012 e 2013), solo nel 2014 si è assistito ad una leggera ripresa produttiva con appena 4,4 kg di miele di eucalipto intesi come di produzione media per alveare. Sono questi dei livelli produttivi molto distanti da quelli dei floridi tempi passati, ma che tuttavia segnano una sospirata inversione di tendenza.

Nell'istogramma illustrato nella figura 52 viene rappresentato graficamente il confronto tra le rese medie per alveare realizzate nell'annata 2014 presso diverse aziende apistiche nella Nurra algherese su un totale di totale di 260 alveari. Dall'analisi di questi dati emerge chiaramente come il bassissimo livello produttivo sia stato generalizzato e non dunque specifico di singole conduzioni aziendali.

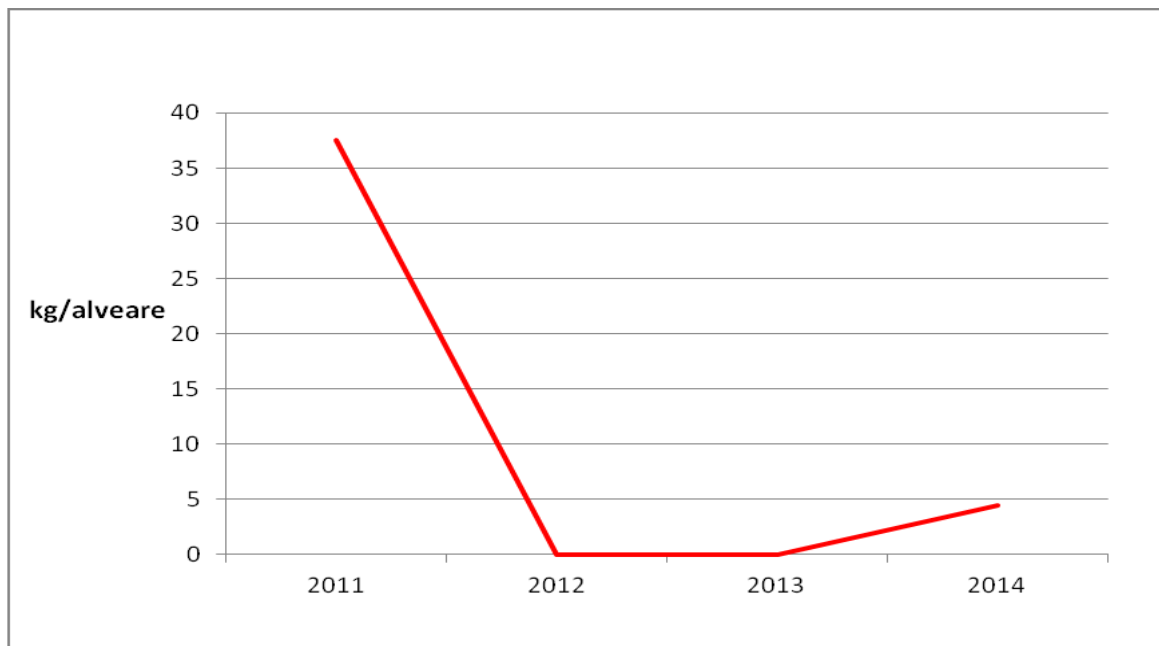


Fig. 51 - Produzioni medie di miele di eucalipto per alveare nel periodo 2011-2014.

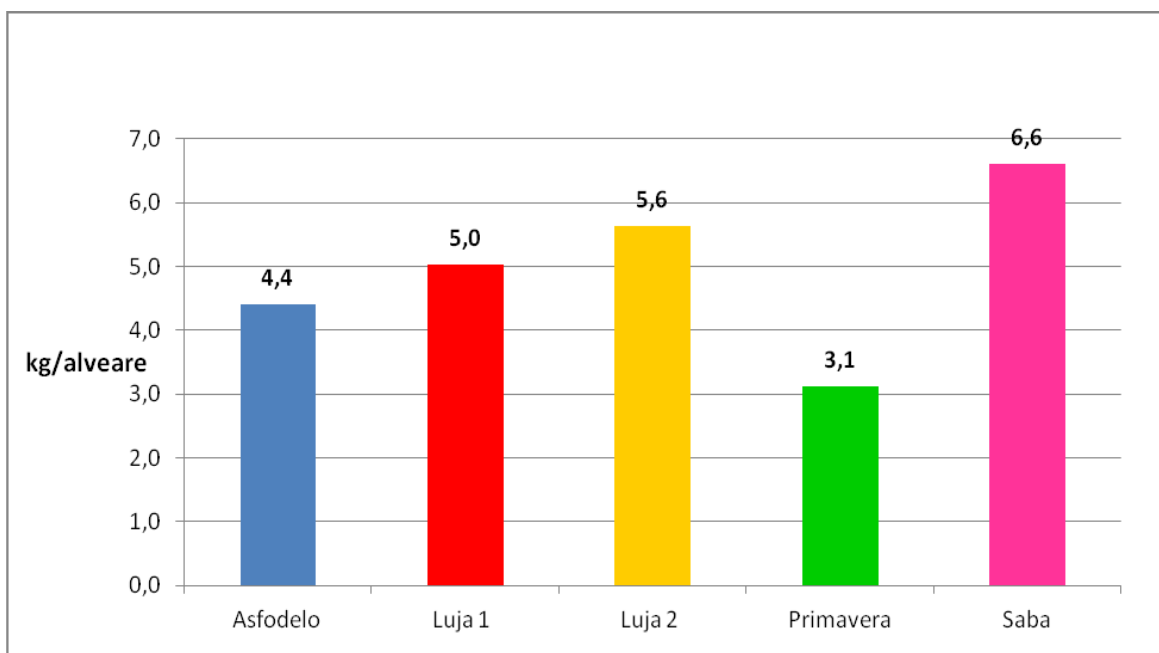


Fig. 52 -Produzioni medie di miele di eucalipto per alveare in diversi apiari della Nurra nel 2014.

Inoltre, la presenza sulle foglie della melata prodotta dalla psilla lerp e attivamente bottinata dalle api, ha portato all'ottenimento di produzioni uniflorali contaminate da indicatori di melata, con caratteristiche chimiche e sensoriali lontane dagli standard del miele di eucalipto con conseguente deprezzamento del prodotto.





Fig. 52 -Ape bottinatrice su melata di psilla lerp.

6.6 Alcuni dati analitici sui mieli

6.6.1 Colore

Comparazione con il Colorimetro Lovibond 2000 Per effettuare questa misurazione sono state utilizzate delle cuvette, aventi sezione di 10 mm di lato, riempite con i campioni di miele, che sono state inserite nel compartimento sinistro del Colorimetro; nel compartimento destro è stata inserita una cuvette riempita con acqua distillata. Lo strumento è stato posto davanti ad una fonte di luce fluorescente D65 (Gretag/Macbeth 6500K F20T12/65). Ogni campione è stato confrontato con una serie di vetri colorati di diversa intensità posti su un disco 4/55 (scala internazionale): facendo ruotare il disco dei colori in senso orario o antiorario si è cercato il colore più simile a quello del miele. I vetri colorati sono contraddistinti da numeri corrispondenti a precisi punti della scala Pfund, i cui valori corrispondenti sono stati posti in relazione con la scala internazionale (Tab. IX).

Tab. IX - Comparazione visiva e dei valori del colore ottenuti da mieli di eucalipto ed eucalipto + melata esaminati con Colorimetro Lovibond 2000 ed espressi in mm Pfund.

		MIELE	mm Pfund
	EUCALIPTO	Media	52,8
		Min	48
		Max	60
	MELATA	Media	85
		Min	76
		Max	104

6.6.2 Analisi pollinica

Le caratteristiche melissopalinologiche sono alla base della definizione dell'origine geografica e botanica del miele. La melissopalinologia è infatti la branca della palinologia applicata al miele, che, tramite l'analisi microscopica del sedimento, ottenuto dalla centrifugazione di una data quantità di miele e dalla predisposizione di un preparato microscopico, consente il riconoscimento dei pollini e degli altri elementi figurati (es. spore, ife, altri indicatori di melata). Il miele contiene sempre granuli pollinici, in quanto questi possono "contaminare" direttamente il nettare nel momento in cui l'ape lo raccoglie. È quindi possibile dall'osservazione del polline contenuto nel miele risalire all'origine botanica. Sulla base del riconoscimento di tali pollini e di altri elementi, e della loro rappresentatività è possibile risalire alle specie botaniche bottinate. Inoltre, attraverso la melissopalinologia si può risalire all'origine geografica di un miele, in quanto lo spettro pollinico, cioè l'insieme dei pollini che compaiono nel suo sedimento, rispecchia la situazione floristica del luogo di produzione poiché zone geografiche diverse presentano associazioni floristiche differenti, tanto più spiccate quanto maggiore è il divario climatico. L'interpretazione deve quindi tener conto della "rappresentatività" dei pollini che sono stati trovati nel sedimento (cioè la tendenza dei vari pollini ad essere iper-, normalmente o ipo-rappresentati rispetto al nettare), dei dati pollinici quantitativi (la quantità totale di polline) e di eventuali altre analisi, per giungere ad un'identificazione dell'origine botanica del miele. I metodi utilizzati

sono quelli preconizzati dalla Commissione Internazionale di Botanica Apistica (1970) e definiti, per i mieli uniflorali italiani nelle schede tipologiche pubblicate dal Nel caso del miele di eucalipto, lo spettro pollinico tipo per i mieli sardi è rappresentato nella tabella X.

Tab. X – Tipi pollinici più frequenti nel sedimento dei mieli di *Eucalyptus* della Sardegna. In giallo le forme più costanti, in grigio quelle con ricorrenza media, * = specie non nettraifere.

Eucalyptus	Compositae S
Echium	Olea*
Rubus	Umbelliferae
Trifolium pratense s.l.	Graminaceae altre*
Trifolium repens	Myrtus
Cruciferae	Scrophular. altre
Cistus*	Lavandula stoechas
Hedysarum	Lotus
	Quercus*
	Papaver*
	Pistacia*

Trattandosi di un polline e di un sedimento iper-rappresentati, la percentuale di polline di *Eucalyptus* stabilita nella scheda ministeriale deve risultare maggiore del 90% e il contenuto assoluto di polline nel sedimento maggiore di 100.000/10 g di miele (valore medio 269.300/10 g). Dalla campionatura conseguita nell'area della Nurra (un totale di 6 campioni) sono emersi valori percentuale di polline di *Eucalyptus* compatibili con i valori riportati nella scheda ministeriale (89-99%), ma in 3 casi sono risultati molto prossimi al limite stabilito.

7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Gli studi condotti in questa prima fase dell'indagine portano alle seguenti considerazioni:

- *In Sardegna, i rilievi effettuati, in contrasto con i risultati di Peris-Felipo et al. (2011), ed in accordo con Laudonia et al. (2013), mostrano la presenza di tutti gli stadi anche nei mesi invernali. Durante tutto il periodo di campionamento, è sempre stata rilevata la presenza degli adulti, anche in inverno, sebbene in maniera sporadica e rara. La psilla in Sardegna presenta una dinamica di popolazione strettamente dipendente da fattori abiotici e biotici. Tra i fattori abiotici, è sicuramente l'andamento climatico quello che determina la maggiore influenza sul numero delle generazioni svolte e, quindi, sull'intensità delle infestazioni di Psilla lerp degli eucalipteti sardi. Le osservazioni in campo hanno evidenziato durante il periodo estivo un crescente numero di neanidi e ninfe all'aspetto disseccate da un deficit idrico.*
- *Glycaspis brimblecombei si conferma come maggior protagonista del quadro fitosanitario dell'eucalipto in Sardegna;*
- *le sue popolazioni raggiungono il loro massimo nel mese di luglio in coincidenza con il periodo di fioritura della specie principale Eucalyptus camaldulensis, esercitando una influenza negativa sulla produzione e sulle caratteristiche organolettiche della relativa produzione mellifera (in corso di indagine);*
- *la diffusione del suo parassitoide Psyllaephagus bliteus è caratterizzata da un soddisfacente livello di adattamento alle condizioni vegetazionali e climatiche della Sardegna, ma la sua azione limitatrice delle popolazioni di Psilla non è omogenea sul territorio regionale con tassi di parassitizzazione che raggiungono livelli più alti nelle stazioni ubicate nel sud della Sardegna. Questo andamento, presumibilmente ascrivibile all'influenza di differenti condizioni climatiche, implica la necessità di lanci in alcuni siti strategici per anticipare e potenziare l'azione di contenimento;*
- *durante i numerosi sopralluoghi in campo non è stata rilevata la temuta introduzione del Rincoto Eterottero Thaumastocoris peregrinus, pericoloso fitofago dell'eucalipto già segnalato nell'Italia centrale;*

- le indagini hanno confermato l'importanza degli Imenotteri Eulofidi *Ophelinus maskelli* e *Leptocybe invasa*, la cui incidenza spesso elevata complica il quadro fitosanitario dell'eucalipto;
- è stata messa in rilievo la presenza di altri fitofagi, in particolare il Rincoto Psillide *Blastopsylla occidentalis* e il Coleottero Curculionide *Polydrusus parallelus* che, seppur causando danni di minore gravità e diffusione rispetto a *Psilla lerp* e agli Eulofidi, partecipano all'aggravamento dello status sanitario;
- alle problematiche entomologiche si associano quelle determinate dal deperimento causato dai patogeni fungini andando a definire un quadro estremamente preoccupante della sanità dell'eucalipto in Sardegna.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Abbazzi P. & Failla S., 1982 - Bollettino Società Entomologica Italiana, Genova 114 (8-10) p. 144-146
- Abbazzi P. & Maggini L., 2009 - Elenco sistematico-faunistico dei Curculionoidea italiani, Scolytidae e Platypodidae esclusi (Insecta, Coleoptera). *Aldrovandia*, 5: 29–216.
- Abbazzi P. & Osella G., 1992 - Elenco sistematico-faunistico degli Anthibidae, Rhinomaceridae, Attelabidae, Apionidae, Brentidae, Curculionidae Italiani (Insecta, Coleoptera, Curculionoidea) I parte. *Redia*, 75 (2): 267–414.
- Arzone A., 1985 - Biological control of the eucalyptus snout beetle in Italy. *Bulletin SROP*, 8(1): 70-73.
- Bargagli P., 1886 - Bollettino della Società Entomologica Italiana, Anno Diciottesimo, Tipografia Cenniana, Firenze, p.280
- Bargagli P., 1884 - Bollettino della Società Entomologica Italiana, Anno Diciottesimo, Tipografia Cenniana, Firenze, p.32-36.
- Borrajo P, Lopez G, Ruiz F. 2009. [First report of the occurrence of *Glycaspis brimblecombei* Moore (Homoptera, Psyllidae) in SW of Spain.] Primera cita de *Glycaspis brimblecombei* Moore (Homoptera: Psyllidae) en SO de España. *Bol sanid veg, Plagas*. 35(3):355–361.
- Branco M., Boavida C., Durand N., Franco J. C., Mendel Z.,, 2009 - Presence of the *Eucalyptus* gall wasp *Ophelimus maskelli* and its parasitoid *Closterocerus chamaeleon* in Portugal: First record, geographic distribution and host preference. *Phytoparasitica* 37:51–54.
- Brennan EB, Gill RJ, Hrusa GF, Weinbaum SA. 1999. First record of *Glycaspis brimblecombei* (Moore) (Homoptera: Psyllidae) in North America: initial observations and predator associations of a potentially serious new pest of *Eucalyptus* in California. *Pan-Pac Entomol.* 75:55–57.
- Brennan EB, Hrusa GF, Weinbaum SA, Levison W. 2001. Resistance of *Eucalyptus* species to *Glycaspis brimblecombei* (Homoptera: Psyllidae) in the San Francisco Bay area. *Pan-Pac Entomol.* 77:249–253.

- Burckhardt, D., 2005. Biology, ecology, and evolution of gall-inducing psyllids (Hemiptera: Psylloidea). In: Raman, A., Schaefer, C.W., Withers, T.M. (Eds.), *Biology, Ecology, and Evolution of Gall-inducing Arthropods*, vol. 1. Science Publishers, New Hampshire, pp. 143e157.
- Burckhardt D, Lozada PW, Diaz BW. 2008. First record of the red gum lerp psyllid *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) from Peru. *Bull Soc Entomol Suisse*. 8(1):83–85.
- Burckhardt D, Ouvrard D. 2012. A revised classification of the jumping plant-lice (Hemiptera: Psylloidea). *Zootaxa*. 3509:1–34.
- Caleca V., 2010 - First record in Algeria of two Eulophidwasps: *Closterocerus chamaeleon* (Girault) and its host, the *Eucalyptus* gallwasp *Ophelimus maskelli* (Ashmead) (*Hymenoptera Eulophidae*). *Naturalista sicil.*, S. IV, XXXIV (1-2), pp. 201-206.
- Caleca V., Rizzo M.C., Lo Verde G., Rizzo R., Buccellato V., Luciano P., Cao O., Palmieri V., Grande S.B., Campolo O., 2009 - Diffusione di *Closterocerus chamaeleon* (Girault) introdotto in Sicilia, Sardegna e Calabria per il controllo biologico di *Ophelimus maskelli* (Ashmead) (*Hymenoptera, Eulophidae*), galligeno esotico sugli eucalipti. In *Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura per il miglioramento e la conservazione dei boschi italiani* (pp. 638-642). Firenze.
- Caleca V, Lo Verde G, Maltese M. 2011. First record in Italy of *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera Encyrtidae) parasitoid of *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera Psyllidae). *Naturalista sicil.* S. IV(XXXV 3–4):435–444.
- Camarda I., Valsecchi F., 2008 – *Alberi e arbusti spontanei della Sardegna*. Carlo Delfino editore.
- Contessi A., 2004 - *Le api. Biologia, allevamento, prodotti*. Edagricole
- Carta della natura regione Sardegna, in scala 1: 50.000
- Carta Forestale, regione Sardegna
- Carta d'uso del suolo 2008, regione Sardegna, in scala 1:25.000
- Chauzat, M.P., Purvis, G., Dunne, R., 2002. Release and establishment of a biological control agent, *Psyllaephagus pilosus*, for eucalyptus psyllid (*Cenarytaina eucalypti*) in Ireland. *Ann. Appl. Biol.* 141, 293–304.

- Colonnelli E., Osella B.G., Cornacchia P., 2011- Records of Curculionoidea from the region-owned forest of Marganai and other localities of central-southern Sardinia (Coleoptera: *Anthribidae*, *Attelabidae*, *Rhynchitidae*, *Apionidae*, *Nanophyidae*, *Brachyceridae*, *Curculionidae*, *Raymondionymidae*, *Dryophthoridae*) *Conservazione Habitat Invertebrati* 5: 581–607.
- Daane K.M., Sime K.R., Dahlsten D.L., Andrews J.W. jr., Zuparko R.L., 2005 - The biology of *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera: Encyrtidae), a parasitoid of the red gum lerp psyllid (Hemiptera: Psylloidea). - *Biol. Control*, 32: 228-235.
- Dahlsten, D.L., Rowney, D.L., Copper, W.A., Tassan, R.L., Chaney, W.E., Robb, K.L., Tjosvold, S., Bianchi, M., Lane, P., 1998b. Parasitoid wasp controls blue gum psyllid. *Calif. Agricul.* 52 (1), 31–34.
- Deville Sainte-Claire J., 1914 - Catalogue critique des Coléoptères de la Corse. p. 412
- Doğanlar M., Hassan E., 2010 - Review of Australian species of *Megastigmus* (Hymenoptera: Torymidae) associated with *Eucalyptus*, with descriptions of new Species. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4, 5059–5120.
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization). 2011. *Glycaspis brimblecombei* occurs in Sardinia, Italy 2011/041. EPPO Report Ser. 2:12.
- Eatough Jones M. & Paine T.D., 2012. Associations between invasive eucalyptus psyllids and arthropod litter communities under tree canopies in southern California. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 143: 280–291.
- Floris I., 1991 - Risorse nettarifere della Sardegna. L'ape nostra amica, Anno XIII, Nov.-Dic. 1991, N. 6: 8-12.
- Floris I., 2000 - Ricerche sull'Apicoltura in Sardegna. Ed. I. Floris, Stampacolor (SS), 2000: 160 pp.
- Floris I., Prota R., Marras P., Ricciardelli D'Albore G., 1991 - Caratterizzazione botanica dei mieli della Sardegna (I. Aspetti generali). Atti "Stato attuale e sviluppo della ricerca in apicoltura" Sassari 25-26 ottobre 1991: 169-188.
- Floris I., Papoff. C.M., Marras P.M., Deiana M., 1993 - Flora di interesse apistico della Sardegna (II. Risorse pollinifere di un'area settentrionale). *Apicoltura*, 8: 99-115 (1992-93).
- Floris I., Satta A., 2001 – Schede della Flora di interesse apistico e mappatura di aree nettarifere. Ed. Associazione Produttori Apistici Provincia di Cagliari: 98 pp.
- Floris I., Satta A., 2009 – Apicoltura in Sardegna. Ed. Assomedia: 200 pp.

- Firmino-Winckler D.C., Wilcken C.F., De Oliveira N.C., Oliveira de Matos C.A. 2009. Biologia do psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera, Psyllidae) em *Eucalyptus* spp. *Revista Brasileira de Entomologia* 53(1): 144-146.
- Garonna AP, Sasso R, Laudonia S. 2011. *Glycaspis brimblecombei* (Hem.: Psyllidae), la psilla dal follicolo bianco ceroso, altra specie aliena dell'Eucalipto rosso in Italia. [*Glycaspis brimblecombei* (Hem.: Psyllidae), the invasive red gum lerp psyllid recorded in Italy.] *Forest@* DOI: 10.3832/efor0654-008
- Geminiani G., 1997, La coltivazione degli eucalitti in ambiente mediterraneo, in Dettori S., Filigheddu M.R. (a cura di) *Atti del Convegno "Arboricoltura da legno: quale futuro?"*, Nuoro 30-31 Ottobre 1997.
- Germinara GS, Cataldo MDI, Palma ADI, Rotundo G. 2011. Segnalata psilla lerp sul litorale adriatico centro-meridionale. [Report of lerp psyllid from the Adriatic coast in south-central Italy.] *Informatore Agrario. Inf Agrar.* 67(45):66–67.
- Gill RJ. 1998. New state record: Redgum lerp psyllid, *Glycaspis brimblecombei*. *California Plant Pest Disease Report.* 17:7–8.
- Hodkinson, I.D., 2009. Life cycle variation and adaptation in jumping plant lice (Insecta: Hemiptera: Psylloidea): a global synthesis. *Journal of Natural History* 43, 65e175.
- Hollis D. 2004. *Australian Psylloidea: jumping plant lice and lerps insects*. Canberra, Australia: ABRS – Australian Biological Resources Study.
- <http://www.mieliditalia.it/>
- <http://www.apicolturaonline.it/>
- Hustache A., 1925 - *Annales de la Société Entomologique de France*. Volume XCIV, Ed. Paul Lechevalier, Parigi.
- Kelly J., Salle J., Harney M., Dittrichschröder G., Hurley B., 2012 - *Selitrichodes neseri* n. sp., a new parasitoid of the eucalyptus gall wasp *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle (*Hymenoptera: Eulophidae: Tetrastichinae*). *Zootaxa* 3333: 50-57.
- Kim I. K., Mendel Z., Protasov A., Blumberg D., La Salle, J., 2008 - Taxonomy, biology and efficacy of two Australian parasitoids of the eucalyptus gall wasp, *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle (*Hymenoptera: Eulophidae: Tetrastichinae*). *Zootaxa*, 1910, 1–20.

- Kulkarni H., Kumari N.K., Vastrad A.S., Basavanagoud K., 2010 - Release and recovery of parasitoids in eucalyptus against gall wasp, *Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae) under green house. Karnataka Journal of Agricultural Science, 23, 91–92.
- Junk W., 1931-39 - Curculionidae I, Volumen XXVII, 's-Gravenhage Berlino.
- L'Abeille., 1935-1938 - Journal d'Entomologie. Tome XXXVI. Paris.
- Laudonia S, Garonna AP. 2010. The red gum lerp psyllid, *Glycaspis brimblecombei*, a new exotic pest of *Eucalyptus camaldulensis* in Italy. Bull Insectol. 63:233–236.
- Laudonia S., Margiotta M., Sasso R. 2013. Journal of Natural History. Seasonal occurrence and adaptation of the exotic *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Aphalaridae) in Italy. <http://dx.doi.org/10.1080/00222933.2013.825021>.
- Legge Regionale 17 dicembre 1985, n. 30 Norme per l'incremento e la tutela dell'apicoltura.
- Legge nazionale 24 dicembre 2004, n. 313 "Disciplina dell'apicoltura"
- Lo Verde G., Rizzo R., Barraco G., 2009 - Dannosità e controllo di *Ophelimus maskelli* (Ashmead) su *Eucalyptus camaldulensis* in vivaio. Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura. Taormina (ME), 16-19 ottobre 2008. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, p. 1409-1412.
- Lo Verde G, Bella S, Caleca V, Rapisarda C, Sidoti A. 2011. Presenza in Sicilia di *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera Psyllidae) su *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. [On the presence in Sicily of *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera Psyllidae) on *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.] Naturalista sicil. S. IV(XXXV):425–434.
- Mapondera T.S., Burgess T., Matsuki M., Oberprieler R.O., 2012 - Identification and molecular phylogenetics of the cryptic species of the *Gonipterus scutellatus* complex (Coleoptera: Curculionidae: Gonipterini) Australian Journal of Entomology 51, 175–188.
- Mendel Z., Protasov A., Fisher N., La Salle J., 2004 - Taxonomy and biology of *Leptocybe invasa* gen. & sp. n. (Hymenoptera: Eulophidae), an invasive gall inducer on *Eucalyptus*. Australian Journal of Entomology, 43: 101-113.
- Mendel Z., Protasov A., Saphir N., Brand D., Assale F., Blumberg D., La Salle J., 2005 - Insect plant interactions of two invasive *Eucalyptus* gall inducers, *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle and *Ophelimus maskelli* (Ashmead) (Hymenoptera: Eulophidae), and management possibilities. In:

Bento A., Miranda-Arabolaza M.J., Pereira J.A., Ed.: IV Congreso Nacional de Entomología Aplicada, Bragança 17-21 October 2005, Bragança.

Minitab 15, 2007. – Statistical software

Moore KM. 1964. Observations on some Australian forest insects. 18. Four new species of *Glycaspis* (Homoptera: Psyllidae) from Queensland. Proceedings of the Linnean Society of New South Wales. 89: 163–166.

Morgan FD. 1984. Psylloidea of South Australia. South Australia: Woolman DJ, Government Printer.

Noyes, J.S., Hanson, P., 1996. Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) of Costa Rica: the genera and species associated with jumping plant-lice (Homoptera: Psylloidea). Bull. Nat. Hist. Museum, London (Entomol.) 65, 105–164.

Oliveira KN, Jesus FM, Silva JO, Espírito-Santo MM, Faria ML. 2012. An experimental test of rainfall as a control agent of *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera, Psyllidae) on seedlings of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn (Myrtaceae). Rev Bras Entomol. 56(1):101–105.

Oppong, C.K., Addo-Bediako, A., Potgeiter, M.J., Wessels, D.C.J., 2010. Nymphal behavior and lerp constructions in the mopane psyllid *Retroacizzia mopani* (Hemiptera: Psyllidae). African Invertebrates 51, 201-206.

Paine T.D., Dahlsten D.L., Millar J.G., Hoddle M.S., Hanks L.M., 2000 - UC scientists apply IPM techniques to new eucalyptus pests. - California Agriculture, 54: 8-13.

Perez-Otero R, Borrajo P, Mansilla JP, Ruiz F. 2011. Primera cita en España de *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera, Encyrtidae), parasitoide de *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera, Psyllidae). [First report of occurrence of *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera: Encyrtidae) in Spain.] Bol Sanidad veg Plagas. 37(1):37–44.

Peris-Felipo FJ, Mancusi G, Turrisi GF, Peydró RJ. 2011. New corological and biological data of the Red Gum Lerp Psyllid, *Glycaspis brimblecombei* Moore, 1964 in Italy (Hemiptera, Psyllidae). Biodivers J. 2(1):13–17.

Perris 1876- Annales de la société Linnéenne de Lyon. Tome 23.

Persano Oddo L., Sabatini A. G., Accorti M., Colombo R., Marcazzan G. L., Piana M. L., Piazza M. G., Pulcini P., 2000 - Nuove schede di caratterizzazione dei mieli italiani. Ed.

- Mipaaf.Phillips C (1992). Lerps insects. Forest Health Information Fact Sheets. PIRSA Forestry, Government of South Australia, pp. 5.c.
- Prieto-Lillo E, Rueda J, Hernandez R, Selfa J. 2009. Primero registro del psílido rojo del eucalipto, *Glycaspis brimblecombei* (Homoptera: Psyllidae), en la Comunidad Valenciana. [First record of red gum lerp psyllid, *Glycaspis brimblecombei* (Homoptera: Psyllidae) in the Comunidad Valenciana.] Bol Sanidad veg Plagas. 35:277–281.
- Protasov A., Blumberg D., Brand D., La Salle J., Mendel Z., 2007a - Biological control of the eucalyptus gall wasp *Ophelimus maskelli* (Ashmead): Taxonomy and biology of the parasitoid species *Closterocerus chamaeleon* (Girault), with information on its establishment in Israel. Biological Control 42:196–206
- Protasov A., La Salle J., Blumberg D., Brand D., Saphir N., Assael F., Fisher N., Mendel Z., 2007b - Biology, revised taxonomy and impact on host plants of *Ophelimus maskelli*, an invasive gall inducer on *Eucalyptus* spp. In the Mediterranean Area. Phytoparasitica 35 (1): 50-76.
- Protasov A., Doğanlar M., La Salle J., Mendel Z., 2008 - Occurrence of two local *Megastigmus* species parasitic on the eucalyptus gall wasp *Leptocybe invasa* in Israel and Turkey. Phytoparasitica, 36, 449–459.
- Queiroz D, Burckhardt D, Majer JD. 2012. Integrated pest management of eucalypt psyllids (Insecta, Hemiptera, Psylloidea). In: Larramendy, ML and Soloneski, S., editors. Integrated pest management and pest control. Rijech, Croatia: Intech Open Access Publisher; p. 385–412.
- Queiroz DL, Majer J, Burckhardt D, Zanetti R, Fernandez JIR, Queiroz EC, Garrastazu M, Fernandes BV, Anjos N. 2013. Predicting the geographical distribution of *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psylloidea) in Brazil. Aust J Entomol. 52:20–30 Article first published online: 5/12/2012 . DOI: 10.1111/aen.12001.
- Ricciardelli D'Albore G., Intoppa F 2000 - Fiori e api. La flora visitata dalle api e dagli altri apoidei in Europa. Ed. Calderini: 250 pp.
- Sanzana M.-J, Parra L. E., Benítez H. A., Espejo J., 2012 - Entomofauna polinizadora de *Eucalyptus nitens* en huertos semilleros del centro sur de Chile Pollinator insects of *Eucalyptus nitens* in a clonal seed orchard in South Central Chile. Bosqua 33(1): 25-31.

- Sharma A., Raman A., Taylor G., Murray Fletcher M. 2013. Nymphal development and lerp construction of *Glycaspis* sp. (Hemiptera: Psylloidea) on *Eucalyptus sideroxylon* (Myrtaceae) in central-west New South Wales, Australia. *Arthropod Structure & Development* 42 (2013) 551-564.
- Sullivan, D.J., Daane, K.M., Sime, K.R., Andrews Jr., J.W., 2006. Protective mechanisms for pupae of *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera: Encyrtidae), a parasitoid of the red-gum lerp psyllid, *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psylloidea). *Australian Journal of Entomology* 45, 101-105.
- Sime K.R., Daane K.M., Dahlsten D.L., Andrews J.W. & Zuparko R.L., 2004 - The biology of *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae), a parasitic wasp that attacks the Presence in Sicilia di *Glycaspis brimblecombei* Moore... 433 red-gum lerp psyllid (Hemiptera: Spondyliaspidae). — Abstracts XXII Int. Congr. Entomol., Brisbane, Australia, 3812 pp.
- Taylor, G.S., Austin, A.D., Jennings, J.T., Purcell, M.F., Wheeler, G.S., 2010. *Casuarinicola*, a new genus of jumping plant lice (Hemiptera: Triozidae) from *Casuarina* (Casuarinaceae). *Zootaxa* 2601, 1-27.
- Taylor, G.S., Jennings, J.T., Purcell, M.F., Austin, A.D., 2011. A new genus and ten new species of jumping plant-lice (Hemiptera: Triozidae) from *Allocasuarina* (Casuarinaceae) in Australia. *Zootaxa* 3009, 1-45.
- Taylor, G.S., Jennings, J.J., Purcell, M.F., Austin, A.D., 2013. Three new Australian species of *Trioza* Foerster (Hemiptera: Triozidae) with a remarkable adaptation to oviposition on articulate branchlets of *Allocasuarina* (Casuarinaceae). *Australian Journal of Entomology* 52, 42-52.
- Tiberi R. 2009 - Controllo biologico degli insetti in foresta: passato, presente e futuro. *Atti Accademia Nazionale Italiana di Entomologia Anno LVII: 107-116.*
- Yates C. J., Hopper S. D., Taplin R. H., 2005 - Native insect flower visitor diversity and feral honeybees on jarrah (*Eucalyptus marginata*) in Kings Park, an urban bushland remnant. *Journal of the Royal Society of Western Australia*, 88:147-153.

Utelli AB, BA Roy. 2000. Pollinator abundance and behavior on *Aconitum lycoctonum* (Ranunculaceae): an analysis of the quantity and quality components of pollination. *Oikos* 89: 461-470.