



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
FACOLTÀ DI AGRARIA

Dipartimento di Biotecnologie Agrarie

TESI DI LAUREA IN SCIENZE E TECNOLOGIE
VITICOLE ED ENOLOGICHE

***Distribuzione spazio-temporale di
Cicadellidi della vite***

Relatore:

Prof. Carlo Duso

Correlatori:

Dott. Alberto Pozzebon

Dott. Diego Fornasiero

Laureando:

Alessandro Manera

Matricola n. 484386-STV

ANNO ACCADEMICO 2008- 2009

Alla mia famiglia

Indice

1. Introduzione.....	05
1.1. <i>Empoasca vitis</i>	05
1.2. <i>Erasmoneura vulnerata</i>	07
1.3. <i>Zygina rhamni</i>	09
1.4. Predatori e parassitoidi delle cicaline.....	11
1.5. Attuali conoscenze sulla distribuzione spazio-temporale dei cicadellidi.....	13
1.6. Scopo del lavoro.....	14
2. Materiali e Metodi.....	15
2.1. Note sulla biologia di <i>Erasmoneura vulnerata</i>	15
2.2. Effetti delle caratteristiche ambientali sulla colonizzazione di <i>Erasmoneura vulnerata</i>	16
2.3. Dinamica spazio-temporale di cicadellidi in vigneto.....	17
3. Risultati.....	20
3.1. Note sulla biologia di <i>Erasmoneura vulnerata</i>	20
3.2. Effetti delle caratteristiche ambientali sulla colonizzazione di <i>Erasmoneura vulnerata</i>	22
3.3. Dinamica spazio-temporale di <i>Empoasca vitis</i>	24
3.4. Dinamica spazio-temporale di <i>Erasmoneura vulnerata</i>	30
3.5. Dinamica spazio-temporale di <i>Zygina rhamni</i>	37
3.6. Dinamica spazio-temporale dei parassitoidi <i>Anagrus atomus</i> e <i>Stethynium triclavatum</i>	43
4. Discussione.....	46

Riassunto	49
Abstract	50
5. Bibliografia	51
Ringraziamenti	56

1 Introduzione

I Cicadellidi ricoprono una notevole importanza nella viticoltura dell'Italia settentrionale. Questa famiglia comprende un elevato numero di specie (circa novecento), di cui una decina associate alla vite. Alcune tra queste specie causano una riduzione dell'attività fotosintetica e della traspirazione nelle foglie. Forti infestazioni possono comportare danni quanti-qualitativi alla produzione, come la riduzione del contenuto di solidi solubili e dell'acidità totale dei mosti d'uva (Trentini, 1962; Baillod *et al.*, 1993; Gremo *et al.*, 1994; Dal Rì, 1992; Pavan *et al.*, 2000; Fornasiero, 2008). Tra le specie che rivestono una certa importanza nei vigneti si ricordano *Empoasca vitis* (Göthe), *Zygina rhamni* (Ferrari) e *Scaphoideus titanus* Ball. A queste si è aggiunta recentemente una specie di origine americana: *Erasmoneura vulnerata* (Fitch). Di seguito sono riportate alcune note sulle specie menzionate fatta eccezione per *S. titanus*.

1.1 *Empoasca vitis*

ORDINE: Rynchota

SOTTORDINE: Hemiptera

SEZIONE: Auchenorrhyncha

SUPERFAMIGLIA: Membracoidea

FAMIGLIA: Cicadellidae

SOTTOFAMIGLIA: Typhlocybinae

GENERE: *Empoasca*

SPECIE: *vitis*

Empoasca vitis è una specie polifaga che infesta colture arboree (actinidia, melo, pero, susino), colture erbacee e latifoglie forestali. È diffusa in Germania (Böll e Hermann, 2004), Francia (Schvester *et al.*, 1962; Decante e van Helden, 2003b, 2006), Svizzera (Baggiolini *et al.*, 1968; Cerutti *et al.*, 1989). In Italia è diffusa nelle regioni nord-occidentali (Vidano 1958; Vidano *et al.*, 1988), nord-orientali (Pavan *et al.*, 1988) e centrali (Mazzoni *et al.*, 2001) ma è segnalata in varie regioni (Vidano, 1963).

L'adulto di *E. vitis* ha una lunghezza compresa tra i 2,9 mm e i 3,7 mm. La colorazione tipica è verde con intensità variabile. Le neanidi di colore bianco-perlaceo hanno una

lunghezza di 0,7-0,9 mm con gli occhi prominenti di un color rossastro. Le ninfe, di maggiori dimensioni (2,3-3 mm), mantengono le stesse caratteristiche delle neanidi cambiando progressivamente la colorazione da bianco-perlaceo a verde pallido. L'uovo è di forma allungata, leggermente reniforme di dimensioni comprese tra 0,68 e 0,73 mm (Vidano, 1958).

Gli adulti svernano su conifere (*Taxus*, *Juniperus*, *Abies*, *Picea* e *Pinus*) o su latifoglie a foglia persistente o semi-persistente (es. *Rubus*, *Buxus*, *Ligustrum*, *Lonicera*) (Vidano, 1958, 1963). In primavera, gli adulti che hanno svernato migrano dalle conifere verso piante ospiti intermedie presenti ai bordi del vigneto, quali rovi, rose selvatiche o latifoglie. Successivamente colonizzano la vite. Le femmine svernanti depongono 15-20 uova ciascuna, preferibilmente nella nervatura principale (Vidano, 1958; Pavan *et al.*, 1994; Böll e Hermann, 2001). Dopo 8-10 giorni compaiono le neanidi che completano lo sviluppo in 3-4 settimane (Vidano, 1958). Nell'Italia settentrionale, le forme giovanili di prima generazione sono presenti da fine maggio ad inizio giugno e gli adulti di questa generazione sfarfallano dalla metà di giugno (Vidano *et al.*, 1988; Pavan *et al.*, 1988). Le forme giovanili della seconda generazione compaiono nei primi giorni di luglio mentre gli adulti iniziano a sfarfallare a fine luglio. Le forme giovanili della terza generazione possono essere riscontrate dalla fine di agosto. Il picco di abbondanza di questa generazione si rileva intorno alla metà di settembre.

In Europa, *E. vitis* compie da una a quattro generazioni annuali di cui tre nell'Italia centro-settentrionale (Vidano, 1958; Pavan *et al.*, 1988; Rigamonti, 1992; Picotti e Pavan, 1993; Gremo *et al.*, 1994; Mazzoni *et al.*, 2001). Nel sud-ovest della Francia una quarta generazione è possibile in alcune annate (Schvester *et al.*, 1962; Decante e van Helden, 2003a, 2003b, 2006). In Svizzera e Germania, sviluppa di norma due generazioni all'anno (Baggiolini *et al.*, 1968) che si riducono ad una in alcune aree (Böll e Hermann, 2004). La seconda generazione è la più dannosa (Baggiolini *et al.*, 1968; Pavan *et al.*, 1988; Maixner, 2003; Decante e van Helden, 2006, 2008).

E. vitis si nutre a spese dei tessuti di conduzione (floema in particolare) delle nervature fogliari e dei germogli verdi (Vidano, 1963; Carle e Moutous, 1965; Tavella e Arzone, 1992). L'attività trofica della cicalina provoca l'ostruzione dei vasi cribrosi e in casi gravi di quelli xilematici. I sintomi più evidenti consistono in alterazioni cromatiche e disseccamenti del lembo fogliare (Vidano, 1963; Baggiolini *et al.*, 1972). In vigneti infestati da *E. vitis*, sono stati accertati danni produttivi (Moutous e Fos, 1971), la riduzione del grado zuccherino (Trenitini, 1962; Baillod *et al.*, 1993; Gremo *et al.*, 1994), dell'acidità dei mosti (Dal Rì, 1992).

1.2 *Erasmoneura vulnerata*

ORDINE: Rynchota

SOTTORDINE: Hemiptera

SEZIONE: Auchenorrhyncha

SUPERFAMIGLIA: Membracoidea

FAMIGLIA: Cicadellidae

SOTTOFAMIGLIA: Typhlocybinae

GENERE: *Erasmoneura*

SPECIE: *vulnerata*

Questo cicadellide è originario degli Stati Uniti ed è diffuso nell'America settentrionale, dal Canada al Messico (McAtee, 1920; Beamer, 1932; Johnson, 1935; Metcalf, 1968; Dietrich and Dmitriev, 2006). In America, è stata ritenuta una specie molto dannosa (Robinson 1926; Beamer 1946), ma successivamente questo status è stato rivisto (Martinson and Dennehy, 1995; Zimmerman *et al.*, 1996; Paxton and Thorvilson, 1996).

Nel 2004, *E. vulnerata* è stata riscontrata per la prima volta in Europa ed in Italia, in località Castelfranco Veneto, provincia di Treviso (Veneto) su piante isolate e non trattate di Cabernet Sauvignon (Duso *et al.*, 2005). Negli anni successivi, è stata ritrovata in Friuli-Venezia Giulia, Trentino-Alto Adige ed Emilia-Romagna (Duso *et al.*, 2008). Le densità di popolazione più elevate sono state osservate su viti non trattate con prodotti fitosanitari. Le dimensioni dell'adulto sono di circa 3 mm e la colorazione delle ali è prevalentemente bruno-verdastra con macchie azzurre ed una venatura R1 rossa. In autunno, le macchie azzurre diventano biancastre così come la vena R1 (Duso *et al.*, 2005). Le neanidi di prima età sono di colore bianco-giallastro che negli stadi successivi vira gradualmente dal giallastro al marrone con sfumature rossastre mentre le zampe sono di color verde chiaro (Duso *et al.*, 2005). Le ninfe e gli adulti vivono prevalentemente sulla pagina fogliare superiore mentre le neanidi sono presenti principalmente sulla pagina fogliare inferiore (Duso *et al.*, 2005).

Erasmoneura vulnerata si nutre del contenuto delle cellule del mesofillo fogliare, causando aree clorotiche corrispondenti ai punti di suzione; in presenza di elevate densità di popolazione, i sintomi possono estendersi alla generalità della superficie fogliare. La foglia può presentarsi accartocciata e parzialmente disseccata. In associazione ai sintomi nutrizionali si nota la presenza di macchioline nere che corrispondono agli escrementi (Paxton e Thorvilson, 1996; Zimmerman *et al.*, 1996).

Le femmine di *E. vulnerata* ovidepongono all'interno dei fasci vascolari delle nervature centrali (Paxton e Thorvilson, 1996). Tuttavia, Duso *et al.* (2005) hanno osservato che la deposizione delle uova interessa principalmente le nervature secondarie delle foglie.

Studi condotti nei vigneti del Colorado sud-occidentale, su varietà europee ed ibridi francesi, hanno dimostrato che *E. vulnerata* compie due generazioni all'anno. Gli adulti svernano su piante sempreverdi, in anfratti e cavità della corteccia o sotto le foglie secche. A partire dalla metà di maggio migrano sulla vite ove completano la prima generazione ed il picco di sfarfallamento degli adulti è stato rilevato nella seconda decade di giugno. Il secondo picco si è verificato nella terza decade di agosto (Zimmerman 1996).

Nell'Italia nord-orientale, gli adulti di *E. vulnerata* migrano sulla vite in maggio e gli stadi giovanili si riscontrano da fine maggio a inizio giugno. Nel 2005 il picco delle ninfe della prima generazione è stato osservato a fine giugno. Successivi picchi sono stati riscontrati in agosto ed in settembre suggerendo lo sviluppo di tre generazioni annue. Nel 2006 e nel 2007, sono stati riscontrati picchi di generazioni a fine giugno, inizio agosto ed inizio settembre, confermando tale tendenza (Duso *et al.*, 2008).

Studi condotti negli Stati Uniti hanno messo in risalto come *E. vulnerata* non sia mai la specie dominante. In Colorado, Zimmerman *et al.* (1996) hanno ipotizzato tre fattori che influenzano la dominanza di altre specie su *E. vulnerata*:

- 1- la continua esposizione ai predatori dovuta alla loro colonizzazione della pagina superiore delle foglie;
- 2- la possibile preferenza di cultivar diverse da quelle considerate nello studio;
- 3- condizioni ambientali non ottimali come il clima secco o l'eccessiva altitudine.

1.3 *Zygina rhamni*

ORDINE: Rynchota

SOTTORDINE: Hemiptera

SEZIONE: Auchenorrhyncha

SUPERFAMIGLIA: Membracoidea

FAMIGLIA: Cicadellidae

SOTTOFAMIGLIA: Typhlocybinae

GENERE: *Zygina*

SPECIE: *rhamni*

Zygina rhamni Ferrari è considerata la cicalina autoctona italiana della vite in quanto ubiquitaria (Vidano, 1958, Mancini, 1953; Silvestri, 1939; Boselli, 1948). La sua presenza è stata riscontrata anche nella Francia meridionale ed in Ungheria (Oshanin, 1912), Horvath (1918) l'ha segnalata per la Turchia europea e Lindberg (1948) nell'isola di Cipro. Non è stata invece rinvenuta in Germania, Austria, Isole Britanniche, Finlandia, Cecoslovacchia e Polonia (Vidano, 1958). E' una specie termofila e il suo ambiente ideale è relegato alla regione Mediterranea.

La forma adulta raggiunge una lunghezza di 3-3,3 mm ed è caratterizzata da diverse tipologie di colorazione che ne determinano quattro diverse "forme" (Vidano, 1958; Mazzoni *et al.*, 2008):

- *Typica*: la colorazione dell'avancorpo e delle ali è completamente giallo-citrino e priva di qualsiasi striscia rossa;
- *Simplex*: sia l'avancorpo che le ali presentano delle striature di colore rosso-arancione.
- *Difficilis*: il capo ed il torace sono privi di strisce rosse che invece si possono notare sulle ali come per la forma *simplex*;
- *Manca*: il capo ed il torace sono come per la forma *simplex* con striature rosse mentre sulle ali queste striature rosse sono sviluppate solo parzialmente.

Le femmine svernanti di *Z. rhamni* ovidepongono sulla pagina inferiore delle foglie per un periodo di circa 3-4 settimane. Le uova sono infisse nelle nervature primarie, secondarie o ai lati di queste direttamente nel mesofillo fogliare. Le prime neanidi si possono osservare tra la fine di maggio e la terza decade di giugno. Le popolazioni di *Z. rhamni* si trovano con maggior frequenza all'interno della chioma delle piante, ove la vegetazione è più folta (Vidano, 1958).

Z. rhamni appartiene al gruppo dei plasmomizi in quanto si nutre del contenuto cellulare delle cellule del mesofillo a palizzata, causando depigmentazioni che si manifestano con punti più o meno sparsi o chiazze. La presenza di forti infestazioni causa la riduzione dell'attività fotosintetica della pianta fino alla caduta anticipata delle foglie (Vidano, 1958).

Sulla base dell'andamento climatico essa compie da due a tre generazioni annue. Gli adulti di *Z. rhamni* svernano su piante sempreverdi. Le femmine fecondate migrano sulla vite tra la seconda e la terza decade di maggio. Il primo picco di sfarfallamento degli adulti si riscontra tra la seconda e la terza decade di giugno, il secondo tra la fine di luglio e l'inizio di agosto ed il terzo a metà settembre (Vidano, 1958; Mazzoni *et al.*, 2008).

1.4 Predatori e parassitoidi dei cicadellidi

Tra i principali predatori dei Cicadellidi si ricordano *Meconema meridionale* Costa e *Oecanthus pellucens* (Scopoli) (Ortotteri), *Malacocoris chlorizans* (Panzer) (Miridi), *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Crisopidi) e *Anystis* sp. (Acari Anistidi).

Tra i parassitoidi sono comuni i Mimaridi che sviluppano a spese delle uova. La specie più comune su vite è *Anagrus atomus* L. (Vidano *et al.*, 1985; Arzone *et al.*, 1988). Un altro mimaride molto importante nel controllo dei Cicadellidi è *Stethynium triclavatum*.

Il ruolo di *A. atomus* è stato oggetto di vari contributi (Vidano *et al.*, 1987; Cerutti *et al.* 1989; Herrmann e Eichler, 2000; Van Helden e Decante, 2001).

Recentemente, il genere *Anagrus* è stato rivisto e *A. atomus* è risultato appartenere ad un gruppo di almeno due specie (*A. atomus* gruppo) a cui appartengono appunto *A. atomus* L. e *A. ustulatus* H. (Chiappini, 1987). In Italia entrambe le specie sono risultate associate alla vite (Viggiani, 2003; Viggiani *et al.*, 2004; Floreani *et al.*, 2006)

Le specie del genere *Anagrus* sono estremamente polifaghe ed oltre ad essere presenti in Europa e nel Nord America, sono abbondanti nella zona più orientale del Mediterraneo, in Turchia (Yigit e Erkilic, 1987) e in Africa orientale (Klerks e Van Lenteren, 1991).

Il tasso di parassitizzazione delle uova di cicaline da parte di *Anagrus atomus* è estremamente variabile ed oscilla tra un minimo del 20% e un massimo del 90% (Vidano *et al.*, 1988; Cerutti *et al.*, 1990; Picotti e Pavan, 1993; Pavan e Picotti, 1994; Dal Rì, 1992; Pavan *et al.*, 1994; Sutre e Fos, 1997; Cerutti *et al.*, 1991; Van Helden *et al.*, 2003; Viggiani, 2003; Pavan e Picotti, 2009).

Studi condotti in Svizzera suggeriscono tre possibili fattori che condizionano l'efficienza dei Mimaridi nei vigneti:

- la presenza di siepi disponibili quali siti di svernamento contigue o all'interno dei vigneti;
- la disponibilità di polline nell'interfilare, tramite fioriture ininterrotte e scalari nel corso della stagione vegetativa;
- l'utilizzo di prodotti fitosanitari non dannosi nei confronti delle popolazioni dei parassitoidi.

L'inizio del volo del parassitoide è sincronizzato con l'inizio del periodo vegetativo delle piante su cui sverna quali rosa, rovo e rosa canina e termina in concomitanza con il periodo di germogliamento della vite. *A. atomus* parassitizza le uova delle cicaline sia sulle piante in cui

ha svernato sia su altri ospiti. Il volo degli *Anagrus* è leggermente ritardato rispetto al periodo di colonizzazione dei vigneti da parte di *E. vitis* (Cerutti *et al.*, 1989).

Nei vigneti dell'Italia centrale, *A. atomus* presenta una distribuzione complementare tra la vite e le siepi di rovo. Sulla vite è abbondante durante l'estate, sulle siepi durante la primavera (Ponti *et al.*, 2003). A fine estate, l'abbondanza delle femmine sui rovi aumenta nuovamente per effetto della migrazione verso i siti di svernamento (Ponti *et al.*, 2003). Il rovo quindi, permette una precoce colonizzazione del vigneto all'inizio della stagione vegetativa da parte del parassitoide (Ponti e Ricci, 2002).

1.5 Attuali conoscenze sulla distribuzione spazio-temporale dei cicadellidi e dei parassitoidi

Le cicaline possiedono una certa attitudine alla migrazione. La conoscenza di questo fenomeno è importante in quanto può influenzare la distribuzione spaziale e temporale delle popolazioni (van Helden *et al.*, 2000; Della Giustina, 2002; Decante e van Helden, 2006, 2008; Fornasiero, 2008).

Gli studi effettuati sulle migrazioni di *E. vitis* hanno dimostrato che la contiguità di boschi o siepi con piante sempreverdi con i vigneti, influenza gli spostamenti ed i livelli di infestazione (Bosco *et al.*, 1996). Verso la fine dell'estate, *E. vitis* si sposta gradualmente dall'interno del vigneto verso la vegetazione marginale per poi passare alle piante a foglia persistente su cui svernare. In primavera, le femmine reimmigrano nuovamente nei vigneti a partire dal germogliamento (Vidano, 1958, 1963; Schvester *et al.*, 1962; Baggiolini *et al.*, 1968; Pavan *et al.*, 1988; Cerutti *et al.*, 1989; van Helden e Decante, 2001, 2006). Aree boschive in vicinanza dei vigneti danno luogo a infestazioni più rilevanti (Vidano, 1963) mentre se il perimetro del vigneto è privo di vegetazione la distribuzione spaziale risulta più omogenea.

Ricerche effettuate in vigneti dell'Europa centro-meridionale (Svizzera, Germania, Francia) hanno messo in luce una forte aggregazione della prima e terza generazione. La prima generazione colonizza soprattutto le zone periferiche dei vigneti (Schvester *et al.*, 1962; Vidano, 1963; Baggiolini *et al.*, 1968; Vidano *et al.*, 1988; Cerutti *et al.*, 1989; Pavan *et al.*, 1992; Decante e van Helden, 2003). Tra la prima e la seconda generazione si verifica un periodo di dispersione e di colonizzazione all'interno del vigneto (Decante e Van Helden 2003, 2006). Le ultime generazioni tendono ad aggregarsi sulle piante vigorose per poi migrare verso i siti di svernamento (Decante e van Helden, 2003, 2008).

Numerosi studi sulle popolazioni di *E. vitis* si sono concentrate sull'influenza del tipo di vegetazione contigua ai vigneti come risorsa di nemici naturali, in particolare di *Anagrus atomus* (Cerutti *et al.*, 1991; Baur *et al.*, 1998; Genini 2000; van Helden *et al.*, 2003; Böll e Hermann, 2004). Come riportato in precedenza, *A. atomus* presenta generalmente una distribuzione complementare tra la vite e le siepi di rovo (Ponti *et al.*, 2003).

1.6 Scopo del lavoro

Nel presente lavoro sono state condotte alcune indagini sul comportamento di *E. vulnerata* in particolare sulla dinamica spazio-temporale di questa e di altre specie di Cicadellidi. Un primo obiettivo è stato lo studio del ciclo biologico di *E. vulnerata*. Un secondo argomento di studio è rappresentato dai fattori che possono influenzare la diffusione della specie. In seguito è stata studiata la distribuzione nel vigneto di *E. vulnerata*, *E. vitis* e *Z. rhamni* in relazione alle possibili relazioni con le siepi.

2 Materiale e metodi

2.1 Note sulla biologia di *Erasmoneura vulnerata*

Lo studio di alcuni parametri riguardanti il ciclo biologico di *Erasmoneura vulnerata* è stato condotto mediante un allevamento confinato su piante in vaso presso un'azienda vitivinicola sita a Castelfranco V.to (TV). A tal fine sono state utilizzate 11 piante in vaso di *Vitis vinifera* cv. Cabernet Franc e 11 piante di *Vitis labrusca* cv. Isabella. Le piante non presentavano segni di attività trofica dovuta a Cicadellidi. Su ogni pianta è stata costruita una gabbia costituita da una calza a maglia fine supportata da una struttura metallica. Le piante sono state poste in una zona riparata dalla pioggia al fine di evitare infezioni fungine ed evitare trattamenti fitosanitari. In ogni gabbia sono stati immessi 10 adulti di *E. vulnerata* il giorno 11 luglio 2008. Questi individui lasciati per 7 giorni all'interno della gabbia in modo tale da consentire l'ovideposizione e poi rimossi. Le piante sono state osservate ogni 2-4 giorni per rilevare l'evoluzione delle popolazioni di *E. vulnerata*. Le foglie venivano analizzate, su entrambe le pagine, con l'ausilio di una lente e le forme eventualmente presenti classificate in base allo stadio di sviluppo.

2.2 Effetti delle caratteristiche ambientali sulla colonizzazione di *Erasmoneura vulnerata*

L'effetto della presenza di piante ospiti secondarie e di siti di svernamento sulla colonizzazione di *E. vulnerata* è stato studiato su piante in vaso nell'azienda riportata. All'interno di questa sono stati identificati tre ambienti: 1) in prossimità di siti di svernamento o ripari (ricoveri, piante ospiti come *Parthenocissus quinquefolia*); 2) a 120 m dall'ambiente 1; 3) a 250 m dall'ambiente 1, in prossimità di un vigneto. In ogni ambiente sono state poste 30 viti in vaso di cui 15 di cv. Cabernet Sauvignon e 15 di cv. Refosco dal Peduncolo Rosso. Queste piante sono state trattate con un prodotto insetticida a base di piretro naturale prima dell'esperimento (15 luglio), al fine di eliminare eventuali individui di *E. vulnerata* eventualmente presenti. Le osservazioni sono iniziate a 3 giorni dal trattamento e sono durate fino ad ottobre con cadenza di 3-7 giorni. Per ogni osservazione è stata rilevata la presenza di forme mobili di *E. vulnerata* sulle foglie delle piante in vaso. Le foglie sono state analizzate sulla pianta con l'ausilio di una lente ispezionando sia la pagina fogliare superiore sia quella inferiore. Durante la prova, sulle piante sono stati effettuati alcuni trattamenti antiperonosporici con prodotti a base di Mancozeb e Dimetomorf.

Le differenze relative alle densità delle popolazioni di *E. vulnerata* osservate nei tre ambienti, sono state valutate mediante un modello di massima verosimiglianza ristretta (REML) a misure ripetute, utilizzando il PROC MIXED del SAS. In quest'analisi l'ambiente e la data del campionamento sono stati considerati come effetti fissi. Nel modello è stato inoltre valutato l'effetto dell'interazione "ambiente x tempo". L'effetto delle variabili indipendenti è stato valutato mediante F test con $\alpha = 0,05$. Nel valutare le misure ripetute nel tempo, è stata considerata una struttura della covarianza di tipo autoregressivo di primo ordine. Il modello di analisi ha inoltre considerato la autocorrelazione spaziale dovuta alla posizione delle viti in vaso nell'azienda. A questa elaborazione è seguita una partizione della varianza totale per l'effetto del tempo in ogni ambiente mediante un F test ($\alpha=0,05$), inoltre sono stati applicati dei t-test sulle differenze tra medie minime quadratiche calcolate per ogni ambiente. Il livello di significatività è stato posto uguale a 0,05. Prima dell'analisi i dati sono stati trasformati in radice quadrata di x per rispettare gli assunti del modello statistico.

2.3 Dinamica spazio-temporale di Cicadellidi in vigneto

La dinamica spazio-temporale dei Cicadellidi è stata oggetto di studio in un vigneto situato nell'azienda riportata in precedenza (figura 2.3-a). Il vigneto ha 3 anni, una superficie di 11.500 m² ed è costituito da diverse cultivar (figura 2.3-a), in particolare: 6 filari di Cabernet Sauvignon; 6 filari di Refosco dal peduncolo Rosso; 4 filari di Recantina; 8 filari di Manzoni Bianco; 19 filari di Prosecco. Le varietà a bacca bianca sono allevate a “capovolto” con sesto d'impianto di 2,70 m x 1 m (3700viti/ha), le varietà a bacca rossa sono allevate a “Guyot” con sesto d'impianto di 2,70 m x 0,8 m (4600viti/ha). Il vigneto confina a nord e ad ovest con altri vigneti, ad est un frutteto di ciliegio e a sud con una siepe polifita costituita da rovo, sanguinella, ibridi di vite americana, carpino, salice, Ionicera e ligustro. Nel vigneto è praticato l'inerbimento dell'interfila ed il diserbo sulla fila, nonché interventi di potatura verde quali spollonatura e cimatura. Nel 2008 e nel 2009 sono stati effettuati alcuni trattamenti con fungicidi (a base di zolfo, mancozeb e dimetomorf) e (nel 2008) un unico intervento insetticida a base di chlorpyrifos-methyl verso la fine di giugno per il controllo di *Schaphoideus titanus* Ball.

Le osservazioni sono state eseguite in due periodi (autunnale e primaverile) con lo scopo di valutare le dinamiche delle cicaline nei periodi di probabile migrazione da e verso i siti di svernamento. Lo schema sperimentale è stato pianificato al fine di poter valutare la presenza di cicaline a diverse distanze dalla siepe. Per questo motivo, il vigneto è stato suddiviso in quattro fasce a distanza progressiva dalla siepe (figura 2.3-a). Nell'autunno del 2008, la presenza delle cicaline è stata valutata mediante osservazioni fogliari avvenute il 14 settembre e il 16 ottobre seguendo lo schema sperimentale. In ogni campionamento sono state osservate 25 foglie per pianta, posizionate nella zona dei grappoli, su circa 120 piante per fascia collocate ogni due filari e ogni 5 piante sulla fila (491 piante in totale). Le foglie sono state analizzate sulla pianta con l'ausilio di una lente ispezionando per ogni pianta presa in esame, sia la pagina fogliare superiore sia quella inferiore. Durante le osservazioni sono state rilevate le forme mobili delle cicaline presenti. I campionamenti nella fase primaverile sono stati fatti dal 21 aprile al 11 maggio del 2009 e la presenza di Cicadellidi è stata rilevata mediante trappole cromotropiche posizionate secondo lo schema sperimentale (figura 2.3-a). Il vigneto è stato suddiviso come nell'annata precedente ma le osservazioni hanno interessato anche la siepe dove sono state poste delle trappole (Figura 2.3-a). Le trappole sono state sostituite ogni 10 giorni e portate in laboratorio dove sono state conteggiati gli adulti di cicaline catturati

mediante stereomicroscopio. E' stata inoltre rilevata la presenza degli antagonisti naturali di *E. vitis*, in particolare degli Imenotteri appartenenti ai generi *Anagrus spp.* e *Stethynium spp.*.

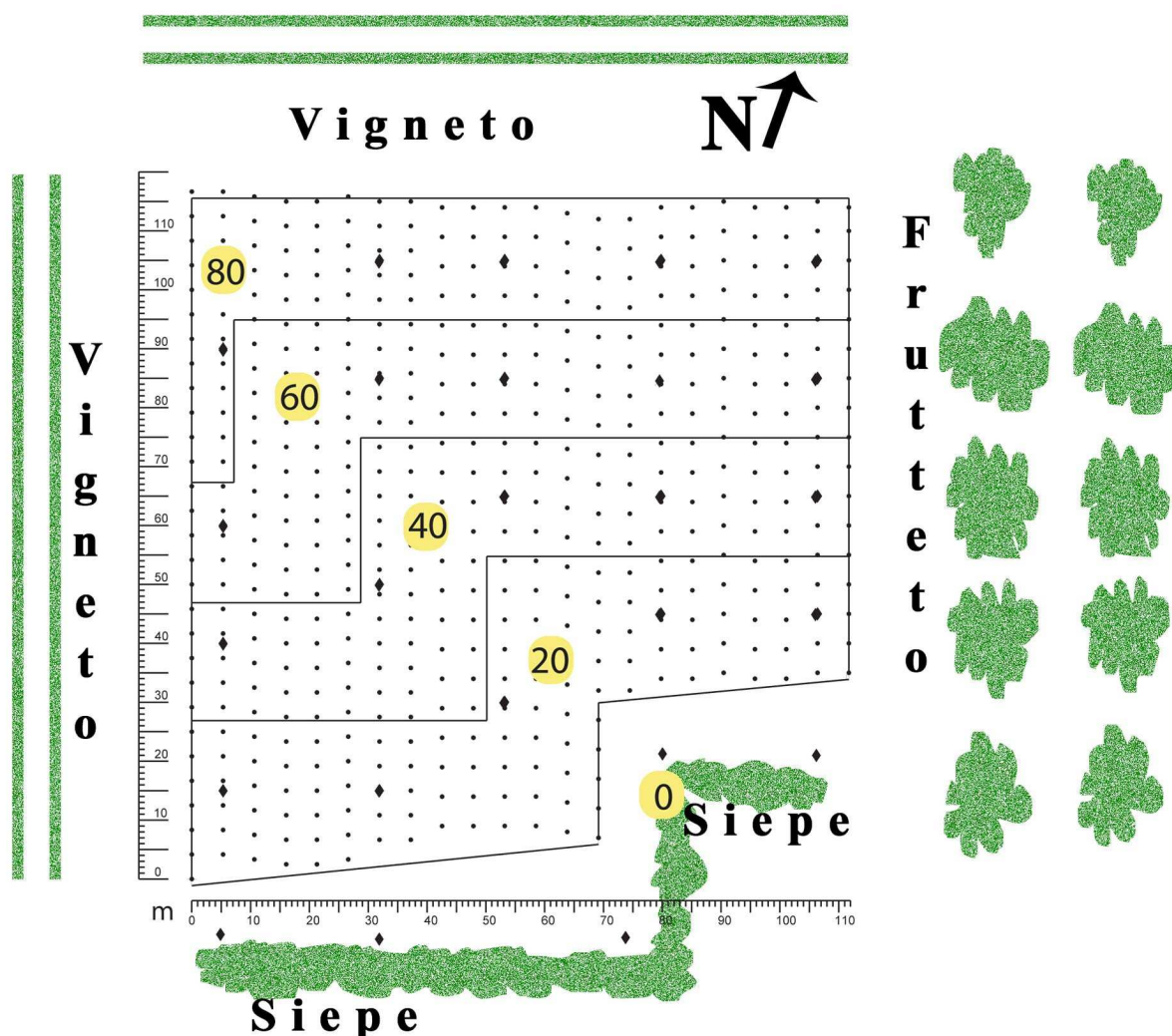


Figura 2.3-a: Schema sperimentale utilizzato per l'analisi della dinamica spazio-temporale delle cicaline in vigneto. Il simbolo (●) indica i siti di campionamento fogliare, mentre il simbolo (◆) indica le stazioni di posizionamento delle trappole cromotropiche

I dati raccolti sulle foglie e sulle trappole sono stati analizzati applicando due tipi di procedure statistiche. Inizialmente, è stata applicata un'analisi di distribuzione e aggregazione nello spazio mediante il programma "Spatial analysis by Distance Indices" (SADIE) (<http://www.rothamsted.bbsrc.ac.uk/pie/sadie>) (Perry et al., 1999). Per ogni rilievo è stato calcolato l'indice di aggregazione (I_a) espresso in v_j , e la probabilità (p) associata, relativo alle diverse specie di cicaline e per ognuna delle specie distinguendo adulti e stadi giovanili. La stessa elaborazione è stata eseguita per i parassitoidi oofagi. Se il valore di questo indice è inferiore o pari a 1, la distribuzione risulta casuale, mentre per valori maggiori di 1, la

distribuzione risulta aggregata. Il livello di significatività è stato posto uguale a 0,05. Inoltre, è stato calcolato l'indice di associazione (X) e la relativa probabilità (p_x), che misura il grado di associazione tra le distribuzioni delle cicaline nei diversi stadi e dei suoi parassitoidi. In questo caso, valori di P inferiori a 0,025 indicano che vi è un'associazione significativa, mentre valori maggiori di 0,975 indicano una dissociazione significativa. Sulla base dell'analisi di distribuzione spaziale sono state disegnate delle mappe di distribuzione con il metodo del kriging. Queste mappe sono basate sull'indice di raggruppamento locale (v_j) stimato con il programma SADIE e con valori di $v_j > 1.5$ indica punti di raggruppamento e $v_j < -1.5$ indica presenza di punti di dispersione (Perry et al., 1999).

Per valutare l'effetto spazio-temporale della distanza dalla siepe sulle dinamiche di popolazione dei Cicadellidi e dei relativi parassitoidi, i valori raccolti durante i campionamenti sono stati elaborati mediante un modello misto di analisi della varianza (ANOVA) a misure ripetute utilizzando il PROC MIXED del SAS. In questa analisi la distanza dalla siepe e la data del campionamento sono stati considerati come effetti fissi. Nel modello è stato inoltre valutato l'effetto dell'interazione "distanza x tempo". Nel valutare le misure ripetute nel tempo è stata considerata una struttura della covarianza di tipo autoregressivo di primo ordine. Il modello di analisi ha inoltre considerato la autocorrelazione spaziale dovuta alla posizione delle trappole nel vigneto. A questa elaborazione è seguito il t-test sulle medie minime quadratiche calcolate per ogni fascia a diversa distanza dalla siepe. Il livello di significatività è stato posto uguale a 0,05. Prima di ciascuna analisi i dati sono stati trasformati in radice quadrata di x per rispettare gli assunti dell'analisi della varianza.

3 Risultati

3.1 Note sulla biologia di *Erasmoneura vulnerata*

Negli allevamenti confinati di *E. vulnerata* la presenza delle prime neanidi è stata rilevata dal 28 luglio, a 10 giorni dall'eliminazione degli adulti (Figura 3.1-a). Dopo 11 giorni è stato rilevato il maggior numero di neanidi e sono comparse le prime ninfe (Figura 3.1-a). I primi adulti sono comparsi il 17 agosto (Figura 3.1-a).

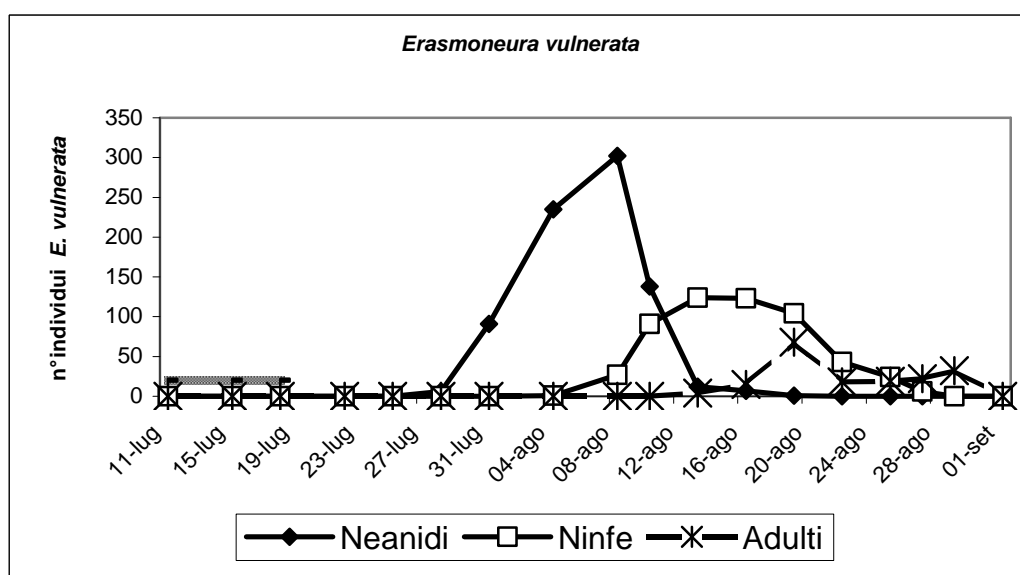


Figura 3.1-a: Andamento della presenza di *Erasmoneura vulnerata* osservato in allevamenti confinati, la linea orizzontale indica il periodo di presenza degli adulti inoculati.

Ulteriori dati riguardanti la biologia di *E. vulnerata* sono stati riscontrati nella prova posta nell'ambiente 1 (Figura 3.1-b), in cui i risultati evidenziano lo sviluppo di almeno due generazioni. Questo dato è importante perché conferma che questo cicadellide può completare almeno tre generazioni nell'Italia nord-orientale.

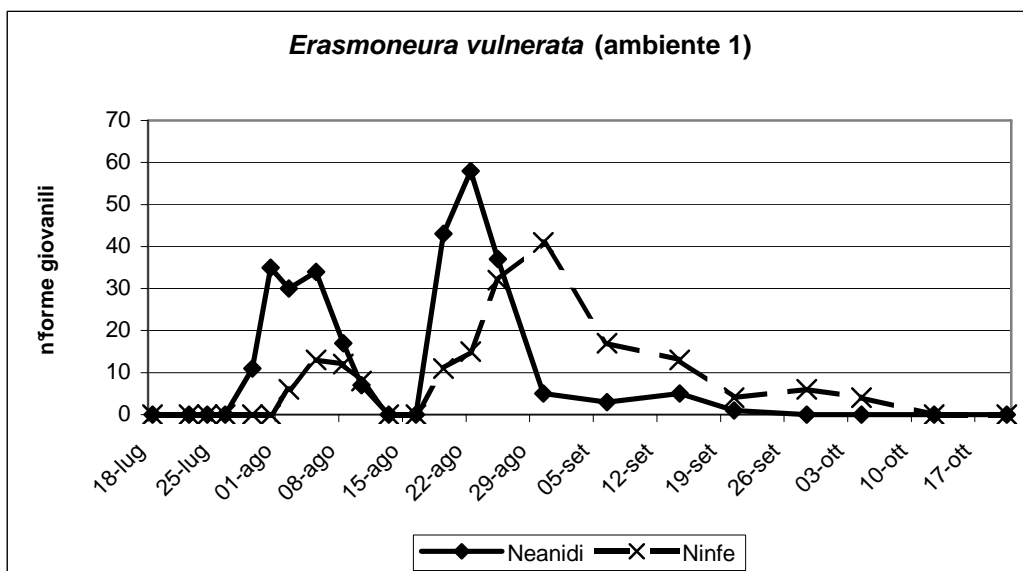


Figura 3.1-b: Andamento della presenza di *Erasmoneura vulnerata* osservato nella prova in ambiente 1.

3.2 Effetti delle caratteristiche ambientali sulla colonizzazione di *Erasmoneura vulnerata*

L'analisi dei dati riguardanti la dinamica di popolazione di *E. vulnerata* ha messo in luce differenze significative tra i tre ambienti considerati ($F_{2; 203}=39,72$; $p < 0,0001$). Sono emerse differenze significative per il fattore "tempo" ($F_{18; 1605} = 10,02$; $p < 0,0001$), ma queste non sono risultate uguali tra gli ambienti ($F_{36; 1641} = 6,76$; $p < 0,0001$). In particolare, la presenza di *E. vulnerata* è variata nel corso del tempo nell'ambiente 1 ($F_{18; 1605} = 20,66$; $P < 0,0001$; Figura 3.2-a) e nell'ambiente 3 ($F_{18; 1605} = 2,22$; $P = 0,0023$; Figura 3.2-a) mentre è risultata costante nell'ambiente 2 ($F_{18; 1605} = 0,13$; $P = 1$; Figura 3.2-a). Complessivamente, le densità della cicalina sono state più elevate nell'ambiente 1 rispetto all'ambiente 2 ($t_{203} = 8,22$; $P < 0,0001$) e all'ambiente 3 ($t_{203} = 7,21$; $P < 0,0001$), mentre non sono emerse differenze tra l'ambiente 2 e l'ambiente 3 ($t_{203} = 1,33$; $P = 0,18$).

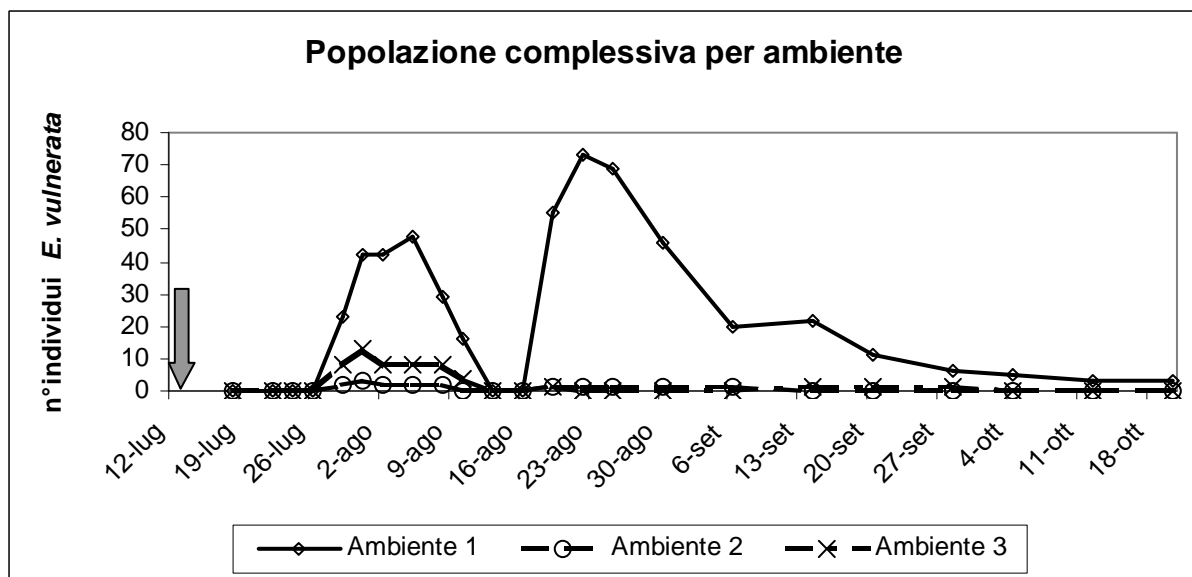


Figura 3.2-a: Andamento delle popolazioni di *Erasmoneura vulnerata* (12 luglio-20 ottobre) su piante in vaso poste nei tre ambienti considerati. La freccia indica quando sono state trattate le prove con insetticida.

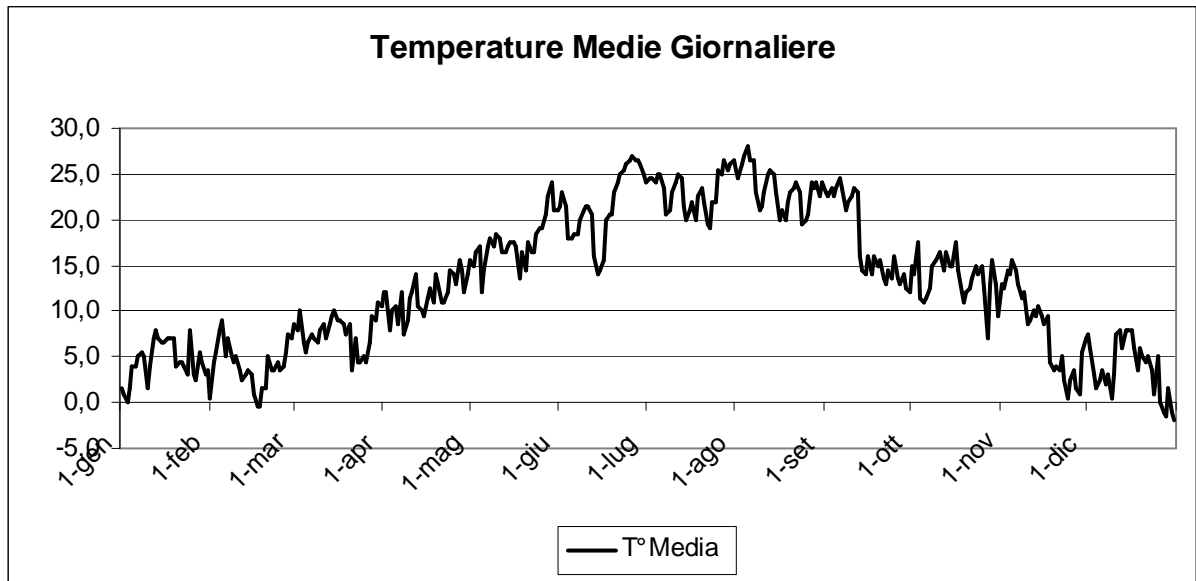


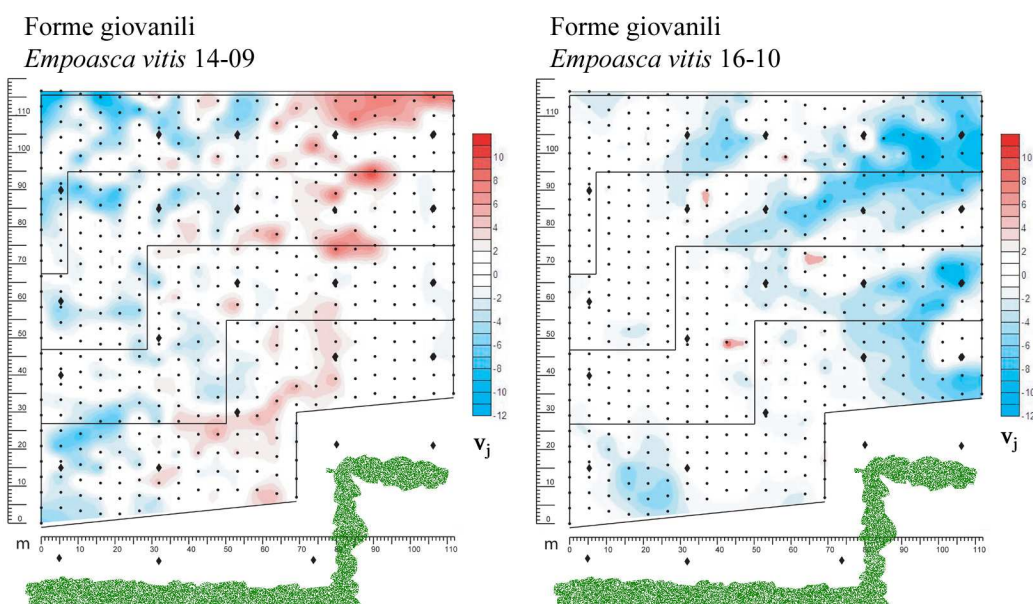
Figura 3.2-b: In figura sono riportate le temperature medie giornaliere del 2008 relative al periodo di sperimentazione.

3.3 Dinamica spazio-temporale di *Empoasca vitis*

Il calcolo degli indici di aggregazione spaziale relativi a *Empoasca vitis* a fine stagione 2008, ha evidenziato una distribuzione aggregata (Tabella 3.3-a). Dalle mappe di aggregazione locale costruite in settembre, è emerso come i punti di concentrazione si trovassero in prossimità della siepe e verso il frutteto (Figura 3.3-b). In ottobre, gli adulti e le forme giovanili risultavano aggregati ma in punti diversi del vigneto (Figura 3.3-b).

INDICI DI AGGREGAZIONE <i>Empoasca vitis</i>						
STADIO	Forme giovanili		Adulti		Pop. Complessiva	
Data	<i>Ia</i>	<i>p</i>	<i>Ia</i>	<i>p</i>	<i>Ia</i>	<i>p</i>
14/09/2008	2.663	0,002	1.057	0,271	2.216	0,002
16/10/2008	1.524	0,009	1.491	0,003	1.129	0,145

Tabella 3.3-a: Indici di aggregazione spaziale per *Empoasca vitis* osservati a fine stagione 2008. Per $Ia \leq 1$, la distribuzione risulta casuale; per $Ia > 1$, la distribuzione risulta aggregata. Il livello di significatività è stato posto uguale a 0,05.



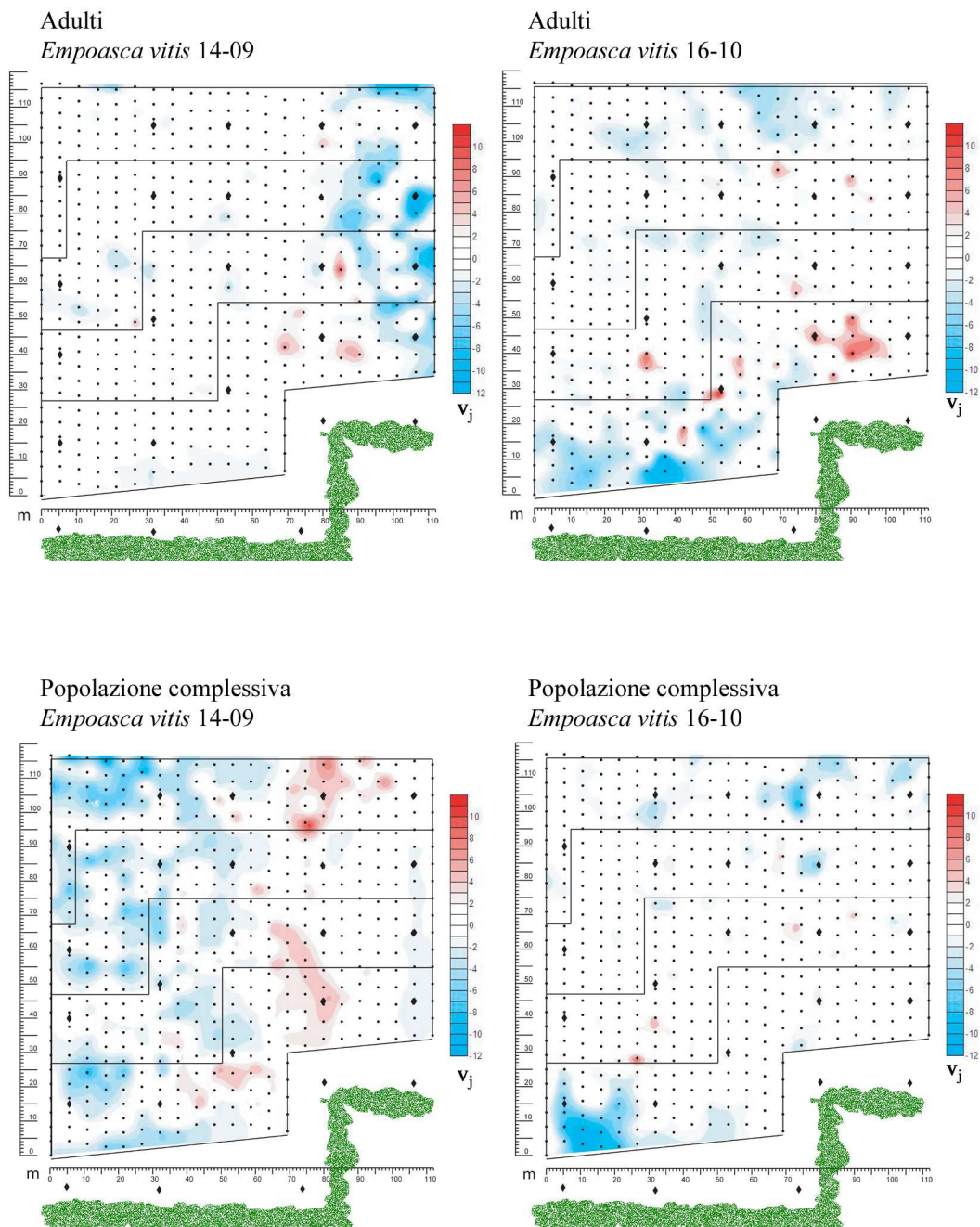


Figura 3.3-b: Mappe di aggregazione locale per *Empoasca vitis* osservate a fine stagione 2008. L'indice di raggruppamento locale (v_j) indica con valori di $v_j > 1.5$ punti di raggruppamento con $v_j < -1.5$ indica i punti di dispersione.

Gli indici di associazione per *E. vitis* sottolineano la diversa distribuzione degli adulti e degli stadi giovanili nella maggior parte dei rilievi (Tabella 3.3-c). Il confronto tra le

popolazioni complessive a settembre e ottobre pone in evidenza una certa tendenza all'associazione (Tabella 3.3 c).

INDICI DI ASSOCIAZIONE			
<i>Empoasca vitis</i>		X	p_x
Forme giovanili 14/09/2009	Adulti 14/09/2009	0,102	0,984
Forme giovanili 16/10/2009	Adulti 16/10/2009	0,099	0,982
Forme giovanili 14/09/2009	Forme giovanili 16/10/2009	0,210	0,999
Adulti 14/09/2009	Adulti 16/10/2009	0,055	0,871
Forme giovanili 14/09/2009	Adulti 16/10/2009	0,033	0,236
Forme giovanili 16/10/2009	Adulti 14/09/2009	0,150	0,001
Pop complessiva 14/09/2009	Pop complessiva 16/10/2009	0,070	0,060

Tabella 3.3-c: Indici di associazione per *Empoasca vitis* relativi al 2008. Valori di $P_x < 0,025$ indicano un'associazione significativa, mentre valori di $P_x > 0,975$ indicano una dissociazione significativa.

Stadio	Effetto	F	g. d. l.	p
Forme giovanili	Distanza	0,96	3; 487	0,4109
	Tempo	735,88	1; 487	< 0,0001
	Distanza*Tempo	0,92	3; 487	0,4318
Adulti	Distanza	1,67	3; 487	0,1732
	Tempo	0,85	1; 487	0,3571
	Distanza*Tempo	3,91	3; 487	0,0089
Pop complessiva	Distanza	2,55	3; 487	0,0553
	Tempo	500,26	1; 487	< 0,0001
	Distanza*Tempo	4,33	3; 487	0,005

Tabella. 3.3-d: Risultati dell'Analisi della varianza, a misure ripetute, sulle densità di *E. vitis* rilevate nel vigneto nel 2008.

Non sono stati osservati effetti della distanza dalla siepe sull'abbondanza di forme giovanili di *Empoasca vitis*, mentre la variazione delle densità nel corso del tempo è risultata significativa (Tabella 3.3-d; Figura 3.3-e). Analoghi risultati sono emersi per gli adulti (Tabella 3.3-d; Figura 3.3-e). Per essi, l'effetto della siepe è variato nel corso del tempo risultando significativo nel rilievo di ottobre ($F_{3; 974} = 4,08$; $P = 0,0068$; Tabella 3.3-d; Figura 3.3-e). Non sono emerse differenze tra le fasce poste a 20 m e a 80 m. Al contrario, sono stati osservati più adulti nella fascia posta a 40 m dalla siepe rispetto a quella posta a 80 m ($t_{974} = 2,64$; $P = 0,0083$) e in quella a 60 m rispetto quella a 80 m ($t_{974} = 3,23$; $P = 0,0013$). La popolazione complessiva ha dimostrato variazioni influenzate dal tempo ma non dalla

distanza (Tabella 3.3-d; Figura 3.3-e). L'interazione distanza * tempo è risultata significativa. In ottobre, sono state osservate popolazioni complessive più elevate a 40 m o 60 m rispetto a 80 m (rispettivamente $t_{970} = 3,22$; $P = 0,0013$; $t_{970} = 3,27$; $P = 0,001$).

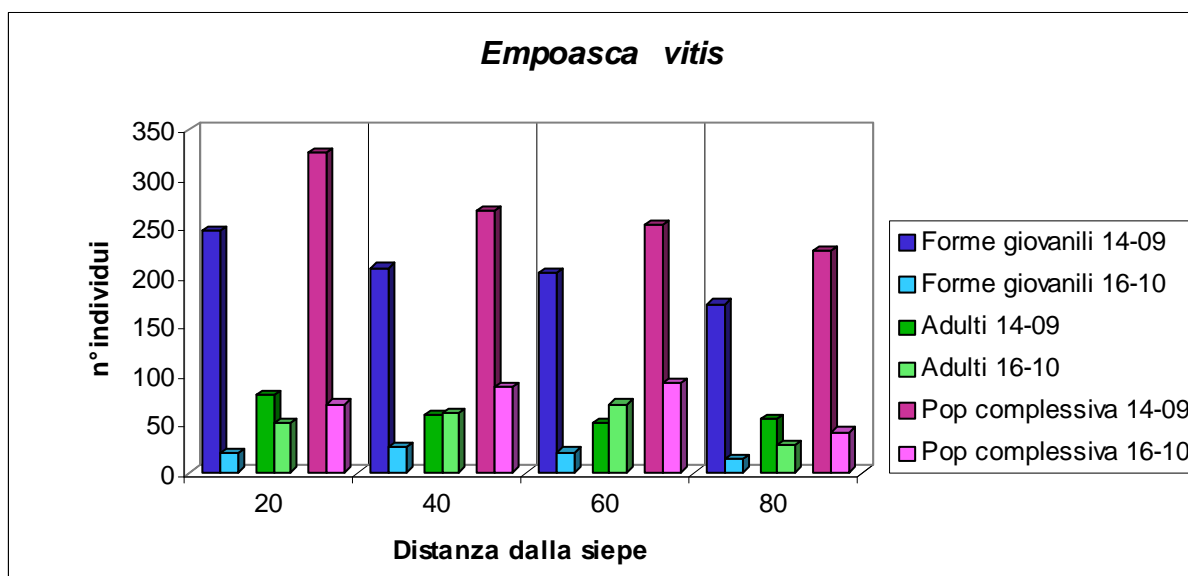


Figura 3.3-e: Numero di individui di *E. vitis* rilevati a distanza progressiva dalla siepe nei campionamenti effettuati il 14 settembre e il 16 ottobre 2008.

I dati delle catture sulle trappole cromotropiche collocate nella primavera del 2009 hanno evidenziato un'aggregazione della specie in tre date consecutive (Tabella 3.3-f). Dalle mappe di distribuzione spaziale si osserva come gli adulti si distribuiscano in maniera aggregata in prossimità del frutteto e verso la siepe (Tabella 3.3-f; Figura 3.3-g).

INDICI DI AGGREGAZIONE <i>Empoasca vitis</i>						
Data	21/04/2009		02/05/2009		11/05/2009	
Stadio	<i>Ia</i>	<i>p</i>	<i>Ia</i>	<i>p</i>	<i>Ia</i>	<i>p</i>
Adulti	1,513	0,012	1,392	0,026	1,750	0,002

Tabella 3.3-f: Indici di aggregazione spaziale per *Empoasca vitis* osservati ad inizio stagione 2009. Per $Ia \leq 1$, la distribuzione risulta casuale; per $Ia > 1$, la distribuzione risulta aggregata. Il livello di significatività è stato posto uguale a 0,05.

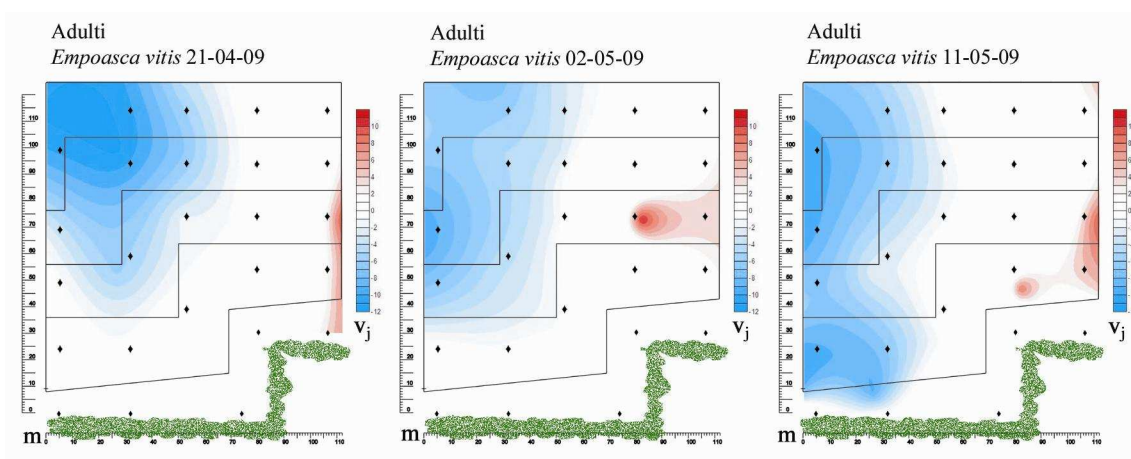


Figura 3.3-g: Mappe di aggregazione locale per *Erasmoneura vulnerata* osservate ad inizio stagione 2009. L'indice di raggruppamento locale (v_j) indica con valori di $v_j > 1.5$ punti di raggruppamento con $v_j < -1.5$ indica i punti di dispersione.

Le distribuzioni della popolazione di *E. vitis* osservata nelle tre date è risultata sovrapponibile sulla base degli indici di associazione (Tabella 3.3-h).

INDICI DI ASSOCIAZIONE			
<i>Empoasca vitis</i>		X	p_x
Adulti 21/04/2009	Adulti 02/05/2009	0,739	0,000
Adulti 21/04/2009	Adulti 11/05/2009	0,689	0,002
Adulti 02/05/2009	Adulti 11/05/2009	0,639	0,001

Tabella 3.3-h: Indici di associazione per *Empoasca vitis* relativi al 2009. Valori di $P_x < 0,025$ indicano un'associazione significativa, mentre valori di $P_x > 0,975$ indicano una dissociazione significativa.

Specie	Effetto	F	g. d. l.	p
<i>Empoasca vitis</i>	Distanza	0,87	4; 20,4	0,5007
	Tempo	3,91	2; 39,6	0,0283
	Distanza*Tempo	2,54	8; 39,7	0,0246

Tabella. 3.3-i: Risultati dell'Analisi della varianza, a misure ripetute, sulle densità di *E. vitis* rilevate nel vigneto nel 2008.

Le catture sono variate nel corso del tempo, ma sono risultate indipendenti dalla distanza dalla siepe (Tabella 3.3-i; Figura 3.3-l). L'interazione significativa "distanza*tempo" è dovuta

ad una variazione dell'effetto del tempo nelle diverse fasce. Esso è risultato significativo sulla siepe ($F_{2; 39,6} = 6,41$; $P = 0,004$) e a 20 m dalla stessa ($F_{2; 39,6} = 4,99$; $P = 0,02$). Non sono emersi analoghi effetti per le altre fasce (rispettivamente, a 40m: $F_{2; 39,6} = 0,36$; $P = 0,69$; a 60 m: $F_{2; 39,6} = 0,1$; $P = 0,996$; a 80 m: $F_{2; 39,6} = 2,30$; $P = 0,11$).

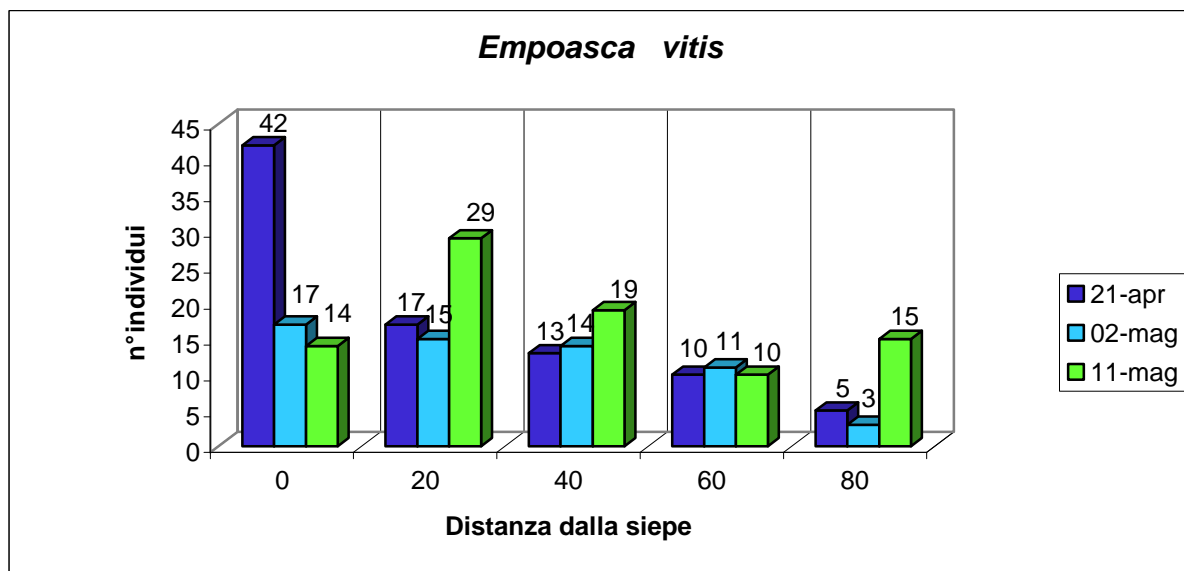


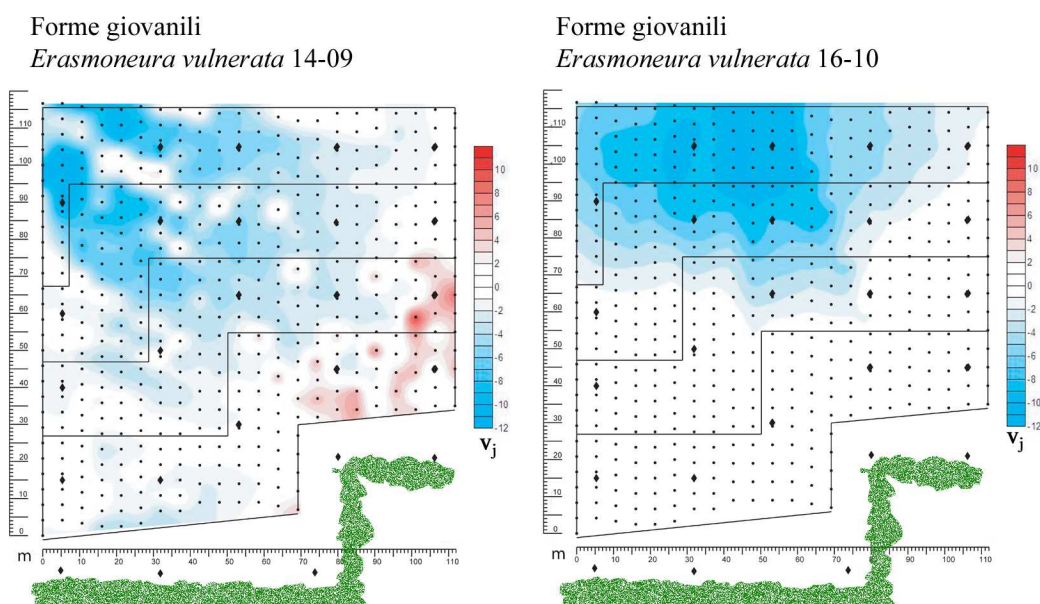
Figura 3.3-1: Numero di adulti di *Empoasca vitis* catturati mediante trappole cromotropiche poste sulla siepe e nel vigneto a distanza progressiva dalla siepe (21 aprile-11 maggio 2009).

3.4 Dinamica spazio-temporale di *Erasmoneura vulnerata*

Il calcolo degli indici di aggregazione spaziale di *Erasmoneura vulnerata* ha evidenziato una distribuzione aggregata sia delle forme giovanili che delle forme adulte in settembre (Tabella 3.4-a). Dalle mappe di aggregazione locale (Figura 3.4-b) i punti di aggregazione si trovavano in prossimità della siepe e del frutteto. In ottobre, gli adulti risultavano ancora aggregati nel vigneto in prossimità della vegetazione spontanea e del frutteto, mentre gli stadi giovanili risultano omogeneamente distribuiti nel vigneto (Tabella 3.4-a; Figura 3.4-b).

INDICI DI AGGREGAZIONE <i>Erasmoneura vulnerata</i>						
STADIO	Forme giovanili		Adulti		Pop. Complessiva	
Data	<i>Ia</i>	<i>p</i>	<i>Ia</i>	<i>p</i>	<i>Ia</i>	<i>p</i>
14/09/2008	3.062	0,002	2.076	0,002	3.255	0,002
16/10/2008	1.253	0,084	2.333	0,002	2.460	0,002

Tabella 3.4-a: Indici di aggregazione spaziale per *Erasmoneura vulnerata* osservati a fine stagione 2008. Per $Ia \leq 1$, la distribuzione risulta casuale; per $Ia > 1$, la distribuzione risulta aggregata. Il livello di significatività è stato posto uguale a 0,05.



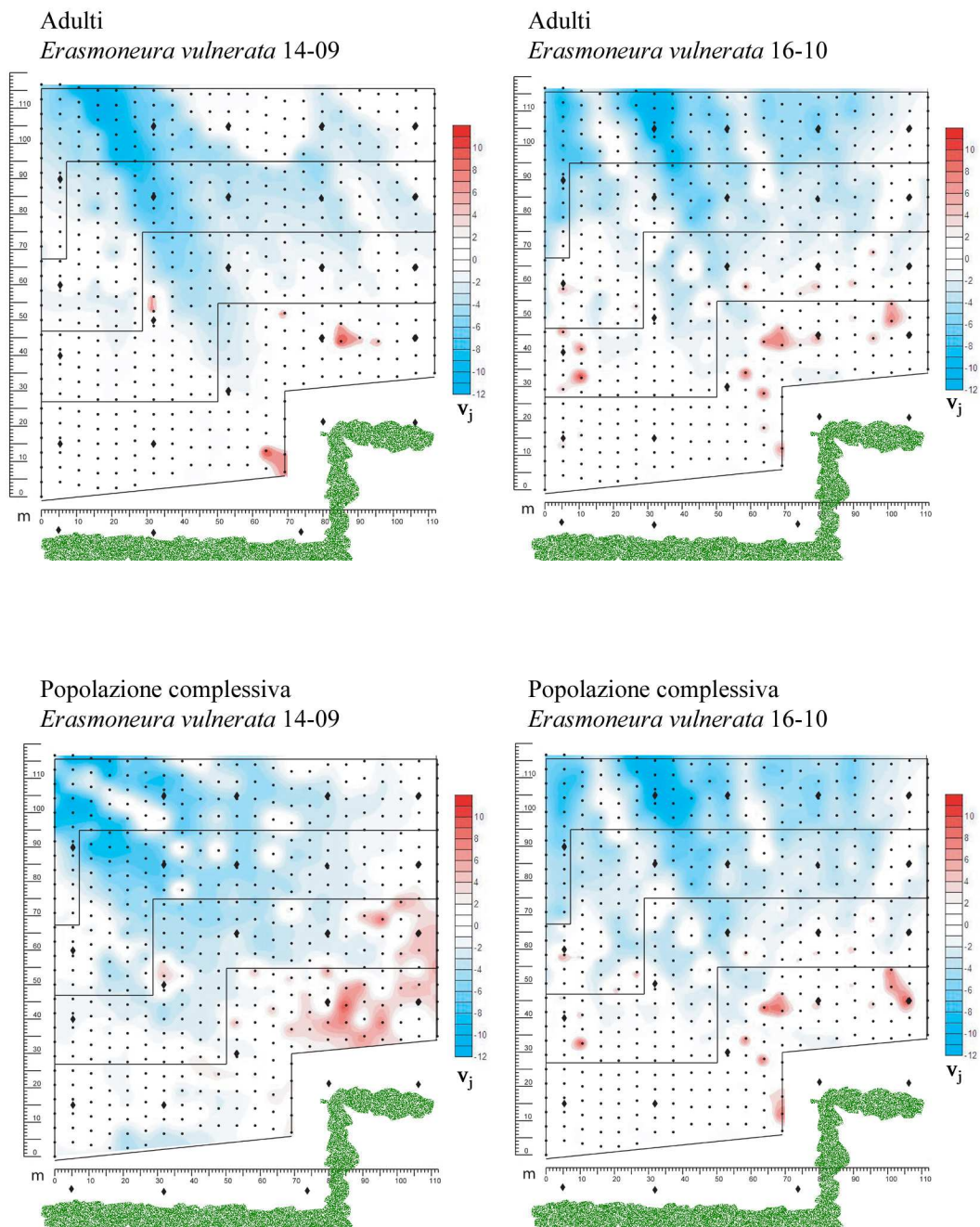


Figura 3.4-b: Mappe di aggregazione locale per *Erasmoneura vulnerata* osservate a fine stagione 2008. L'indice di raggruppamento locale (v_j) indica con valori di $v_j > 1.5$ punti di raggruppamento con $v_j < -1.5$ indica i punti di dispersione.

Il calcolo degli indici di associazione ha evidenziato come la distribuzione nel vigneto degli adulti e degli stadi giovanili sia risultata associata (Tabella 3.4-c; Figura 3.4-b). Lo stesso fenomeno è stato evidenziato considerando le popolazioni complessive di *E. vulnerata* in settembre e in ottobre (Tabella 3.4-c).

INDICI DI ASSOCIAZIONE			
<i>Erasmoneura vulnerata</i>		X	p _x
Forme giovanili 14/09/2009	Adulti 14/09/2009	0,488	0,001
Forme giovanili 16/10/2009	Adulti 16/10/2009	0,642	0,001
Forme giovanili 14/09/2009	Forme giovanili 16/10/2009	0,582	0,001
Adulti 14/09/2009	Adulti 16/10/2009	0,481	0,001
Forme giovanili 14/09/2009	Adulti 16/10/2009	0,459	0,001
Forme giovanili 16/10/2009	Adulti 14/09/2009	0,631	0,001
Pop complessiva 14/09/2009	Pop complessiva 16/10/2009	0,494	0,001

Tabella 3.4-c: Indici di associazione per *Erasmoneura vulnerata* relativi al 2008. Valori di $P_x < 0,025$ indicano un'associazione significativa, mentre valori di $P_x > 0,975$ indicano una dissociazione significativa.

Stadio	Effetto	F	g. d. l.	p
Forme giovanili	Distanza	14,66	3; 487	< 0,0001
	Tempo	90,57	1; 487	< 0,0001
	Distanza*Tempo	11,93	3; 487	< 0,0001
Adulti	Distanza	19,17	3; 487	< 0,0001
	Tempo	4,55	1; 487	0,0335
	Distanza*Tempo	1,53	3; 487	0,2051
Pop complessiva	Distanza	30,23	3; 487	< 0,0001
	Tempo	35,97	1; 487	< 0,0001
	Distanza*Tempo	3,36	3; 487	0,0186

Tabella. 3.4-d: Risultati dell'Analisi della varianza, a misure ripetute, sulle densità di *E. vulnerata* rilevate nel vigneto nel 2008.

L'abbondanza delle forme giovanili di *E. vulnerata* nel vigneto è risultata influenzata dalla presenza della siepe (Tabella 3.4-d; Figura 3.4-e). L'analisi ha evidenziato ulteriori effetti dell'effetto "tempo" e dell'interazione "distanza * tempo" (Tabella 3.4-d; Figura 3.4-e). In particolare, l'effetto della distanza è risultato significativo nel campionamento di settembre ($F_{3; 973} = 26,55$; $P < 0,0001$), ma non in quello di ottobre ($F_{3; 973} = 0,11$; $P = 0,953$). A settembre, le forme giovanili erano più abbondanti nella fascia a 20 m rispetto alle fasce più lontane (rispettivamente a 40 m: $t_{973} = 5,35$; $P < 0,0001$; a 60 m: $t_{973} = 7,26$; $P < 0,0001$; a 80 m: $t_{973} = 7,94$; $P < 0,0001$; Figura 3.4-e). Ulteriori differenze sono emerse nel confronto tra la fascia a 40 m e a 80 m ($t_{973} = 2,67$; $P = 0,007$). Non sono emerse differenze tra le fasce poste

a 40 m e a 60 m ($t_{973} = 1,83$; $P = 0,066$) né tra le fasce poste a 60 m e a 80 m ($t_{973} = 0,89$; $P = 0,372$).

L'effetto della siepe e del tempo è stato confermato anche sugli adulti (Tabella 3.4-d; Figura 3.4-e). Complessivamente, la presenza degli adulti è risultata più elevata nella fascia posta a 20 m rispetto alle fasce più distanti (rispettivamente: a 40 m: $t_{487} = 4,55$; $P < 0,0001$; a 60 m: $t_{487} = 5,71$; $P < 0,0001$; a 80 m.: $t_{487} = 7,04$; $P < 0,0001$). Ulteriori differenze sono emerse tra la fascia posta a 40 m e a 80 m ($t_{487} = 2,56$; $P = 0,011$). Gli altri confronti non hanno dato luogo a differenze significative (tra 40 m e 60 m: $t_{487} = 1,11$; $P = 0,265$; tra 60 m e 80 m: $t_{487} = 1,48$; $P = 0,138$)

Considerando la popolazione complessiva di *E. vulnerata*, l'analisi ha evidenziato analoghe tendenze (Tabella 3.4-d; Figura 3.4-e). L'interazione "distanza*tempo" è risultata anch'essa significativa (Tabella 3.4-d), in quanto la densità di popolazione è variata nel corso del tempo nelle fasce poste a 20 m ($F_{1; 487} = 34,17$; $P < 0,0001$), 40 m ($F_{1; 487} = 7,48$; $P = 0,006$) e 80 m ($F_{1; 487} = 4,23$; $P = 0,04$). Complessivamente, le popolazioni della cicalina hanno raggiunto livelli più elevati a 20 m dalla siepe rispetto a 40 m ($t_{487} = 5,55$; $P < 0,0001$), 60 m ($t_{487} = 7,42$; $P < 0,0001$), 80 m ($t_{487} = 8,71$; $P < 0,0001$). Ulteriori differenze sono emerse tra 40 m (dove la popolazione di *E. vulnerata* è risultata più abbondante) e 80 m ($t_{487} = 3,93$; $P = 0,001$).

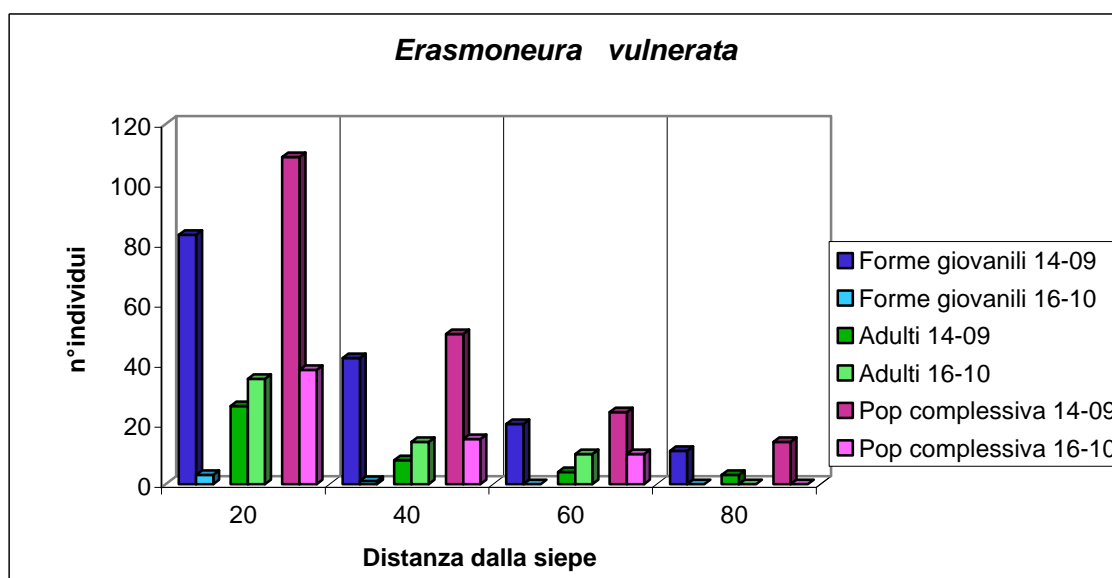


Figura 3.4-e: Numero di individui di *E. vulnerata* rilevati sulle viti nelle fasce poste a distanza progressiva dalla siepe nei campionamenti effettuati il 14 settembre e il 16 ottobre 2008.

In relazione alla distribuzione degli adulti di *E. vulnerata* catturati nella primavera del 2009, l'analisi ha evidenziato popolazioni significativamente aggregate nel primo rilievo (Tabella 3.4-f). Dalle mappe si può constatare come *E. vulnerata* risulti aggregata sulla siepe a fine aprile mentre successivamente essa sia distribuita in maniera casuale nel vigneto (Figura 3.4-g).

INDICI DI AGGREGAZIONE <i>Erasmoneura vulnerata</i>						
Data	21/04/2009		02/05/2009		11/05/2009	
Stadio	<i>Ia</i>	<i>p</i>	<i>Ia</i>	<i>p</i>	<i>Ia</i>	<i>p</i>
Adulti	1,263	0,033	1,233	0,101	1,276	0,070

Tabella 3.4-f: Indici di aggregazione spaziale per *Erasmoneura vulnerata* osservati ad inizio stagione 2009. Per $Ia \leq 1$, la distribuzione risulta casuale; per $Ia > 1$, la distribuzione risulta aggregata. Il livello di significatività è stato posto uguale a 0,05.

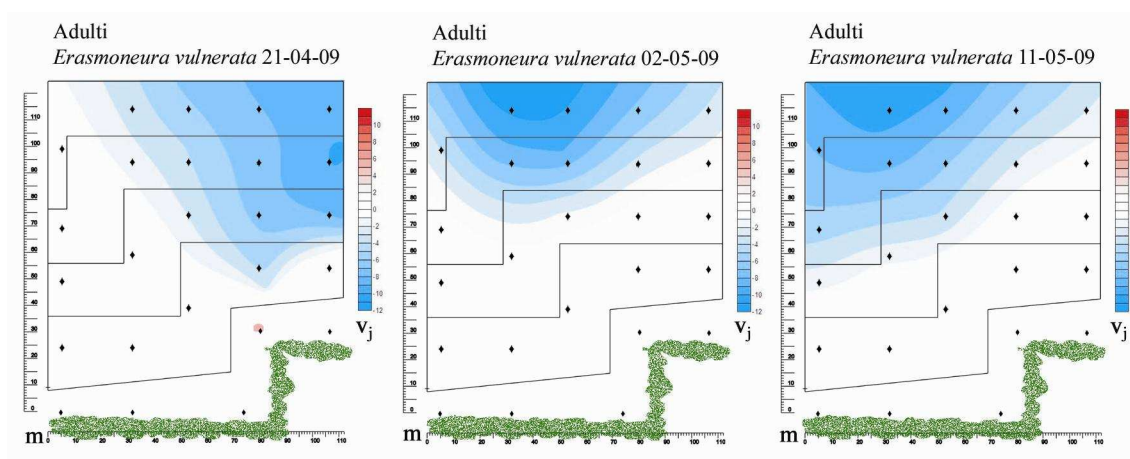


Figura 3.4-g: Mappe di aggregazione locale per *Erasmoneura vulnerata* osservate ad inizio stagione 2009. L'indice di raggruppamento locale (v_j) indica con valori di $v_j > 1.5$ punti di raggruppamento con $v_j < -1.5$ indica i punti di dispersione.

L'elaborazione degli indici di associazione relativi a *E. vulnerata* evidenzia un'associazione tra le popolazioni osservate nei tre rilievi (Tabella 3.4-h; Figura 3.4-g).

INDICI DI ASSOCIAZIONE			
<i>Erasmoneura vulnerata</i>		X	p _x
Adulti 21/04/2009	Adulti 02/05/2009	0,685	0,001
Adulti 21/04/2009	Adulti 11/05/2009	0,644	0,002
Adulti 02/05/2009	Adulti 11/05/2009	0,972	0,000

Tabella 3.4-h: Indici di associazione per *Erasmoneura vulnerata* relativi al 2009. Valori di $P_x < 0,025$ indicano un'associazione significativa, mentre valori di $P_x < 0,975$ indicano una dissociazione significativa.

Specie	Effetto	F	g. d. l.	p
<i>Erasmoneura vulnerata</i>	Distanza	7,67	4; 19	0,0007
	Tempo	0,14	2; 37,3	0,8672
	Distanza*Tempo	0,73	8; 37,3	0,6627

Tabella.3.4-i: Risultati dell'Analisi della varianza, a misure ripetute, sulle densità di *E. vulnerata* rilevate nel vigneto nel 2008.

L'analisi statistica ha evidenziato differenze significative nella numerosità degli adulti tra la siepe e le diverse fasce del vigneto (Tabella 3.4-i; Figura 3.4-l). In particolare, sono state riscontrate più cicaline sulla siepe che a 20 m ($t_{19} = 4,44$; $P < 0,001$), 40 m ($t_{19} = 4,38$; $P < 0,001$), 60 m ($t_{19} = 4,40$; $P < 0,001$) e 80 m ($t_{19} = 4,29$; $P < 0,001$). Non sono emerse differenze tra le fasce poste all'interno del vigneto (tra 20 m e 40 m: $t_{19} = 0,06$; $P = 0,956$; tra 20 m e 60 m: $t_{19} = 0,04$; $P = 0,97$; tra 20 m e 80 m: $t_{19} = 0,15$; $P = 0,88$; tra 40 m e 60 m: $t_{19} = 0,02$; $P = 0,98$; tra 40 m e 80 m: $t_{19} = 0,09$; $P = 0,92$; tra 60 m e 80 m: $t_{19} = 0,12$; $P = 0,90$).

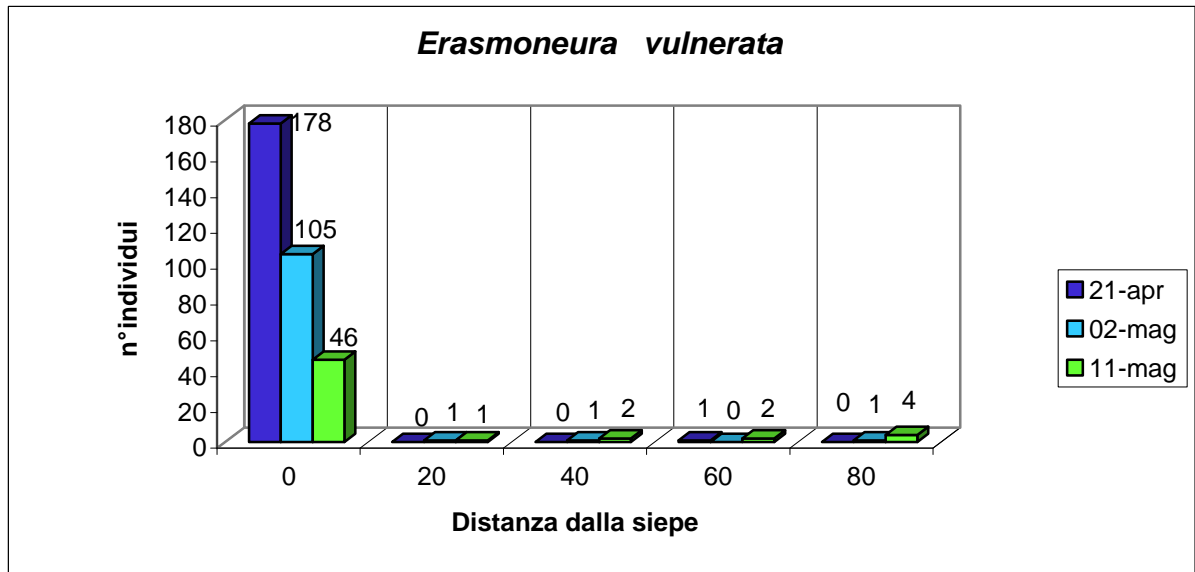


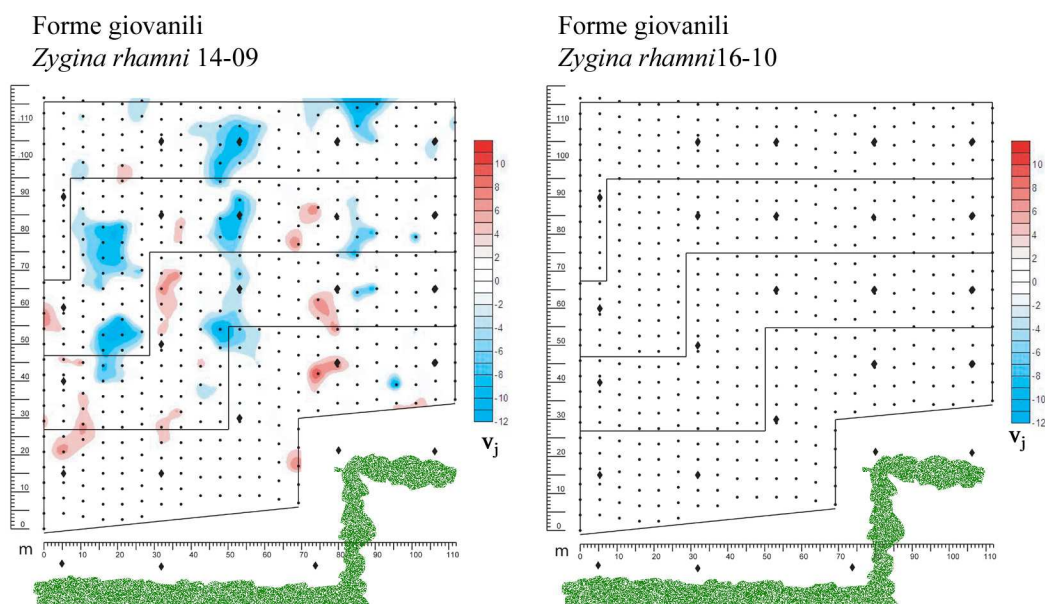
Figura 3.4-1: Numero di adulti di *E. vulnerata* catturati mediante trappole cromotropiche poste sulla siepe e su fasce di vigneto progressivamente distanti dalla siepe dal 21 aprile al 11 maggio 2009.

3.5 Dinamica spazio-temporale di *Zygina rhamni*

Nel primo rilievo le forme giovanili, gli adulti e le popolazioni complessive di *Z. rhamni* sono risultate distribuite in modo aggregato nel vigneto (Tabella 3.5-a). Dall'osservazione delle mappe di distribuzione emerge una presenza aggregata in alcuni punti nel vigneto, talvolta in prossimità della siepe (Figura 3.5-b).

INDICI DI AGGREGAZIONE <i>Zygina rhamni</i>						
STADIO	Forme giovanili		Adulti		Pop. Complessiva	
Data	<i>I_a</i>	<i>p</i>	<i>I_a</i>	<i>p</i>	<i>I_a</i>	<i>p</i>
14/09/2008	1.452	0,009	1.306	0,038	1.657	0,002
16/10/2008	0,769	0,923	0,999	0,433	0,986	0,448

Tabella 3.5-a: Indici di aggregazione spaziale per *Zygina rhamni* osservati a fine stagione 2008. Per $I_a \leq 1$, la distribuzione risulta casuale; per $I_a > 1$, la distribuzione risulta aggregata. Il livello di significatività è stato posto uguale a 0,05.



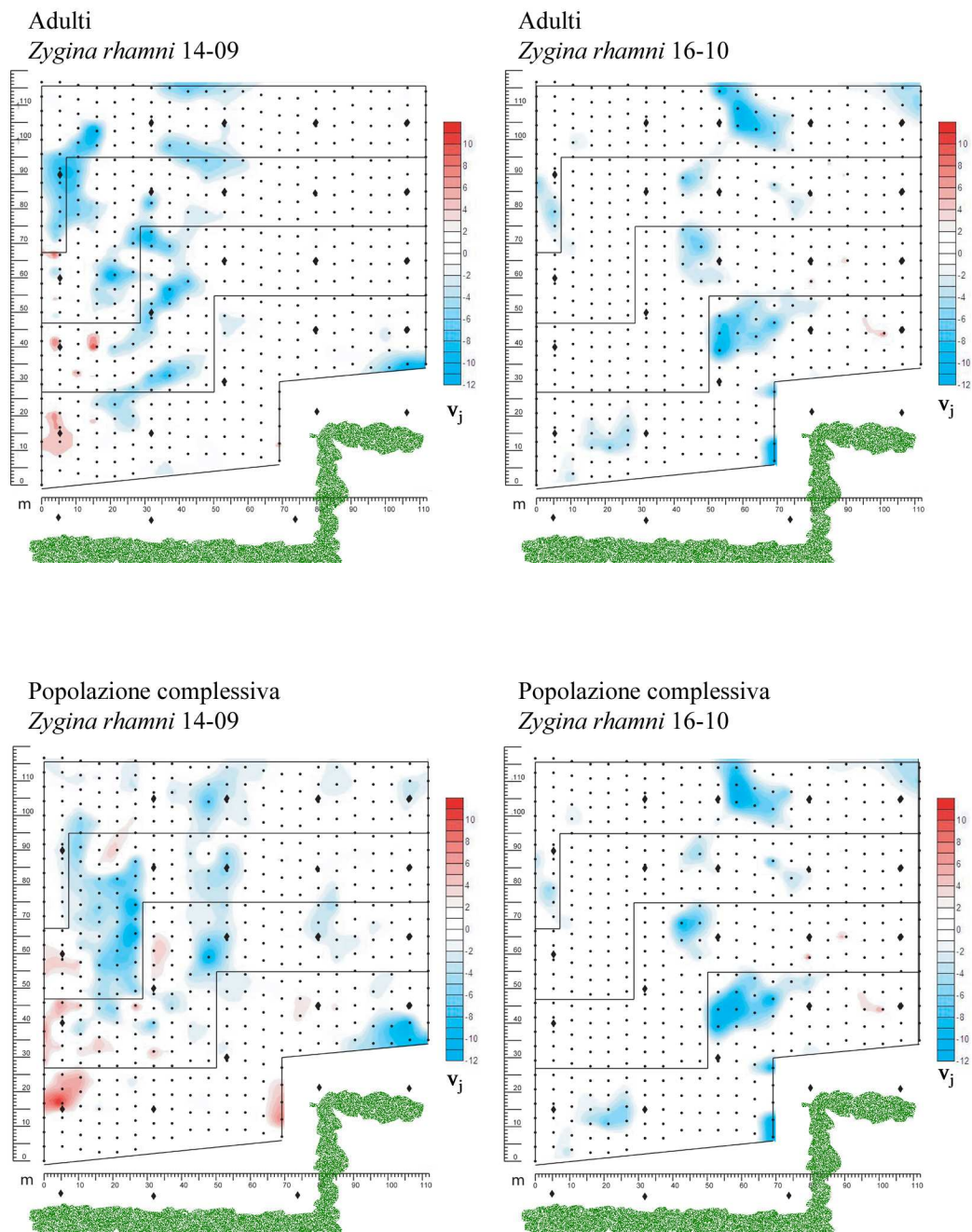


Figura 3.5-b: Mappe di aggregazione locale per *Zyginia rhamni* osservate a fine stagione 2008. L'indice di raggruppamento locale (v_j) indica con valori di $v_j > 1.5$ punti di raggruppamento con $v_j < -1.5$ indica i punti di dispersione.

La distribuzione delle forme giovanili di *Z. rhamni* nel mese di settembre è risultata associata alla distribuzione degli adulti in ottobre (Tabella 3.5-c). Un'analoga associazione è emersa riguardo alle popolazioni complessive rilevate a settembre e ottobre (Tabella 3.5-c).

INDICI DI ASSOCIAZIONE			
<i>Zygina rhamni</i>		X	p _x
Forme giovanili 14/09/2009	Adulti 14/09/2009	0,066	0,096
Forme giovanili 16/10/2009	Adulti 16/10/2009	0,032	0,632
Forme giovanili 14/09/2009	Forme giovanili 16/10/2009	0,029	0,698
Adulti 14/09/2009	Adulti 16/10/2009	0,075	0,071
Forme giovanili 14/09/2009	Adulti 16/10/2009	0,163	0,002
Forme giovanili 16/10/2009	Adulti 14/09/2009	0,152	0,988
Pop complessiva 14/09/2009	Pop complessiva 16/10/2009	0,107	0,023

Tabella 3.5-c: Indici di associazione per *Zygina rhamni* relativi al 2008. Valori di $P_x < 0,025$ indicano un'associazione significativa, mentre valori di $P_x > 0,975$ indicano una dissociazione significativa.

Stadio	Effetto	F	g. d. l.	p
Forme giovanili	Distanza	3,88	3; 487	0,0092
	Tempo	509,89	1; 487	< 0,0001
	Distanza*Tempo	3,73	3; 487	0,0114
Adulti	Distanza	1,2	3; 487	0,308
	Tempo	19,62	1; 487	< 0,0001
	Distanza*Tempo	0,39	3; 487	0,7619
Pop complessiva	Distanza	3,77	3; 487	0,0107
	Tempo	425,91	1; 487	< 0,0001
	Distanza*Tempo	1,94	3; 487	0,1218

Tabella. 3.5-d: Risultati dell'Analisi della varianza, a misure ripetute, sulle densità di *Z. rhamni* rilevate nel vigneto nel 2008.

L'abbondanza di forme giovanili di *Zygina rhamni* nel vigneto è stata influenzata dalla presenza della siepe ed è variata nel corso del tempo (Tabella 3.5-d; Figura 3.5-e). L'effetto della distanza dalla siepe è risultato significativo in settembre ($F_{3; 974} = 7,6$; $P < 0,0001$), ma non a ottobre ($F_{3; 974} = 0,01$; $P = 0,9988$). Sono state osservate più forme giovanili nella fascia posta a 20 m rispetto a quella posta a 60 m ($t_{974} = 2,57$; $P = 0,0102$) e a 80 m ($t_{974} = 4,27$; $P < 0,0001$): non sono state riscontrate differenze nel confronto con la fascia posta a 40 m ($t_{974} = 0,47$; $P = 0,6369$) (Figura 3.5-e). Tuttavia, la numerosità delle cicaline in quest'ultima fascia è stata più elevata rispetto a quella rilevata nelle fasce poste a 60 m ($t_{974} = 2,05$; $P = 0,041$) e a 80 m ($t_{974} = 3,72$; $P = 0,0002$). Non sono emerse differenze tra le fasce situate a 60 m e a 80 m ($t_{974} = 1,74$; $P = 0,0817$).

L'effetto della distanza della siepe nei confronti degli adulti non è risultato significativo al contrario di quanto è emerso in relazione all'effetto del tempo (Tabella 3.5-d; Figura 3.5-e).

Per quanto riguarda la popolazione complessiva, l'abbondanza di *Z. rhamni* è risultata influenzata sia dalla distanza (Tabella 3.5-d; Figura 3.5-e.) sia dal tempo (Tabella 3.5-d; Figura 3.5-e.). Complessivamente, è stata osservata una maggiore densità di *Z. rhamni* nella fascia posta a 20 m rispetto a quella posta a 80 m ($t_{487} = 2,91$; $P = 0,003$) e nella fascia a 40 m rispetto a quella posta a 80 m ($t_{487} = 2,98$; $P = 0,003$). Non sono emerse ulteriori differenze significative.

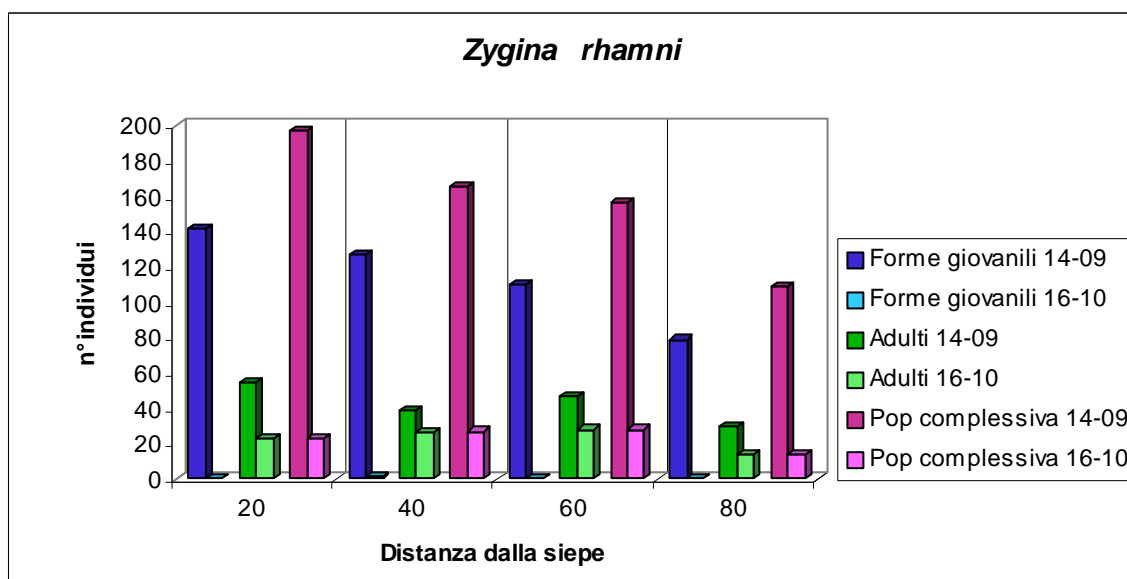


Figura 3.5-e: Numero di individui di *Zygina rhamni* rilevati sulle viti nelle fasce poste a distanza progressiva dalla siepe nei campionamenti effettuati il 14 settembre e il 16 ottobre 2008.

L'analisi dei dati ottenuti nella primavera 2009 ha evidenziato una distribuzione casuale di *Zygina rhamni* nel vigneto (Tabella 3.5-f). Dalle mappe tuttavia appare una dispersione tendenzialmente maggiore nelle zone più distanti dalla siepe (Figura 3.5-g).

INDICI DI AGGREGAZIONE <i>Zygina rhamni</i>						
Data	21/04/2009		02/05/2009		11/05/2009	
Stadio	<i>Ia</i>	<i>p</i>	<i>Ia</i>	<i>p</i>	<i>Ia</i>	<i>p</i>
Adulti	1,058	0,315	1,186	0,120	1,055	0,318

Tabella 3.5-f: Indici di aggregazione spaziale per *Zygina rhamni* osservati ad inizio stagione 2009. Per $Ia \leq 1$, la distribuzione risulta casuale; per $Ia > 1$, la distribuzione risulta aggregata. Il livello di significatività è stato posto uguale a 0,05.

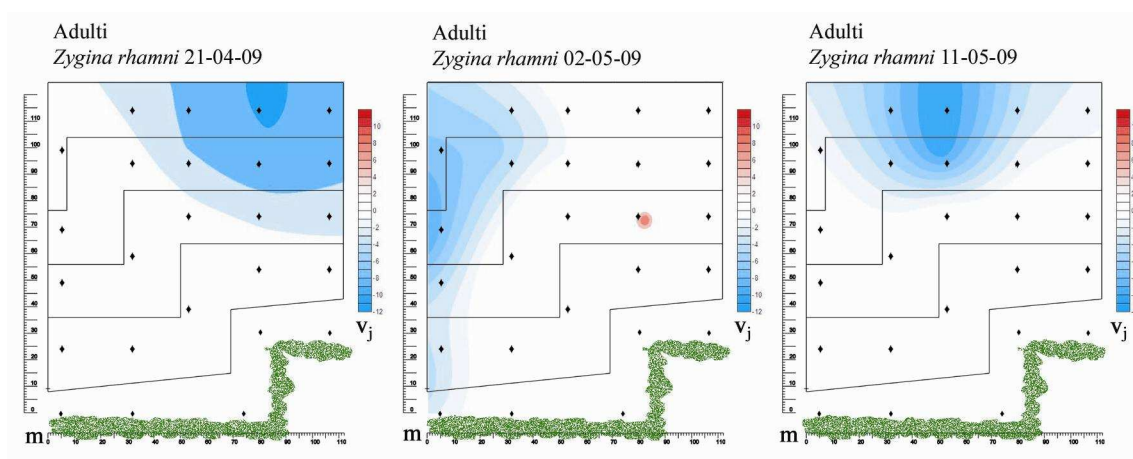


Figura 3.5-g: Mappe di aggregazione locale per *Zyginia rhamni* osservate ad inizio stagione 2009. L'indice di raggruppamento locale (v_j) indica con valori di $v_j > 1.5$ punti di raggruppamento con $v_j < -1.5$ indica i punti di dispersione.

Gli indici di associazione delle distribuzioni di *Zyginia rhamni* in primavera evidenziano una sovrapposizione delle distribuzioni tra il rilievo del 21 aprile e quello del 11 maggio (Tabella 3.5-h).

INDICI DI ASSOCIAZIONE			
<i>Zyginia rhamni</i>		X	P_X
Adulti 21/04/2009	Adulti 02/05/2009	-0,227	0,848
Adulti 21/04/2009	Adulti 11/05/2009	0,588	0,010
Adulti 02/05/2009	Adulti 11/05/2009	0,158	0,240

Tabella 3.5-h: Indici di associazione per *Zyginia rhamni* relativi al 2009. Valori di $P_X < 0,025$ indicano un'associazione significativa, mentre valori di $P_X > 0,975$ indicano una dissociazione significativa.

Specie	Effetto	F	g. d. l.	p
<i>Zyginia rhamni</i>	Distanza	2,06	4; 27,3	0,1138
	Tempo	0,24	2; 41,7	0,7865
	Distanza*Tempo	0,52	8; 43	0,8336

Tabella. 3.5-i: Risultati dell'Analisi della varianza, a misure ripetute, sulle densità di *Z. rhamni* rilevate nel vigneto nel 2009.

La dinamica delle catture di *Z. rhamni* nel 2009 è stata influenzata né dalla distanza dalla siepe né del tempo (Tabella 3.5-i; Figura 3.5-l).

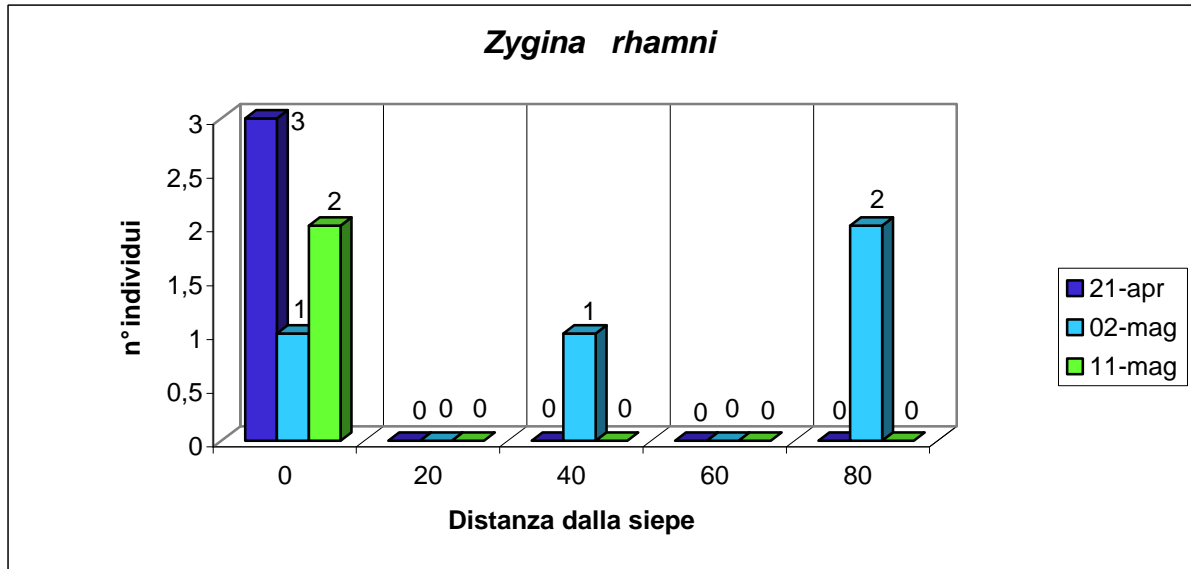


Figura 3.5-l: Numero di individui di *Z. rhamni* catturati mediante trappole cromotropiche poste in corrispondenza nelle fasce a distanza progressiva dalla siepe dal 21 aprile al 11 maggio 2009.

3.6 Dinamica spazio-temporale dei parassitoidi *Anagrus atomus* group e *Stethynium* spp.

L'analisi dei dati relativi alle catture degli Imenotteri parassitoidi *Anagrus* spp. e *Stethynium* spp., ha messo in evidenza una distribuzione aggregazione nel rilievo dell'11 maggio (Tabella 3.6-a). La presenza dei parassitoidi risultava più concentrata in prossimità del frutteto e verso la siepe (tabella 3.6-a; Figura 3.6-b).

INDICI DI AGGREGAZIONE Parassitoidi						
Data	21/04/2009		02/05/2009		11/05/2009	
Stadio	<i>Ia</i>	<i>p</i>	<i>Ia</i>	<i>p</i>	<i>Ia</i>	<i>p</i>
Adulti	1,079	0,277	1,212	0,120	1,511	0,007

Tabella 3.6-a: Indici di aggregazione spaziale dei parassitoidi osservati ad inizio stagione 2009. Per $Ia \leq 1$, la distribuzione risulta casuale; per $Ia > 1$, la distribuzione risulta aggregata. Il livello di significatività è stato posto uguale a 0,05.

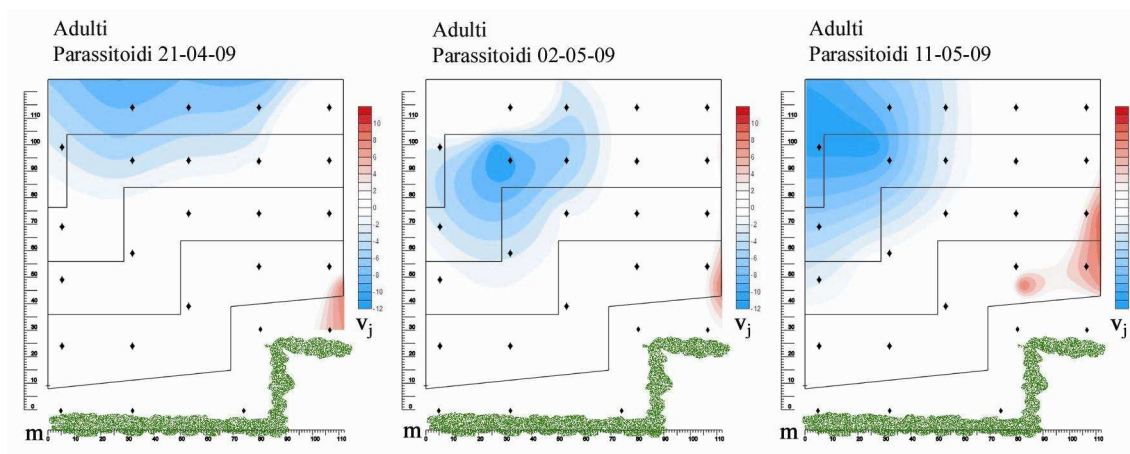


Figura 3.6-b: Mappe di aggregazione locale dei parassitoidi osservate nella primavera del 2009. L'indice di raggruppamento locale (v_j) indica con valori di $v_j > 1.5$ punti di raggruppamento con $v_j < -1.5$ indica i punti di dispersione.

Gli indici di associazione relativi ai parassitoidi evidenziano come le distribuzioni osservate nelle tre date risultino associate tra loro (Tabella 3.6-c).

INDICI DI ASSOCIAZIONE			
parassitoidi		X	p _x
Adulti 21/04/2009	Adulti 02/05/2009	0,679	0,001
Adulti 21/04/2009	Adulti 11/05/2009	0,549	0,006
Adulti 02/05/2009	Adulti 11/05/2009	0,676	0,002

Tabella 3.6-c: Indici di associazione dei parassitoidi relativi al 2009. Valori di $P_x < 0,025$ indicano un'associazione significativa, mentre valori di $P_x > 0,975$ indicano una dissociazione significativa.

Specie	Effetto	F	g. d. l.	p
Parassitoidi	Distanza	2,87	4; 20,9	0,0483
	Tempo	2,35	2; 38,2	0,1086
	Distanza*Tempo	1,17	8; 39	0,3385

Tabella. 3.6-d: Risultati dell'Analisi della varianza, a misure ripetute, sulle densità dei parassitoidi rilevate nel vigneto nel 2008.

L'analisi dei dati relativi alle catture di Imenotteri parassitoidi ha evidenziato un effetto significativo della siepe (Tabella 3.6-d; Figura 3.6-e). Infatti sono stati catturati più parassitoidi sulle trappole poste sulla siepe rispetto a quelle situate a 20 m ($t_{20,9} = 2,16$; $P = 0,042$), 40 m ($t_{20,9} = 2,56$; $P = 0,019$), 60 m ($t_{20,9} = 2,29$; $P = 0,004$) e 80 m ($t_{20,9} = 3,13$; $P = 0,051$). Non sono emerse differenze significative tra le trappole poste nel vigneto.

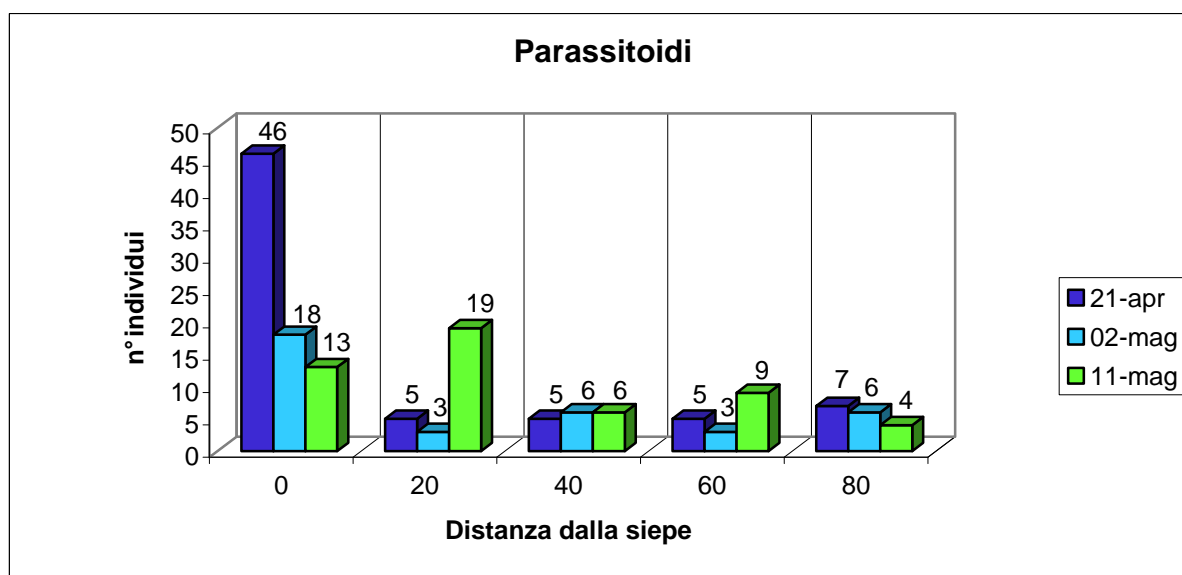


Figura 3.6-e: Numero di parassitoidi catturati mediante trappole cromotropiche poste sulla siepe e sulle fasce del vigneto poste a distanza progressiva dalla siepe dal 21 aprile al 11 maggio 2009.

Sulla base degli indici di associazione tra le distribuzione dei parassitoidi e le tre specie di cicaline ampelofaghe, è emerso come i primi siano sempre risultati associati a *E. vitis* e, limitatamente alla prima data, a *E. vulnerata* (Tabella 3.6-f).

INDICI DI ASSOCIAZIONE			
Parassitoidi-Data	Specie-Data	X	P_X
Parassitoidi 21/04/2009	<i>Empoasca vitis</i> 21/04/2009	0,788	< 0,0001
Parassitoidi 02/05/2009	<i>Empoasca vitis</i> 02/05/2009	0,609	0,003
Parassitoidi 11/05/2009	<i>Empoasca vitis</i> 11/05/2009	0,897	<0,0001
Parassitoidi 21/04/2009	<i>Erasmoneura vulnerata</i> 21/04/2009	0,648	0,003
Parassitoidi 02/05/2009	<i>Erasmoneura vulnerata</i> 02/05/2009	0,450	0,029
Parassitoidi 11/05/2009	<i>Erasmoneura vulnerata</i> 11/05/2009	0,486	0,025
Parassitoidi 21/04/2009	<i>Zygina rhamni</i> 21/04/2009	0,271	0,128
Parassitoidi 02/05/2009	<i>Zygina rhamni</i> 02/05/2009	0,331	0,081
Parassitoidi 11/05/2009	<i>Zygina rhamni</i> 11/05/2009	0,336	0,073

Tabella 3.6-f: Indici di associazione tra parassitoidi e pecie di cicalina relativi al 2009. Valori di $P_X < 0,025$ indicano un'associazione significativa, mentre valori di $P_X > 0,975$ indicano una dissociazione significativa.

4. Discussione

La comparsa di *E. vulnerata* in Italia e in Europa ha sollevato alcune questioni per il ruolo che questa specie potrà avere nella protezione della vite. Le indagini condotte recentemente in Italia hanno suggerito che *E. vulnerata* possa sviluppare da due a tre generazioni nelle regioni nord-orientali ove attualmente risiede (Duso et al., 2008). Tali conclusioni derivavano da osservazioni fenologiche non dalla conduzione di allevamenti in condizioni controllate. Nel presente lavoro vengono fornite informazioni originali sul ciclo biologico di *E. vulnerata*. Dall'allevamento della specie su piante isolate è stato possibile valutare i tempi di sviluppo in campo. La temperatura media nel periodo in cui si è svolta la prova è stata di circa 22° C, valori tipici dei mesi estivi nel Veneto. Sulla base della comparsa dei primi adulti si può concludere che la durata dello sviluppo completo (dall'inizio dell'ovideposizione alla comparsa dello stadio immaginale) sia stata di almeno 33 giorni. La maggior parte degli adulti è stata riscontrata a 32-38 giorni dall'ovideposizione e un numero meno rilevante di individui ha impiegato almeno 40 giorni per completare il ciclo. L'elevata differenza tra il numero di forme giovanili e di adulti sfarfallati suggerisce che si sia verificata una certa mortalità giovanile. Una bassa percentuale di adulti può essere sfuggita al momento dell'ispezione. In ogni caso, i valori riportati sono in linea con le osservazioni fenologiche svolte in questo lavoro e in altri precedenti contributi (Zimmerman et al., 1996; Duso et al., 2008).

Nel presente lavoro sono state svolte anche alcune osservazioni sul comportamento della specie. L'ovideposizione avviene in corrispondenza delle nervature principali e secondarie delle foglie ma anche sul picciolo. È stato osservato che le neanidi vivono in prevalenza sulla pagina inferiore delle foglie, mentre le ninfe occupano prevalentemente la pagina superiore (Duso et al., 2005). Durante l'esecuzione della prova è stata riscontrata la presenza indifferenziata delle neanide e ninfe su ambedue le pagine fogliari. Questo fenomeno è forse dovuto all'elevata densità di popolazione sviluppata sulle piante in prova oppure all'effetto della calza che proteggeva la cicalina dall'insolazione e dal vento.

La prova svolta nei tre ambienti ha rilevato densità più elevate di *E. vulnerata* in prossimità di potenziali siti di svernamento quali manufatti lignei e ospiti secondari. Infatti *E. vulnerata* è una cicalina ampelofaga e vive sulla vite ma in assenza di questa sfrutta piante ospiti secondarie come *Parthenocissus quinquefolia*, *Ilex decidua*, *Cercis canadensis*, *Vitis* selvatiche, *Aesculus* sp., *Ulmus alata*, *Sorghum halapense*, *Salix* sp., *Rubus* sp. (Dietrich e Dmitriev, 2004). Lo svernamento solitamente avviene su piante sempreverdi, anfratti e cavità della corteccia, sotto le foglie secche. Successivamente la cicalina si sposta sulla vegetazione

della vite verso metà-fine maggio (Duso et al., 2005). Nel presente lavoro emerge l'importanza della presenza di questi siti anche in un periodo successivo a quello dell'uscita dallo svernamento, in quanto la prova è stata svolta in estate. Occorre sottolineare che comunque la colonizzazione della cicalina è avvenuta in tutti e tre gli ambienti. Tuttavia, nel secondo e nel terzo ambiente, posti in prossimità del vigneto, la presenza della cicalina è stata contenuta probabilmente per l'esecuzione dei trattamenti fitosanitari tradizionali applicati al vigneto.

Dallo studio delle dinamiche spazio-temporali di *E. vulnerata*, è emerso l'importante ruolo della siepe nel determinare la presenza della specie nel vigneto. La popolazione di *E. vulnerata* in autunno è risultata aggregata in prossimità della siepe. In primavera la presenza di *E. vulnerata* è stata riscontrata quasi esclusivamente sulla siepe e i dati sulla colonizzazione del vigneto sono forse prematuri. Pertanto, il ruolo della vegetazione spontanea come potenziale sito di inoculo delle infestazioni di *E. vulnerata* merita ulteriori indagini.

Anche per *Zygina rhamni* è emerso, anche se a livelli inferiori rispetto alla specie precedente, un effetto positivo della presenza della siepe sulla colonizzazione del vigneto. Questo effetto si è manifestato soprattutto in tarda estate.

Relativamente a *E. vitis*, la siepe non sembra avere avuto un ruolo nel determinare la distribuzione della specie nel vigneto a fine stagione. La popolazione di *E. vitis* è risultata concentrata soprattutto nella zona centrale del vigneto in ottobre. Nella primavera successiva, la specie è risultata più abbondante in prossimità del frutteto e verso la siepe. Un ruolo importante in questo fenomeno può essere attribuito alla scalarità del germogliamento, in quanto la fascia del vigneto contigua al frutteto è composta da viti di varietà Prosecco, caratterizzate da germogliamento precoce. Anche il ciliegio potrebbe rappresentare un ospite intermedio tra la siepe (sito di svernamento) e la vite. Dai dati primaverili, soprattutto quelli del primo rilievo, la siepe si conferma quale fonte di diffusione di *E. vitis*.

In primavera è stato possibile valutare la distribuzione dei parassitoidi Imenotteri *Anagrus* spp. e *Stethynium* spp. che è risultata aggregata sulla siepe. La distribuzione dei due parassitoidi è apparsa fortemente associata a quella di *E. vitis*, mentre in una data è risultata associata anche a *E. vulnerata*. Questo fenomeno sottolinea come la siepe sia un potenziale sito di inoculo anche degli antagonisti naturali delle cicaline.

Le informazioni ottenute chiariscono alcuni aspetti associati alla presenza di *E. vulnerata* nei vigneti italiani. Le conoscenze su questa specie in Italia sono ancora da approfondire visto il suo recente rinvenimento (Duso et al., 2005). I dati qui riportati chiariscono le vie di diffusione della specie e suggeriscono che i trattamenti fitosanitari rappresentino un freno (per ora) alla sua diffusione nei vigneti commerciali. Il presente lavoro conferma l'importanza

della vegetazione spontanea contigua a vigneti nell'influenzare la diffusione delle cicaline e i rapporti che si instaurano tra questi fitofagi e i loro nemici naturali (Vidano *et al.*, 1988; Cerutti *et al.*, 1990; Ponti *et al.* 2003; Viggiani *et al.*, 1991). Allo stesso tempo, esse confermano che la distribuzione delle cicaline nei vigneti è spesso aggregata (Decante e van Helden, 2006, 2008). Queste informazioni potranno servire per il miglioramento dei piani di difesa della cicaline, basati su metodi di campionamento e sul potenziamento del controllo biologico naturale in un contesto di gestione integrata.

Riassunto

Nel presente lavoro sono stati studiati il ciclo biologico e la fenologia di *Erasmoneura vulnerata*, un cicadellide di origine nordamericana di recente introduzione in Europa. La distribuzione spazio-temporale di questa specie e delle due cicaline *Empoasca vitis* e *Zygina rhamni* è stata indagata in un'azienda situata a Castelfranco Veneto (Treviso).

Il ciclo biologico di *E. vulnerata* è stato studiato mediante allevamenti confinati su piante in vaso poste all'aperto tra luglio e agosto. In queste condizioni, lo sviluppo completo di *E. vulnerata* ha richiesto almeno 33 giorni, risultato compatibile con il numero di generazioni annuali riportato da altri autori.

La diffusione di *E. vulnerata* è stata studiata ponendo viti in vaso in tre ambienti differenti caratterizzati o meno dalla contiguità con ripari artificiali o piante ospiti secondarie. La presenza più elevata del cicadellide è risultata associata alla prossimità di potenziali siti di svernamento e di protezione e dalla presenza di piante ospiti secondarie. Gli ambienti contigui a situazioni reali di coltivazione sono stati poco interessati dalla presenza del fitofago.

La distribuzione spazio-temporale dei Cicadellidi è risultata quasi sempre aggregata ed è stata influenzata dalla contiguità con la vegetazione spontanea (una siepe) o con un frutteto. La presenza della siepe ha influenzato anche la distribuzione degli antagonisti naturali dei Cicadellidi quali *Anagrus* spp. e *Stethynium* spp.

Abstract

The life cycle and the phenology of *E. vulnerata*, a leafhopper just introduced into Europe from North-America, have been investigated in a farm located in North-eastern Italy. The spatial and temporal distribution of this species and of other leafhoppers (*Empoasca vitis* and *Zygina rhamni*) has been studied in the same farm.

Erasmoneura vulnerata needs at least 33 days to complete its developmental cycle and this data is compatible with information on the number of generations developed by this species in Northern Italy. The spread of *E. vulnerata* was studied in three different sites. Higher densities were recorded in the site contiguous to overwintering sites and alternative host plants. Leafhopper densities were much lower in sites contiguous to vineyards.

The spatial and temporal distribution of the three leafhoppers was often aggregated and affected by a contiguous hedgerow. The same occurred for their natural antagonists, mainly Mymarids. Therefore, the present results will contribute to the management of leafhoppers in vineyards.

5. Bibliografia

Arno' C., Alma A., Arzone A., 1987. *Anagrus atomus* as egg parasite of typhlocybae (Rhynchota Auchenorrhyncha). *Proc. 6th Auchen. Meeting*, Turin, Italy, 7-11 sept.: 611-615.

Arzone A., Vidano C., Arnò C., 1988. Predators and parasitoids of *Empoasca vitis* and *Zygina rhamni* (Rhynchota: Auchenorrhyncha). In: *Proc. 6th Auchenorrhyncha meeting*, Turin, Italy, September 7-11. 1987, Eds. Vidano and Arzone, CNR-IPRA, Torino: 623-629.

Baggiolini M., Canevascini V., Tencalla Y., Caccia R., Sobrio G., Cavalli S., 1968. La cicadelle verte, *Empoasca flavescens* F. (Homopt., Typhlocybae), agent d'altérations foliaires sur vigne. *Rech. Agron. Suisse* 7: 43-69.

Baggiolini M., Canevascini V., Caccia R., 1972. La cicadelle verte (*Empoasca flavescens* F.), cause d'importants rougissements du feuillage de la vigne. *OEPP/EPPO Bulletin*, 3: 43-49.

Baillod M., Jermini M., Schmid A., 1990. Essais de nuisibilité de la cicadelle verte, *Empoasca vitis* Goethe sur le cépage Merlot au Tessin et le cépage Pinot noir en Valais. *IOBC/WPRS Bulletin* 13: 158-161.

Baillod M., Jermini M., Antonin Ph., Linder C., Mittaz Ch., Carrera E., Udry V., Schmid A., 1993. Stratégies de lutte contre la cicadelle verte de la vigne, *Empoasca vitis* (Goethe). Efficacité des insecticides et problématique liée à la nuisibilité. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, 25 (2):133-141.

Baur R., Remund U., Kauer S., Boller E.F., 1998. Seasonal and spatial dynamics of *Empoasca vitis* and its egg parasitoids in vineyard in northern Switzerland. Integrated Control in Viticulture, *IOBC/wprs Bulletin*, vol 21 (2).

Beamer, R.H., 1932. *Erythroneura* collected on apple with description of a new species. *J. Kansas Entomol. Soc.*, 5: 62-64.

Beamer, R.H., 1946. The *Erythroneura* of the *vulnerata* group (Homoptera - Cicadellidae). *J. Kansas Entomol. Soc.*, 19: 15-22.

Böll S., Herrmann J.V., 2001. A new method to monitor eggs of grape leafhopper *Empoasca vitis* in grapevine leaves. *IOBC/WPRS Bull.* 24(7): 227-229.

Böll S., Herrmann J.V., 2004. A long-term study on the population dynamics of grape leafhopper (*Empoasca vitis*) and antagonistic mymarid species. *J. Pestic. Sci.*, 77: 33-42.

Bosco D., Alma A., Bonelli S., Arzone A., 1996. Phenology and within-vineyard distribution of *Empoasca vitis* Goethe adults (Cicadellidae typhlocybae). *Redia LXXIX*, n. 1: 1-9.

Boselli F., 1948. Note di fitopatologia (malattie e parassiti della vite, dell'olivo e delle piante da frutto). *Agric. Sarda*, Cagliari, XXV/1-2, 19-27; 51-55; cfr. 21.

Candolfi M.P., Jermini M., Carrera E., Candolfi-Vasconcelos M.C., 1993. Grapevine leaf gas exchange, plant growth, yield, fruit qualità and carbohydrate reserves influenced by the grape leafhopper, *Empoasca vitis*. *Entomol. Exp. Appl.*, 69: 289-296.

Carle P., Moutous G., 1965. Observations sur le mode de nutrition sur vigne de quatre espèces de cicadelles. *Ann. Epiphyties*, 16: 333-354.

Cerutti F., Delucchi V., Baumgärtner J., Rubli D., 1989. Ricerche sull'ecosistema 'vigneto' in Ticino: II. La colonizzazione dei vigneti da parte della cicalina *Empoasca vitis* Goethe (Hom., Cicadellide,

Typhlocybinae) e del suo parassitoide *Anagrus atomus* Haliday (Hym. Mymaridae), e importanza della flora circostante. *Mitt. Schweiz. Entomol. Ges.*, 62: 253-267.

Cerutti F., Baumgärtner J., Delucchi V., 1990. Ricerche sull'ecosistema 'vigneto' in Ticino: III. Biologia e fattori di mortalità di *Empoasca vitis* Goethe (Hom., Cicadellide, Typhlocybinae). *Mitt. Schweiz. Entomol. Ges.*, 63: 43-54.

Cerutti F., Baumgärtner J., Delucchi V., 1991. The dynamics of grape leafhopper *Empoasca vitis* Goethe populations in Southern Switzerland and the implications for habitat management. *Biocontrol Science and Technology*, 1: 177-194.

Chiappini E., 1987. Ricerche sulla variabilità di *Anagrus atomus* (L.) (Hymenoptera Mymaridae) e di una specie affine presente sul rovo. *Boll. Zool. Agr. Bachic.*, Ser. II, 19: 71-97.

Corbett A., Rosenheim J.A., 1996. Impact of a natural enemy overwintering refuge and its interaction with the surrounding landscape. *Ecological Entomology*, 21: 155-164

Dal Rì M., 1992. Dynamique des population et évaluation des dégats provoqués par *Empoasca vitis* Goethe. In: "Integrated control in viticulture", Conegliano, Italy, 26-28 Febbraio 1991, Schmid A. Ed., *IOBC/WPRS Bulletin*, 15 (2): 40.

Decante D., Van Helden M., 2003a. Green leafhopper *Empoasca vitis* Goethe migrations and dispersions. Integrated Protection and Production in Viticulture, *IOBC/wprs Bulletin*, 26 (8): 189-196.

Decante D., Van Helden M., 2003b. Intra-plot distribution of the green leafhopper *Empoasca vitis* in ordeaux vineyard. Integrated Protection and Production in Viticulture, *IOBC/wprs Bulletin*, 26 (8): 181-188.

Decante D., Van Helden M., 2006. Population ecology of *Empoasca vitis* (Goethe) and *Scaphoideus titanus* (Ball) in Bordeaux vineyards: Influence of migration and landscape. *Crop protection*, 25: 696-704.

Decante D., Van Helden M., 2008. Spatial and temporal distribution of *Empoasca vitis* within a vineyard. *Agricultural and Forest Entomology*, 10, 111-118.

Della Giustina W., 2002. Les cicadelles nuisibles à l'agriculture 1e partie. *Insectes*, 126: 3-6 .

Dmitriev D. A., 2008. New and little known species of *Erasmoneura* Young (Hemiptera: Cicadellidae: Typhlocybinae). *Zootaxa*, 1851: 65-68.

Dietrich, C.H., Dmitriev, D.A., 2006. Review of the New World genera of the leafhopper tribe Erythroneurini (Hemiptera: Cicadellidae: Typhlocybinae). *Bull. Illinois Natur. Hist. Surv.*, 37: 119-190.

Doutt R.L., Nakata J., 1973. The *Rubus* leafhopper and its egg parasitoid: an endemic biotic system useful in grape-pest management. *Environmental Entomology*, 2: 381-386.

Duso C., Bressan A., Mazzon L., Girolami L., 2005. First record of the grape leafhopper *Erythroneura vulnerata* Futch (Hom. Cicadellidae) in Europe. Entomology Unit, Department of Environmental Agronomy and Crop Science, University of Padova, Padova, Italy.

Duso C., Moret R., Marchegiani G., Pozzebon A., 2008. Notes on the distribution and the phenology of *Erasmoneura vulnerata* (Fitch) (Homoptera: Cicadellidae) in North-eastern Italy. Integrated protection in viticulture, *IOBC/wprs Bulletin*, 36: 251-254.

Floreani C., Pavan F., Nazzi F., 2006. Analysis of cuticular hydrocarbons in two *Anagrus* species (Hymenoptera: Mymaridae) as a tool to improve their correct identification. *The Canadian Entomologist*, 138: 348-356.

Fornasiero D., 2008. Influenza dei fattori ambientali e agronomici sulle popolazioni di *Empoasca vitis* (Göthe). *Tesi di Dottorato*, Università degli studi di Padova.

Genini M., 2000. Antagonists of the green leafhopper and grape moth in vineyards and adjacent natural habitats of the Valais. *Revue Suisse de Viticulture, d'Arboriculture et d'Horticulture*, 32: 153-160.

Gremo F., Arbrile G., Bourlot G., Scarpelli F., 1994. Cicalina verde della vite (*Empoasca vitis* Goethe) in Piemonte. *Inf. Agr.*, 47: 51-56.

Herrmann J.V., Eichler P., 2000. Epidemiological studies of the grape leafhopper *Empoasca vitis* Goethe and its antagonistic egg parasitoids in the Franconian wine growing region (Germany). *IOBC/WPRS Bull.*, 23(4): 115-121.

Horváth G., 1918. Adatok a Balkán-Félsziget Hemiptera-Faunájának ismeretéhez. (Ad cognitionem Faunae Hemipterorum Balcanicae). *Ann. Mus. Nat. Hungarici*, XVI, 321-340.

Johnson, D.M., 1935. Leafhoppers of Ohio. Subfamily Typhlocybinae (Homoptera: Cicadellidae). *Bull. Ohio Biol. Surv.*, 6: 39-122.

Klerks W., Van Lenteren J.C., 1991. Proceed. Section Experim. Appl. Entom. of the Netherlands *Entomological*, 2: 208-213.

Lindberg H., 1948. On the insect fauna of Cyprus. Results of the expedition of 1939 by Harald, Hakan e P. H. Lindberg I-II. *Soc. Scient. Fenn. Comment. Biol.*, X/7, cfr. 161-163.

Maixner M., 2003. A sequential sampling procedure for *Empoasca vitis* Goethe (Homoptera: Auchenorrhyncha). In: Lozzia C. (Ed.), IOBC-WPRS Working Group "Integrated Protection and Production in Viticulture". *Proceedings of the Meeting*, 26 (8), Volos (GR.), 209-216.

Mancini C., 1953. Corologia emitterologica italiana. Nota II. Emitteri dell'Umbria. *Mem. Soc. Entom. It.*, Genova, XXXII, 5-35; cfr. 34-35.

Martinson T.E., Dennehy T.J., 1995. Varietal preferences of *Erythroneura* leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae) feeding on grapes in New York. *Environ. Entomol.*, 24: 550-558.

Mazzoni V., Cosci F., Lucchi A., Santini L., 2001. Occurrence of leafhoppers (Auchenorrhyncha, Cicadellidae) in three vineyards of the Pisa district. *IOBC/WPRS Bull.*, 24 (7): 267-271.

Mazzoni A., Anfora G., Ioriatti C., Lucchi A., 2008. Role of winter host plants in vineyard colonization and phenology of *Zygina rhamni* (Hemiptera: Cicadellidae: Typhlocybinae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 101 (6): 1003-1009.

McAtee, W.L., 1920. Key to the nearctic species and varieties of *Erythroneura* (Homoptera; Eupterygidae). *Trans. American Entomol. Soc.*, 46: 267-321.

Metcalf, Z.P., 1968. General catalogue of the Homoptera. VI. Cicadelloidea. 17. Cicadellidae. Washington: US Dep. Agr., 1513 pp.

Moutous G., Fos A., 1971. Essais de lutte chimique contre la Cicadelle de la Vigne *Empoasca flavescens* Fabr. Résultats 1970. *Rev. Zool. Agric. Et Pathol. Vég.*, 70: 48-56.

Pavan F., Pavanetto E., Duso C., Girolami V., 1988. Population dynamics of *Empoasca vitis* Göthe and *Zygina rhamni* Ferrari on vines in northern Italy. In: *Proc. 6th Auchenorrhyncha meeting*, Turin, Italy, September 7-11. 1987, Eds. Vidano and Arzone, CNR-IPRA, Torino: 517-524.

Pavan F., Picotti P., 1994. Dinamica di popolazione di *Empoasca vitis* (Göthe) (Homoptera Cicadellidae) e del suo parassitoide oofago *Anagrus atomus* (Linnaeus) (Hymenoptera Mymaridae) in vigneti ed actinidieti contigui. *Mem. Soc. ent. ital.*, 72: 163-173.

Pavan F., Picotti P., Gregoris A., 1994. Ricerche sui siti di ovideposizione di *Empoasca vitis* (Göthe) (Homoptera: Cicadellidae). *Atti del XVII Congr. Naz. Ital. Entomol.*, Udine 13-18 Giugno 1994: 531-534.

-
- Pavan F., Stefanelli G., Villani A., Gasparinetti P., Colussi G., Mucignat D., Del Cont Bernard D., Mutton P., 2000.** Danni da *Empoasca vitis* (Göthe) (Homoptera: Cicadellidae) in vigneti dell'Italia nord-orientale e soglie d'intervento. *Frustula entomol.*, n.s. XXI (XXXIV): 109-124.
- Pavan F., Picotti P., 2009.** Influence of grapevine cultivars on the leafhopper *Empoasca vitis* and its egg parasitoids. *BioControl*, 54 (1), 55-63.
- Paxton, DW & Thorvilson, HG, 1996.** Oviposition of three *Erythroneura* species on grape leaves in Western Texas. *Southwestern Entomol.*, 21: 141-144.
- Perry J. N., Winder L., Holland J. M., Alston R. D., 1999.** Red-blue plots for detecting clusters in count data. *Ecology Letters*, 2: 106-113.
- Picotti P., Pavan F., 1993.** Studi su *Anagrus atomus* (Linnaeus) (Hymenoptera Mymaridae) parassitoide oofago di *Empoasca vitis* (Goethe) (Homoptera, Cicadellidae) su vite. 1. Dinamica di popolazione in assenza di trattamenti insetticidi. *Bollettino del laboratorio di entomologia agraria <<Filippo Silvestri>>*, volume XLVIII.
- Ponti R., Ricci C., 2002.** La siepe come elemento di biodiversità funzionale nei vigneti dei colli perugini. *XIX Congresso Nazionale Italiano di Entomologia*, Catania, 10-15 giugno 2002: 115.
- Ponti R., Ricci C., Torricelli R., 2003.** The ecological role of hedges on population dynamics of *Anagrus* spp. (Hymenoptera: Mymaridae) in vineyards of Central Italy. *IOBC/WPRS Bulletin*, 26 (4): 117-122.
- Rigamonti I.E., 1992.** Correlazioni tra sintomatologia, infestazione e danni da *Empoasca vitis* Goethe e *Zygina rhamni* Ferrari su vite in Piemonte e Lombardia. In: *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1: 183-192.
- Robinson, W., 1926.** The genus *Erythroneura* north of Mexico (Homoptera, Cicadellidae). *Sci. Bull. Univ. Kansas.*, 16: 101-155.
- Oshanin B., 1912.** Katalog der palaearktischen Hemipteren. Berlin, 187 pp; cfr. 111-114.
- Schvester D., Moutous G., Bonfils J., Carle P., 1962.** Étude biologique des cicadelles de la vigne dans le sud-ouest de la France. *Ann. Epiphyties*, 13 (3): 205-237.
- Silvestri F., 1939.** Compendio di Entomologia applicata. I. Portici, 972 pp., cfr. 343-349.
- Sutre B., Fos A., 1997.** *Anagrus atomus*, parasitoide naturel de cicadelles. Essai préliminaire de son efficacité en viticulture. *Phytoma*, 49 : 42-44.
- Tavella L., Arzone T., 1988.** Punture di nutrizione di *Empoasca vitis* in *Actinidia*, *Alnus*, *Vitis* (Homoptera, Auchenorrhyncha, Cicadellidae). *Ann. Fac. Sci. Agr.*, Univ. Torino XV: 69-80.
- Trentini R., 1962.** La cicalina della vite e dei fruttiferi. *Informatore fitopatologico*, 12 (10): 186-189.
- Van Helden M., Decante D., 2001.** The possibilities for conservation biological control as a management strategy against *Empoasca vitis*. Integrated control in viticulture, *IOBC/WPRS Bull*, 24 (7): 291-297.
- Van Helden M., Chauvin B., Buigues L., Monteyne E., Decante D., Clerjeau M., 2000.** La cicadelle verte, un insecte migrateur? *VITI, Colloque INRAVITI 2000*, Bordeaux, 249: 18-20.
- Van Helden M., Decante D., Papura D., 2003.** Possibilities for conservation biological control against grape pests in Bordeaux region. *IOBC/WPRS Bull*. 26 (4): 191-196.
- Vidano C., 1958.** Le cicaline italiane della vite. Hemiptera Typhlocibinae. *Boll. Zool. agr. Bachic.*, 1: 61-115.
- Vidano C., 1963.** Alterazioni provocate da insetti in *Vitis* osservate, sperimentate e comparate. *Ann. Fac. Sci. agr.*, Univ. Torino 1: 513-644.

Vidano C., Arzone A., Arnò C., 1985. Researches on natural enemies of viticolous Auchenorrhyncha. *Integrated Pest Control in Viticulture*. Proc. Meet of EC Experts' Group. Portoferraio, 26-28 September 1985: 97-101.

Vidano C., Arzone A., Alma A., Arnò C., 1987. Influence of environmental factors on the control of grape pests, diseases and weeds. *Proc. Meeting of EC Experts' Group*. Tessaloniki, Greece, 6-8 October 1987: 125-133.

Vidano C., Arnò C., Alma A., 1988. On the *Empoasca vitis* intervention threshold on vine (Rynchota, Auchenorrhyncha). In: Vidano C. e Arzone A. (ed.), *Proceedings of the 6th Auchenorrhyncha Meeting*. CNR-IPRA, Torino, 652 pp.

Viggiani G., 2003. Functional biodiversity for the vineyard agroecosystem: aspects of the farm and landscape management in Southern Italy. *IOBC/WPRS Bull.*, 26 (4): 197-202.

Yigit A., Erkilic L., 1987. Studies on egg parasitoids of grape leafhopper, *Arboridia adanae* Dlab (Homoptera: Cicadellidae) and their effects on the region of South Anatolia. *Turkiye Entomoloji Kongresi Bildirileri* 13-16 Ekim 1987, Ege Univeritesi, Bornova, Izmir: 35-42.

Zimmerman R., Kondratieff B., Nelson E., Sclar C., 1996. The life history of two species of grape leafhoppers on wine grapes in western Colorado. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 69 (4): 337-345.

*Un profondo e sentito ringraziamento al
Prof. Carlo Duso e al Dott. Alberto Pozzebon e
Dott. Diego Fornasiero per l'aiuto prestato
nell'elaborazione dei dati raccolti,
nell'analisi di questi e
la stesura della tesi.*