



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente
(DAFNAE)

TESI DI LAUREA MAGISTRALE IN SCIENZE E TECNOLOGIE AGRARIE

*Indagini su sex ratio e dinamica di popolazione di *Drosophila suzukii* Matsumura mediante diverse combinazioni trappola-attrattivo in vigneti e mirtilleti della Valtellina*

*Investigations on sex ratio and population dynamics of *Drosophila suzukii* Matsumura using different trap-attractive combinations in vineyards and blueberry fields of Valtellina*

Relatore:

Prof. *Luca Mazzon*

Correlatori:

Dott. *Martino Salvetti*

Prof. *Nicola Mori*

Laureando:

Paolo Armanasco

Matricola n. 1036235

*"Non riesco a persuadermi che un Dio benefico
ed onnipotente abbia volutamente creato gli
Icneumonidi con l'espressa intenzione
che essi si nutrano entro il
corpo vivente dei bruchi".*

Charles Darwin

*A tutti i sognatori...che possano con l'intuizione
e la forza delle idee rendere
questo mondo un posto
sempre migliore.*

INDICE

RIASSUNTO.....	pag.5
ABSTRACT.....	pag.7
1. INTRODUZIONE.....	pag.9
1.1. <i>Drosophila suzukii</i>	pag.9
1.1.1. <i>Cenni storici e diffusione</i>	pag.11
1.1.2. <i>Morfologia ed identificazione</i>	pag.14
1.1.3. <i>Ciclo biologico</i>	pag.18
1.1.4. <i>Piante ospite</i>	pag.20
1.1.5. <i>Danni causati</i>	pag.21
1.1.6. <i>Controllo</i>	pag.24
1.1.6.1. <i>Controllo fisico</i>	pag.24
1.1.6.2. <i>Controllo chimico</i>	pag.25
1.1.6.3. <i>Controllo biologico</i>	pag.27
1.2. <i>Specie vegetali considerate</i>	pag.30
1.2.1. <i>Mirtillo (Vaccinium spp.)</i>	pag.30
1.2.1.1. <i>Origine e distribuzione geografica</i>	pag.30
1.2.1.2. <i>Cenni botanici ed assortimento varietale</i>	pag.31
1.2.1.3. <i>Il mirtillo in Valtellina</i>	pag.35
1.2.2. <i>Vite (Vitis vinifera)</i>	pag.36
1.2.2.1. <i>Origine e distribuzione geografica</i>	pag.36
1.2.2.2. <i>Cenni botanici ed assortimento varietale</i>	pag.37
1.2.2.3. <i>La vite in Valtellina</i>	pag.38
2. SCOPO.....	pag.43

3. MATERIALI E METODI.....	pag.45
3.1. Dinamica di popolazione ed efficacia trappole.....	pag.45
3.1.1. <i>Siti di studio</i>	pag.45
3.1.2. <i>Trappole e liquidi attrattivi</i>	pag.47
3.1.3. <i>Tempistica e gestione dei campioni</i>	pag.49
3.1.4. <i>Elaborazione dei dati</i>	pag.51
3.2. Indagine sulle perdite di produzione.....	pag.53
3.3. Ricerca degli antagonisti naturali.....	pag.53
3.3.1. <i>Materiale vegetale ed elettore</i>	pag.53
4. RISULTATI.....	pag.57
4.1. Dinamica di popolazione.....	pag.57
4.1.1. <i>Dinamica di popolazione in vigneto</i>	pag.57
4.1.2. <i>Dinamica di popolazione in mirtilleto</i>	pag.58
4.1.3. <i>Dinamica di popolazione in vegetazione spontanea</i>	pag.61
4.1.4. <i>Sex ratio nel tempo</i>	pag.63
4.2. Efficacia trappole.....	pag.66
4.2.1. <i>Confronto efficacia in vigneto</i>	pag.66
4.2.2. <i>Confronto efficacia in mirtilleto</i>	pag.68
4.2.3. <i>Relazioni sex ratio - trappola</i>	pag.71
4.2.4. <i>Confronto a 5 trappole</i>	pag.74
4.3. Specie <i>Drosophila spp.</i> identificate.....	pag.75
4.4. Indagine sulle perdite di produzione.....	pag.77
5. CONCLUSIONI.....	pag.79
5.1. Dinamica di popolazione.....	pag.79
5.2. Efficacia trappole.....	pag.81

5.3. Antagonisti naturali.....	pag.82
5.4. Considerazioni finali.....	pag.82
6. ALLEGATI.....	pag.85
6.1. Dati catture.....	pag.85
6.2. Dati meteo.....	pag.89
BIBLIOGRAFIA.....	pag.91
RINGRAZIAMENTI.....	pag.97

RIASSUNTO

Drosophila suzukii Matsumura, di recente introduzione in Italia (2009), si è rapidamente diffusa nel territorio. Il presente lavoro è rivolto allo studio della dinamica di popolazione e della sex ratio dell'insetto durante l'intero anno solare e della valutazione dell'efficacia di differenti combinazioni trappola-attraente utilizzabili per la cattura massale. Gli studi sono stati condotti sul territorio valtellinese in un'area nella quale la prima apparizione di *D. suzukii* risale al 2011 e le perdite di produzione nella stagione passata (2012) sono stati ingenti.

I siti interessati dallo studio sono stati 7 (quattro vigneti e tre mirtilleti). In 4 di questi siti, oltre alle trappole nel campo coltivato, è stata collocata, a partire dalla primavera 2013, una trappola ad aceto di mela (una delle tipologie testate) anche nell'area con vegetazione spontanea più vicina. Le cultivar di mirtillo interessate dallo studio sono state *Duke*, *Brigitta blue*, *Bluecrop*, *Centurion* e *Powderblue*. I vitigni considerati sono stati *Brugnola*, *Rossola* e *Chiavennasca* (cloni I-12, I-21 e I-34). Le tipologie di trappola e di liquido (in totale 5 combinazioni) sono state scelte in base alle informazioni presenti in letteratura circa alla capacità attrattiva di diversi colori e sostanze. Il rilevamento dei dati, con tempistiche diverse tra vigneto e mirtilleto, ha complessivamente interessato il periodo che va dal 27 Settembre 2012 al 27 Settembre 2013.

In vigneto le maggiori catture di *D. suzukii* si sono registrate nel periodo di fine maturazione-raccolta della vite ed in quello immediatamente successivo; in mirtilleto si sono registrate nel periodo di maturazione delle cultivar medio-tardive (Agosto-Settembre). Le catture complessive di *D. suzukii* nei campi coltivati sono state superiori (2 volte in vigneto, 13 volte in mirtilleto) a quelle delle altre specie di Drosophilidi (*Drosophila spp.*). Inoltre, tutte le aree a vegetazione spontanea sono state sempre caratterizzate da popolazioni più numerose di quelle rilevate nelle superfici coltivate. Tali osservazioni, comprese l'apparente tendenza di *D. suzukii* e *Drosophila spp.* a sostituirsi l'una all'altra durante l'anno e l'assenza di sfasamento temporale tra le prime catture di *D. suzukii* realizzate nei frutteti e nelle relative aree a vegetazione spontanea, costituiscono interessanti basi per ulteriori indagini. Il confronto di efficacia tra le trappole Aceto di mela (rossa), Suzukii Trap rossa e Suzukii Trap gialla non evidenzia differenze statisticamente significative nei singoli rilievi, pur emergendo correlazione tra data e catture: la trappola ad aceto, diversamente dalle altre due, pare incrementare la propria efficacia con temperature decrescenti. La sex ratio risulta sempre sbilanciata a favore delle femmine. È interessante rilevare che queste ultime hanno preferito in modo significativo la trappola ad aceto di mela (di colore rosso), rivelatasi, invece, la meno attrattiva per i maschi. Sono auspicabili, approfondimenti circa la capacità attrattiva delle varie tipologie di trappole (colore ed esca) al fine di un loro impiego in programmi di cattura massale.

ABSTRACT

Drosophila suzukii, recently introduced in Italy (2009), has rapidly spread in the territory. The present work proposes as objects of investigation the study of the dynamics of population and sex ratio of the insect throughout the year and the evaluation of the effectiveness of different trap-attractive combinations that can be used for mass capture.

The studies have been conducted in Valtellina, a mountainous area of Lombardy, in order to provide a useful characterization of the problem in an area where the first appearance of *D. suzukii* dates to 2011 and production losses in the past season (2012) were abundant. The sites involved in the study were 7 (four vineyards and three blueberry fields). In 4 of these sites, in addition to traps in the cultivated field, was placed, starting from spring 2013, a trap with apple vinegar (one of the types tested) even in the nearest area with natural vegetation. The study-involved blueberry cultivars were *Duke*, *Brigitta blue*, *Bluecrop*, *Centurion* and *Powderblue*. The vines cultivars interested by the study were *Rossola*, *Brugnola* and *Chiavennasca* (clones I-12, I-21 and I-34). Types of trap and liquid (5 combinations in total) were chosen considering the information found in the literature about the attractiveness of different colors and substances. Data collection, with different timings between vineyard and blueberry fields, has altogether concerned the 27 September 2012 - 27 September 2013 period.

In vineyard the biggest catches of *D. suzukii* are recorded in the grape's late-ripening and harvest period and in that immediately following; in blueberry field during the middle-late cultivar's ripening period (August-September). The total catches of *D. suzukii* were higher (2 times in the vineyard, 13 times blueberry field) in those of other Drosophilid species (*Drosophila spp.*). More numerous populations than those detected in the cultivated field have always characterized all areas with natural vegetation. These observations, including the apparent tendency of *D. suzukii* and *Drosophila spp.* to replace one another during the year and the absence of time lag between the first catches of *D. suzukii* in orchards and in the related wood areas, constitute interesting basis for further investigations.

The comparison of efficacy between the traps apple vinegar (red), red Suzukii Trap and Suzukii Trap yellow does not highlight statistically significant differences in the individual reliefs, despite emerges correlation between data and catches amount: the trap with vinegar, unlike the other two, seems to increase its effectiveness with decreasing temperatures. The sex ratio is always biased in favor of females. It is interesting to note that females have significantly preferred the trap with apple vinegar (red); the same trap proves to be the less attractive for males. Considering these findings, are desirable insights about the attractiveness of different types of traps (color and bait) in order to use them in mass trapping programs.

1. INTRODUZIONE

Gli Insetti (nome scientifico Insecta, Linnaeus 1758) sono una classe di viventi facente parte del grande phylum degli Arthropoda, nonché il più grande tra i raggruppamenti di animali che popolano la Terra. Entro questa classe sono, infatti, da annoverarsi oltre un milione di specie, circa i 5/6 dell'intero regno animale.

1.1. *Drosophila suzukii*

Drosophila suzukii Matsumura fa parte dell'ordine dei Ditteri (Diptera, Linnaeus 1758), insetti terrestri o idrofili, frequentemente acquaioli o acquatici negli stadi preimmaginali. L'ordine comprende circa 120.000 specie conosciute. La notevole varietà di ambienti colonizzati e la frequente relazione con l'uomo, con implicazioni di carattere economico, medico ed igienico-sanitario, fanno di questo ordine uno dei raggruppamenti di insetti di maggiore importanza. I Ditteri sono caratterizzati da una sostanziale uniformità morfologica che rende spesso difficile il riconoscimento dei taxa inferiori, soprattutto a livello di specie o genere.

CLASSE	Insetti (Insecta)
ORDINE	Ditteri (Diptera)
SOTTORDINE	Brachiceri (Brachycera)
FAMIGLIA	Drosophilidi (Drosophilidae)
GENERE	<i>Drosophila</i>
SOTTOGENERE	<i>Sophophora</i>
GRUPPO DI SPECIE	<i>Drosophila melanogaster</i>
SOTTOGRUPPO DI SPECIE	<i>Drosophila suzukii</i>
SPECIE	<i>Drosophila suzukii</i> (Matsumura, 1931)
	Spotted wing Drosophila (SWD)
	Cherry vinegar fly (CVF)

Tabella 1. Classificazione di *D. suzukii* e denominazioni utilizzate comunemente a livello internazionale.

La tassonomia tradizionale dei Ditteri é fondata su base morfologica e suddivide l'ordine in due sottordini: Nematocera e Brachycera.

I Brachiceri (Brachycera, Schiner, 1862), tra i quali è *D. suzukii*, comprende ditteri dalle antenne relativamente brevi e di tipo aristato, con corpo largo e grosso. La famiglia è quella dei Drosophilidi (Drosophilidae, Rondani 1856), a cui appartiene anche la specie *Drosophila melanogaster*, meglio conosciuta come moscerino della frutta o moscerino dell'aceto, uno degli organismi viventi maggiormente studiati in campo biologico e soprattutto genetico. Il dittero oggetto di tesi appartiene, infine, al genere *Drosophila*, sottogenere *Sophophora* (Sturtevant 1939).

Delle circa 1.500 specie di *Drosophila* (O'Grady, 2002) comunemente chiamate moscerini della frutta o moscerini dell'aceto *D. suzukii* è l'unica specie, con *Drosophila pulchrella* Tan, per la quale è nota la capacità di ovideporre in frutti completamente sani e non principalmente su frutti danneggiati o sovramaturi (Sasaki e Sato, 1995; Sasaki e Sato, 1996).

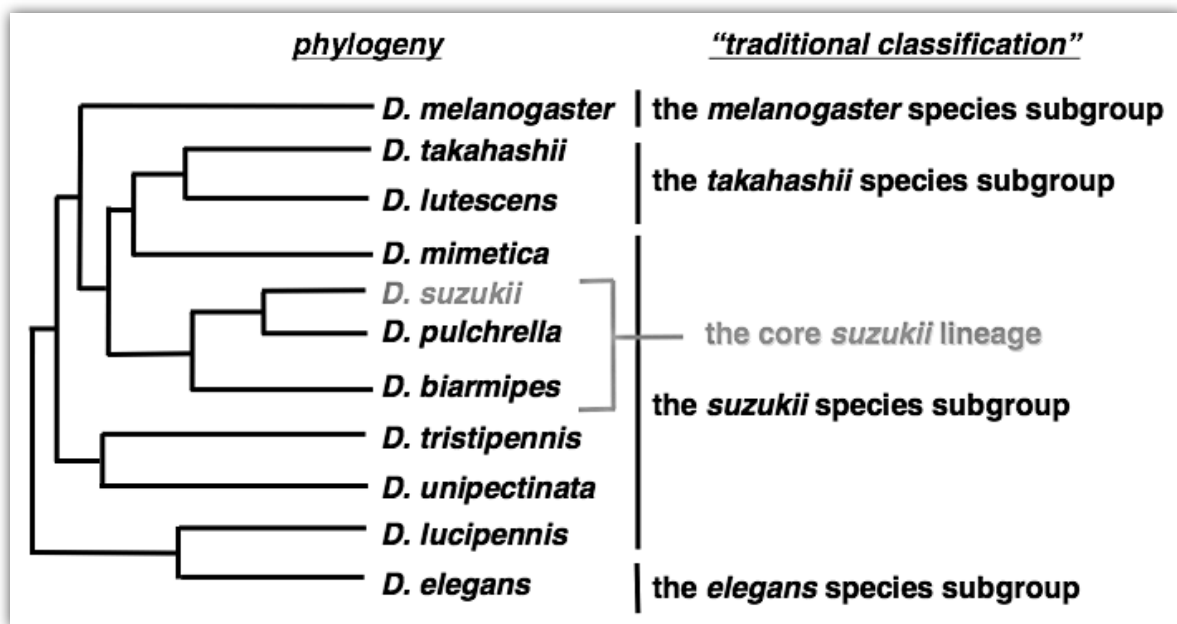


Figura 1. Posizione filogenetica di *D. suzukii* (Van der Linde et Houle, 2008; Takamori, unpubl.).

Due caratteristiche uniche rendono *D. suzukii* un fitofago molto temibile: la capacità di attaccare frutti sani od apparentemente sani e la preferenza per essi rispetto a frutti in avanzato stadio di maturazione e danneggiati o marcescenti. Il primo aspetto è determinato dal particolare ovopositore; robusto e denticolato, permette all'individuo femminile di incidere l'epidermide dei frutti ed inserire le uova direttamente nella polpa. La suscettibilità dei frutti al fitofago, la quale ha inizio dall'invasatura, sembra diminuire su frutti acerbi o sovramaturi (Mitsui et al., 2006; Lee et al., 2011) e ciò lo distingue dagli altri Drosophilidi, sebbene sia dimostrata un'ampia

variabilità interspecifica, in particolare su lampone, talvolta contrastante, nelle diverse fasi fenologiche.

1.1.1 Cenni storici e diffusione

D. suzukii è caratterizzata da elevata abilità di dispersione sia attiva, circa 1.400 km/anno, che passiva, attraverso la commercializzazione di frutta e piante infestate (Calabria et al., 2010). È nativa del Sud-est asiatico ed i primi ritrovamenti risalgono al giugno 1916, quando alcune larve vennero rinvenute in Giappone su ciliegie in pre-raccolta (Yamacho, prefettura di Yamanashi). Al tempo si suppose che il fitofago fosse stato introdotto nel Paese all'inizio del '900 a partire da Stati quali Cina, India e Bangladesh (Kanzawa, 1936).

Il dittero, che ad oggi è stato trovato in diverse località del mondo in un intervallo di altitudine compreso tra 27 e 1.550 m sul livello del mare (Calabria et al. 2010), fu descritto da Matsumura nel 1931 in Giappone (isola di Honsu, città di Kyoto e di Aomori) e pochi anni dopo vennero pubblicati dati relativi ai danni causati. In Asia fu segnalata anche nella parte orientale della Cina (Peng, 1937), Taiwan (Lin et al., 1977), estremo oriente russo (Sidorenko, 1992), Nord e Sud Corea (Chung, 1955; Kang e Moon 1968), parte più settentrionale dell'India (Parshad e Duggal, 1965), Pakistan (Amin ud Din et al 2005), Myanmar (Toda, 1991) e Thailandia (Okada, 1976). In altri Paesi sono fornite informazioni circa solo il primo ritrovamento. Dati dettagliati sulla distribuzione dell'insetto possono essere trovati nel TAXODROS (Bächli, 2010).

Nel 1980 *D. suzukii* venne ritrovata per la prima volta al di fuori dell'Asia: nelle isole Hawaii, in particolare prima sull'isola Oahu ed in seguito in altri punti dell'arcipelago, ma nessun danno venne segnalato (Kaneshiro, 1983; Beardsley et al., 1999; O'Grady et al., 2002).

Dati controversi risalenti al 1997 ed al 1998 riportano la presenza di *D. suzukii* rispettivamente in Costa Rica ed in Ecuador (Hauser, 2011). Certo è, invece, il primo ritrovamento in America, datato settembre 2008, in un campo di lamponi a Santa Cruz County in California (Hauser, 2011). Un anno più tardi, nel 2009, era segnalata in varie località di tutta la costa ovest del Nord America fino alla British

Columbia (Canada), così come in Florida (USA) lungo la costa ovest.

Abbondanti segnalazioni provengono dalla Florida, dove però non sono registrati danni. Si pensa che ciò dipenda da un effetto secondario esercitato su *D. suzukii* dalle pratiche agricole ivi attuate e finalizzate al contenimento di altri patogeni (Hauser, 2011).

Nel 2010 è stata confermata la presenza in South Carolina, North Carolina, Louisiana, Utah, Wisconsin e Michigan per quanto riguarda gli Stati Uniti; Alberta, Manitoba, Ontario e Quebec relativamente al Canada (Burrack, 2011; Isaacs et al., 2010; Hauser, 2011).

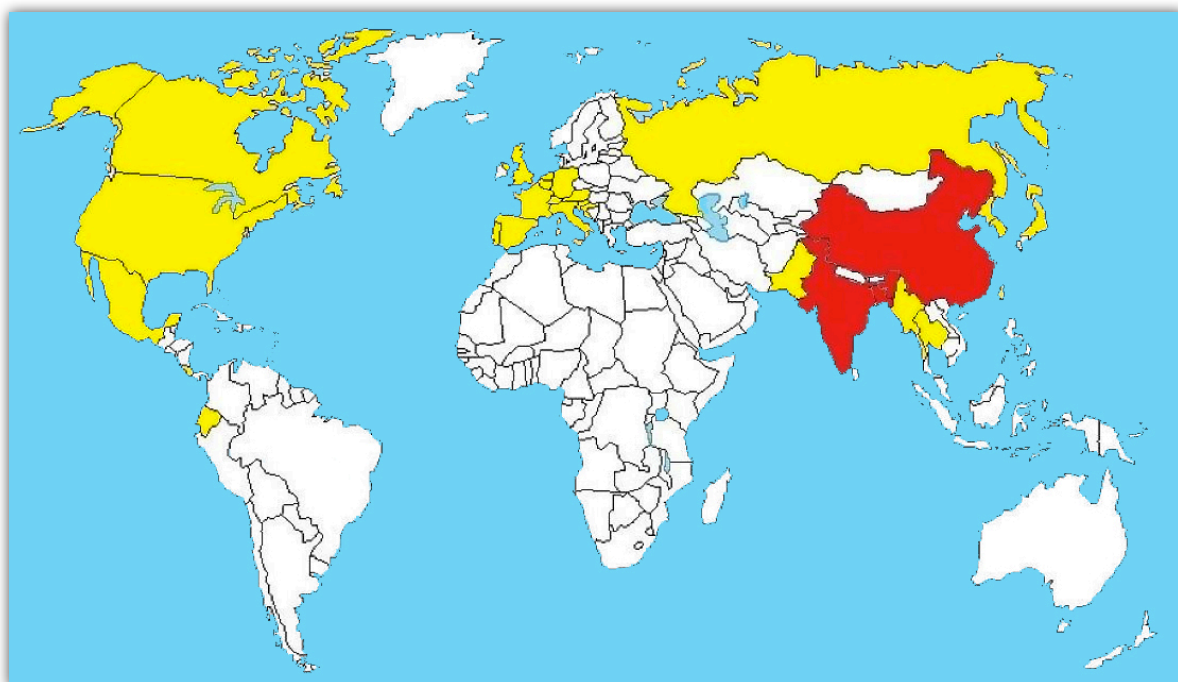


Figura 2. Mappa, aggiornata al 2012, di origine (rosso) e diffusione (giallo) di *D. suzukii* (Mazzetto et al, 2012).

In Europa i primi ritrovamenti risalgono al 2008 a Rasquera, vicino a Barcellona (Calabria et al., 2010). Nel 2010 *D. suzukii* ha invaso anche le regioni mediterranee di Girona e Tarragona, le regioni francesi di Aquitaine, Corse, Languedoc-Roussillon, Midi-Pyrénées, Provence-Alpes-Côte d'Azur e Rhône-Alpes, la Slovenia, nei pressi di Nova Gorica (EPPO b, 2010).

Nel 2011 il fitofago è stato trovato per la prima volta in Svizzera, precisamente nel Cantone Ticino e nel Cantone Grigione, (Baroffio e Fisher, 2011), in Slovenia (Seljak, 2011), in Austria (Lethmayer, 2011), in Croazia (Masten Milek et al., 2011), in Germania (Vogt et al., 2012) ed in Belgio (sito web EPPO).

A livello di territorio italiano la prima segnalazione risale al settembre 2009 in Trentino, dove numerose larve sono state trovate in frutti maturi di lampone (*Rubus idaeus* L.) provenienti da un impianto di Pergine Valsugana, in Provincia di Trento. Altri riscontri ci sono stati, poi, su mirtillo nel Primiero, su lampone e mirtillo in Val di Cembra (Grassi et al., 2009). Il fitofago è presente in Alto Adige, Toscana, Piemonte, Lombardia, Liguria; Emilia-Romagna, Veneto, Campania e Calabria (Franchi and Barani, 2011; Pansa et al., 2011; Süss and Costanzi, 2011; Griffo et al., 2012).

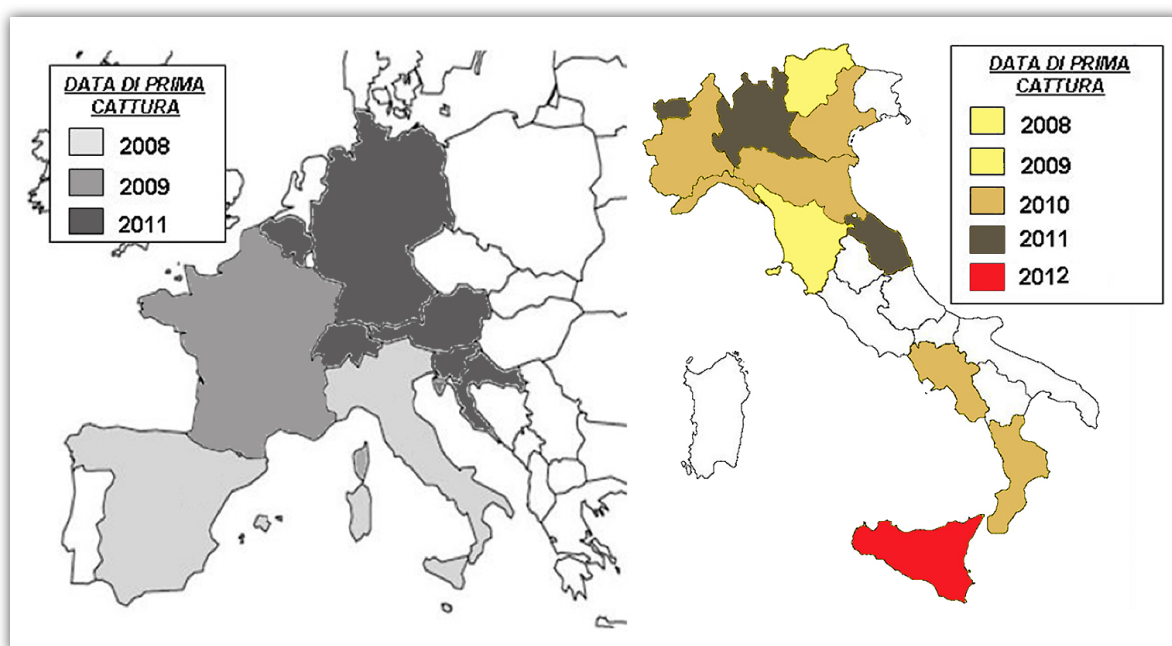


Figura 3. Diffusione cronologica in Europa ed Italia (Cini et al. 2012) (Mazzetto et al., 2012).

Nel 2012 si è aggiunta alla lista la regione Sicilia, mentre, a livello europeo è stata riscontrata presenza di *D.suzukii* in Olanda, Portogallo, Croazia e Gran Bretagna (Mazzetto et al., 2012).

Nell'ambito di una più ampia prospettiva geografica, tenuto conto della biologia dell'insetto, pare altamente probabile un'imminente diffusione di *D. suzukii* in tutte le regioni della Terra con condizioni climatiche che vanno dal subtropicale al continentale (Walsh et al., 2011).

1.1.2. Morfologia ed identificazione

Gli individui adulti di *D. suzukii* sono Drosophilidi lunghi 2-3 mm con gli occhi rossi, un torace di colore marrone giallastro o marrone pallido, strisce nere sull'addome. Il dimorfismo sessuale è evidente: i maschi sono caratterizzati da una macchia scura nella parte distale delle ali in corrispondenza della prima vena (figura 4), mentre le femmine possiedono un grande ovopositore seghettato (figura 5) (Kanzawa, 1939; Walsh et al., 2011).

Le uova, molto piccole e difficilmente visibili ad occhio nudo, sono traslucide e bianche con una dimensione di circa 0,62 x 0,18 mm (Kanzawa, 1939). Esse possiedono due lunghi processi respiratori (circa 0.67 mm) che, partendo da un'estremità dell'uovo, rimangono esterni all'epicarpo del frutto in seguito all'ovideposizione (figura 6).

Le larve sono apode, di colore bianco o crema e di forma cilindrica con apparato boccale nero (figure 7, 8). Gli organi interni delle larve sono visibili, in particolar modo a seguito della nutrizione dell'insetto. Quest'ultima provoca nel frutto la formazione di aree ossidate, molli ed infossate compromettenti la commerciabilità. Prima dell'impupamento, il quale può avvenire direttamente nel frutto od al suo esterno nelle immediate vicinanze (figura 20), *D.suzukii* passa attraverso tre stadi larvali, diversificati per dimensioni (lunghezza x larghezza passano da 0.67 x 0.17, 2.13 x 0.40 a 3.94 x 0.88 mm) (Kanzawa, 1939).



Figure 4, 5, 6. Rispettivamente maschio di *D.suzukii*, femmina di *D.suzukii*, uova di *D.suzukii*.

Le pupe sono lunghe 3-3,3 mm e larghe 1 mm (Kanzawa, 1939). Hanno un colore giallo dorato, appena formate, che gradualmente diventa rosso-bruno durante l'indurimento. L'apporto di ossigeno è garantito da due strutture, simili a piccoli cornetti, poste su entrambi i lati del capo, alla cui estremità presentano 7-8 diramazio-

ni. Tali strutture respiratorie hanno una lunghezza di circa 0.3 mm (Kanzawa, 1935) (Figura 9).



Figure 7, 8, 9. Rispettivamente larve e pupa di *D. suzukii*.

Nonostante le caratteristiche evidenti in maschio e femmina, l'identificazione di *D. suzukii* presenta diverse sfide: gli adulti possono essere facilmente confusi con quelli di altre specie, come avvenuto ad esempio in California, dove inizialmente si era erroneamente identificato *D. suzukii* come *Drosophila biarmipes* (Malloch) (Hauser, 2011). Un recente lavoro suggerisce *D. biarmipes* come la specie sorella di *D. suzukii* (Yang et al., 2011), in accordo con altri autori (Kopp e True, 2002; Barmina e Kopp, 2007), ma in contrasto con quanto riportato da Prud'homme et al. (2006) e Van der Linde e Houle (2008), sostenenti, invece, che sia *Drosophila subpulchrella* Takamori et Watabe la specie più filogeneticamente vicina a *D. suzukii*. Queste due specie non sono, comunque, presenti in Europa (Takamori et al., 2006) ed i suddetti risultati contrastanti potrebbero essere il frutto di campionamenti inadeguati dei caratteri tassonomici. Come si può vedere nella figura 10, il maschio adulto di *D. biarmipes* risulta facilmente confondibile con quello di *D. suzukii*, pur avendo le due specie una differente disposizione dei pettini sui tarsomeri¹. La femmina può essere facilmente distinta da *D. biarmipes* sulla base della forma e lunghezza dell'ovopositore (figura 11), ma non altrettanto facilmente da specie come *Drosophila immigrans* (Sturtevant) e *D. subpulchrella* (Takamori et al., 2006) caratterizzate da ovopositore molto simile (Hauser, 2011).

Quello dell'identificazione di un insetto e soprattutto di nuove specie è un problema diffuso determinato fondamentalmente dalla scarsità di tassonomisti e di pubblicazioni. Persino il gruppo, ben conosciuto, dei Drosophilidae ha poche risorse utili per l'identificazione delle specie ad esso afferenti.

Inoltre, non è possibile identificare morfologicamente gli stadi immaturi (uova, larve e pupe) e l'analisi del DNA risulta essere l'unico metodo certo.



Figura 10. Individui maschili di *D. biarmipes* a sinistra, *D. suzukii* a destra e le rispettive zampe del primo paio; si nota come *D. biarmipes* abbia entrambi i pettini sul primo tarsomero.



Figura 11. Individui maschili di *D. biarmipes* a sinistra, *D. suzukii* a destra e le rispettive zampe del primo paio; si nota come *D. biarmipes* abbia entrambi i pettini sul primo tarsomero.

Di seguito vengono riportati i caratteri morfologici chiave che sono stati utilizzati per l'identificazione di *D. suzukii* nel presente lavoro di tesi.

Il maschio ha una colorazione gialla o marrone con occhi grandi e rossi; le antenne, corte e tozze, sono aristate (figura 13). È dotato di macchie nere sul bordo superiore delle ali, centrate sulla prima nervatura (Figura 14). Da notare è che negli individui più giovani tali macchie possono non essere del tutto sviluppate o com-

pletamente assenti (Figura 12) ed in tal caso conferma deve essere data dall'esame dei genitali maschili che ne prevede l'asportazione e la macerazione in idrossido di potassio (KOH). Il primo ed il secondo tarsomero del primo paio di zampe sono caratterizzati dalla presenza di pettini, ciascuno con da tre a sei denti disposti longitudinalmente alla zampa (Figura 10). Per quanto riguarda l'addome, sono presenti bande ininterrotte all'estremità inferiore di ciascun urotergite ².

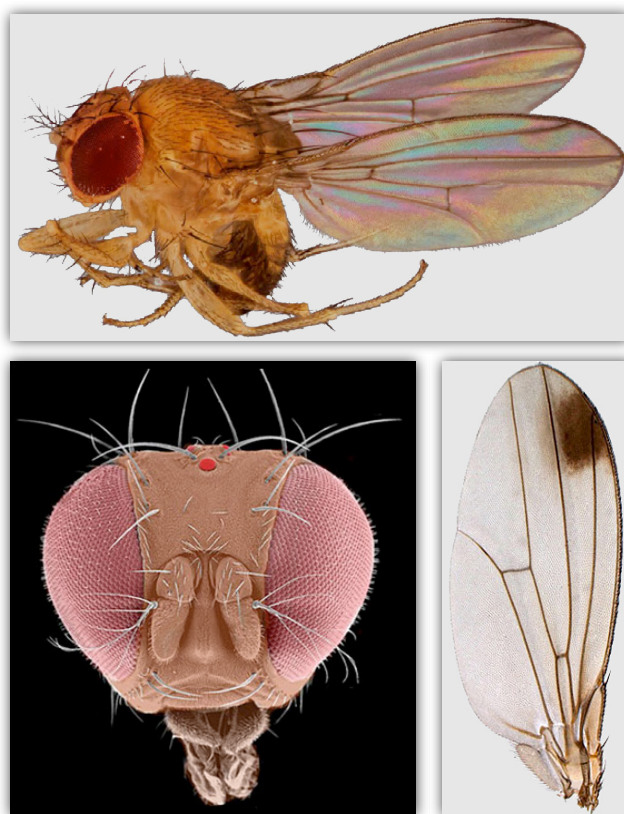


Figure 12, 13, 14. Rispettivamente maschio giovane privo di macchie, capo (SEM) ed ala di maschio adulto.

La femmina, come l'altro sesso, ha generalmente una colorazione gialla o marrone con occhi grandi e rossi. Caratteristica evidente è il robusto ovopositore, lungo, stretto e formato da molti dentini neri e sclerotizzati (Figura 15 e 16).

Le femmine più piccole hanno ovopositori più piccoli e l'identificazione risulta, pertanto, essere più difficile. In *D. suzukii* l'ovopositore è sei-sette volte più lungo della spermateca ³, mentre in molte altre specie due-quattro volte. Anche nelle femmine sono presenti bande ininterrotte all'estremità inferiore degli urotergiti (Figura 17), sono, invece, assenti macchie nere sulle ali ed i tarsomeri non sono pettinati.

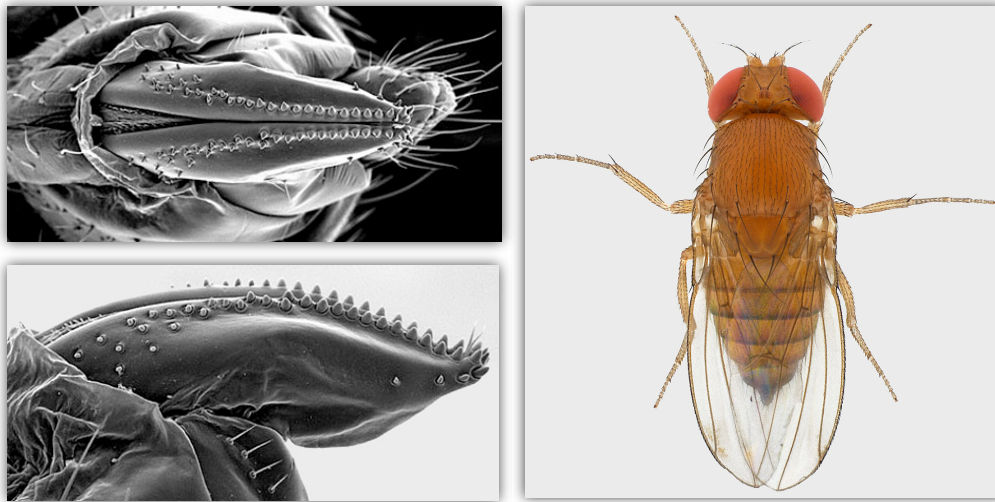


Figure 15, 16, 17. Rispettivamente ovopositore di lato e dal basso (SEM) e femmina adulta.

Per quanto riguarda gli stadi giovanili, l'uovo ha due filamenti, mentre in molte altre specie ne ve ne sono quattro o più. Questa caratteristica potrebbe aiutare nel riconoscimento della specie; va però riportato che anche l'uovo della diffusissima *D. melanogaster* ha solo due filamenti (Hauser, 2011; Vlach, 2010).

1.1.3. Ciclo biologico

Il ciclo di sviluppo (figura 17) che porta un individuo di *D. suzukii* dall'uovo allo stadio di adulto è abbastanza breve e di durata complessiva media non superiore alle due settimane (massimo 28 giorni). Gli adulti solitamente diventano sessualmente maturi uno o due giorni dopo lo sfarfallamento, anche se sono segnalati casi in cui sono stati necessari 13 giorni (Kanzawa, 1935; Kanzawa, 1939), vivendo dalle tre alle nove settimane.

Le femmine depongono da sette fino a 16 uova al giorno (non più di tre uova nel medesimo frutto), per un totale di 350-400 (Kanzawa, 1939; Grassi et al., 2009). Inoltre, studi di ricercatori statunitensi (Smyth e Saverimuttu, 2010) hanno individuato 160 uova come massimo di deposizione giornaliero di una femmina. Da notare è che più femmine possono ovideporre nello stesso frutto con conseguente sviluppo di numerose larve ed un'accelerata distruzione del frutto.

Il tempo di sviluppo di uova, larve e pupe sono molto variabili in relazione alle condizioni ambientali e generalmente più brevi in estate. La larva sguscia dall'uovo appena 12-72 ore in seguito la deposizione e, come tutti i ditteri Ciclorrafi ⁴, rag-

giunge la maturità dopo aver attraversato tre stadi di sviluppo. Lo sviluppo larvale si compie in un periodo variabile da cinque a sette giorni, quindi si ha l'impupamento. L'adulto emerge dalla pupa dopo 4-15 giorni, in funzione della temperatura. Gli adulti in volo si osservano più frequentemente da Aprile a Novembre. In Giappone *D. suzukii* può compiere fino a 13 generazioni in un anno. In California si suppone possa completare da tre a 10 generazioni, a seconda delle zone (Dreves et al., 2009).

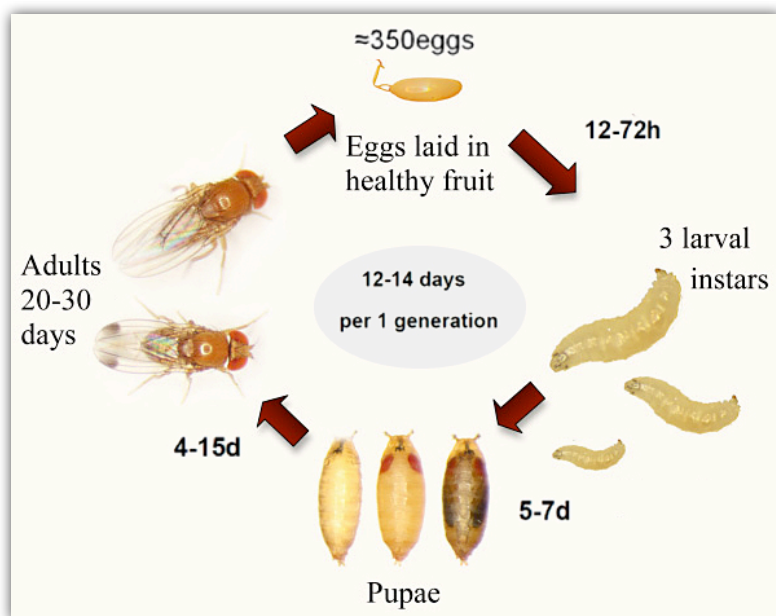


Figura 18. Ciclo biologico di *D. suzukii*.

In condizioni sperimentali il tempo di sviluppo è direttamente dipendente dalla temperatura. Infatti, ad una temperatura costante di circa 28° C lo sviluppo da uovo ad adulto si completa in soli sette giorni, a 12° C e 18° C occorrono rispettivamente 50 e 19 giorni. Al di sopra di 29-30° C il maschio adulto diventa sterile e cessa la riproduzione (Walsh et al., 2011); *D. suzukii* si colloca, pertanto, insieme alle specie tolleranti, verso il limite superiore dello spettro (23-31° C) di temperature determinanti sterilità in *Drosophila spp.* individuato da David et al. (2005). La temperatura ottimale per l'attività degli adulti è di 20 °C circa (Walsh et al., 2011). Uova, larve ed adulti possono morire a temperature prossime al congelamento, ma ciò non significa necessariamente che un'intera popolazione di *D. suzukii* possa essere eradicata a basse temperature. Ciò è confermato dalla presenza stabile di individui sull'isola di Hokkaido in Giappone, dove la temperatura media invernale è compresa tra i -12 ed i -4°C. Kimura (1988) afferma che lo stadio adulto è

molto più tollerante al freddo rispetto agli altri stadi, ad eccezione delle specie che svernano come larva o pupa. Studi effettuati in Oregon nell'inverno 2009-2010 hanno evidenziato che una percentuale di larve, pupe ed adulti di *D. suzukii* è in grado di sopravvivere a condizioni climatiche fluttuanti, anche per un periodo di 60 giorni, durante lo svernamento.

Oltre ad essere sensibile alle alte e basse temperature, *D. suzukii* è generalmente molto sensibile alla siccità. In assenza d'acqua gli individui muoiono nel giro di 24 ore (Walsh et al., 2011).

Si ritiene che gli adulti sfarfallati nella tarda estate od inizio autunno svernino; essi deporranno le uova, nella stagione successiva, sui frutti che maturano precocemente (Dreves et al., 2009). Infatti, durante l'autunno al decrescere delle temperature, i neo-adulti di *D. suzukii*, non maturano sessualmente ma entrano in diapausa⁵ invernale. Quando le temperature scendono sotto i 5 °C, anche gli adulti sessualmente maturi possono entrare in in questo stato fisiologico e non riprendono l'attività fino alla primavera successiva o, comunque, fino a quando le temperature divengono adatte al ciclo biologico dell'insetto (Kanzawa, 1939).

Le femmine, inoltre, possono ovideporre in autunno e ricominciare nella primavera seguente, dopo aver passato l'inverno in diapausa. Durante questo periodo possono vivere in media 200 giorni fino ad un massimo di 301 giorni (Dreves et al., 2009). In Giappone, uova, larve e pupe di *D. suzukii* non sopravvivono di norma all'inverno; lo stadio durevole è rappresentato gli adulti (Kanzawa, 1939).

1.1.4. Piante ospite

D. suzukii è un fitofago polifago in grado di attaccare moltissimi frutti, in prevalenza quelli caratterizzati da epidermide sottile.

Nel suo areale di origine colpisce un'ampia gamma di frutti di piante sia selvatiche che coltivate tra le quali: ciliegio (*Prunus avium*), pesco (*Prunus persica*), susino (*Prunus domestica*), albicocco (*Prunus armeniaca*), fragola (*Fragaria ananassa*), mirtillo (*Vaccinium spp.*), lampone (*Rubus idaeus*), rovo (*Rubus spp.*), kaki (*Diospyros kaki*), vite (*Vitis vinifera*), fico (*Ficus carica*), kiwi (*Actinidia chinensis*), pero (*Pyrus pyrifolia*), alcune varietà di melo (*Malus domestica*) ed arancio (*Citrus sinensis*).

In assenza di queste piante ospite è in grado di nutrirsi su organismi alternativi selvatici quali sambuco (*Sambucus spp.*), corbezzolo (*Arbutus unedo*), *Prunus spp.* selvatici, mora, lampone e mirtillo selvatici, sinforicarpo bianco (*Symphoricarpus albus*), sanguinella (*Cornus sanguinea*) e molti altri (Walsh et al., 2011). Sono stati persino osservati adulti di *D. suzukii* che, in assenza di ospiti, si nutrono ed ovidepongono in alcune specie di fiore (Mitsui et al., 2010).

1.1.5. Danni causati

Come detto precedentemente, *D. suzukii* è una delle pochissime specie afferenti alla famiglia dei Drosofilidi in grado di infestare frutti sani. Le punture di ovideposizione da parte delle femmine causano delle piccole ferite e lacerazioni sull'epicarpo di lamponi, mirtilli, fragole e di molti altri frutti a buccia sottile, attorno alle quali si formano poi piccole aree depresse e molli (Figura). Il danno causato dalle larve di *D. suzukii* rende il frutto non commerciabile (Bolda et al., 2010).



Figure 19, 20, 21. Danno su ciliegia.



Figure 22, 23. Danno su mirtillo.

Mentre su fragola e lampone, causa consistenza e conformazione dei frutti, è difficile osservare le lesioni di ovideposizione, su mirtillo si può notare un piccolo foro,

dal quale, applicando leggera pressione alla bacca, fuoriesce del succo. Infatti, quando le larve neonate iniziano la loro attività di nutrizione nella polpa, i tessuti sottostanti al punto di ovideposizione si afflosciano. Molto rapidamente, nel giro di due o tre giorni, i frutti colpiti collassano in corrispondenza di tale zona fino ad un completo disfacimento dei tessuti interni (figure 21 e 22). A questo punto possono subentrare infezioni secondarie ad opera di batteri, funghi ed insetti che accelerano il processo di marcescenza.

Da notare è che nei primi stadi dell'infestazione, in presenza di sole uova e giovanissime larve, vi è la possibilità che il produttore non si accorga dell'infestazione e raccolga, pertanto, il frutto come sano. Tale aspetto può costituire un rilevante problema durante le fasi di commercializzazione in quanto i frutti colpiti degenerano e causano lo sviluppo di muffe in grado di intaccare anche i frutti non colpiti direttamente da *D. suzukii*. Quando le larve divengono più grandi, il frutto colpito al tatto risulta piuttosto molle e può essere individuato con facilità in fase di raccolta (Grassi et al., 2010; Baufeld et al., 2010; EPPO, 2010 a).

Le perdite quali-quantitative che il fitofago può determinare possono essere così riassunte su basi economiche:

- danni economici per le aziende causa riduzione della quantità di frutta commerciabile;
- danni economici determinati da una minor produttività della manodopera durante la fase di raccolta;
- danni per le strutture associative, per la minor quota di prodotto raccolto, che fa incrementare i costi fissi a carico degli associati rischiando di renderle meno competitive;
- danni economici determinati da un'accresciuta probabilità di raccolta di partite infestate e quindi di possibili contestazioni sul mercato inerenti alla qualità del prodotto;
- danni economici dati dal costo dei sistemi di difesa adottati, quali trappole (costo di gestione e/o di acquisto di eventuali sostanze), apprestamenti con reti anti insetto e prodotti fitosanitari;

- incremento sulla frutta di residui degli eventuali agrofarmaci impiegati per la difesa, con il rischio di superare il residuo massimo ammissibile (RMA), che determinerebbe l'impossibilità di commercializzare la merce. Questo è un punto molto importante e la ragione principale che spinge verso la messa a punto di sistemi integrati di lotta biologica. Sebbene presenti entro limiti legali, inoltre, la maggior presenza dei residui potrebbe diminuire il valore intrinseco del prodotto e/o le possibilità di commercializzazione a livello internazionale (Goodhue et al., 2011); infatti, gli Stati importatori potrebbero non importare più frutta proveniente da Stati infestati dal dittero o si potrebbe arrivare a misure legislative, quali la quarantena, per contenere la diffusione dell'insetto.

In Giappone, studi effettuati durante gli anni '30 riportano dati di elevate perdite di raccolto in pochi anni, con picchi del 100% per le ciliegie e dell' 80% per l'uva (Kanzawa, 1939); più recentemente, sono state segnalate perdite comprese tra il 26% ed il 100% del raccolto di ciliegie in alcune aree (Sasaki e Sato, 1995).

Per quanto riguarda il mirtillo gigante, *D. suzukii* è considerato l'insetto più dannoso (Tamada, 2009).

In Nord America il dittero ha provocato danni economici a coltivazioni di ciliegie, fragole, mirtilli e lamponi (Bolda, 2009; Bolda et al., 2010; Coates, 2009; Hauser et al., 2009). In Europa i danni segnalati riguardano prevalentemente i piccoli frutti, in particolare fragole, mirtilli, lampone, more, ma anche alcune varietà di uva. In Francia sono riportati seri danni a carico di ciliegie, albicocche, pesche soprattutto in Corsica, nei dipartimenti di Vaucluse e Gard; nel sud del Paese, invece, soprattutto su lamponi e fragole (Mazzetto et al., 2012).

Nelle regioni subtropicali dove è presente l'insetto non ci sono pubblicazioni relative a danni al raccolto, quindi economici, attribuibili ad esso. Ad esempio, nelle Isole Hawaii, dove *D. suzukii* è presente dagli anni '80 (Kaneshiro, 1983) ed è considerato ubiquitario, ad oggi, non sono riscontrati danni alla frutticoltura.

Poiché il parassita ha un alto potenziale di diffusione e può causare danni economici a molte coltivazioni di frutta, il Consiglio dell'EPPO ha deciso nel 2010 di aggiungere *D. suzukii* alla lista d'allerta EPPO ⁶; in seguito è stato spostato nella lista A2 ⁷ (<http://www.eppo.int/QUARANTINE/listA2.htm>).

1.1.6. Controllo

Tre sono le componenti fondamentali di un programma di contenimento dell'insetto e quindi del danno; è molto importante la tempistica con cui queste attività vengono realizzate, in combinazione con le informazioni derivanti dal monitoraggio (www.eppo.int/QUARANTINE/Alert_List/insects/Drosophila_suzukii_factsheet_12-2010.pdf).

- Gestione igienico-sanitaria; ogni frutto colpito e/o sovrarmato a terra che rimane nel campo o nel frutteto costituisce una fonte di cibo per *D. suzukii*, permettendo a uova e larve di svilupparsi costantemente. Quando possibile, è buona norma rimuovere tali frutti e smaltirli tramite sepoltura od accumulo in contenitori chiusi; ciò consente di ridurre la popolazione del parassita.
- Gestione dell'area geografica; risultano essenziali pratiche di gestione del territorio effettuate su una vasta area e non in maniera puntiforme. *D. suzukii* è in grado di spostarsi per alcuni chilometri all'interno di una determinata zona (in funzione anche della conformazione geografica) ed è, pertanto, importante per ogni coltivatore entro essa partecipare al programma di contenimento. Anche un singolo campo o frutteto in cui non vengono attuate le pratiche di controllo del parassita può fungere da fonte di infestazione per le colture sensibili nelle vicinanze. Attenzione particolare deve essere riservata alle piante abbandonate ed a quelle coltivate negli orti domestici, spesso trascurate dal punto di vista del controllo fitosanitario, le quali costituiscono una potenziale fonte di reinfestazione.
- Impiego di prodotti fitosanitari; principi attivi come organofosfati, piretroidi e spinosine hanno dimostrato, utilizzati seguendo le indicazioni riportate sull'etichetta dei vari prodotti, di essere efficaci nel ridurre il numero di adulti di *D. suzukii* e sono in grado di fornire copertura per 7-10 giorni. Il frutto risulta più suscettibile all'attacco dopo aver sviluppato colorazione ed aver iniziato ad accumulare zuccheri.

1.1.6.2. Controllo fisico

Gli accorgimenti a riguardo sono essenzialmente quelli già delineati in precedenza

ed afferenti ad una gestione di tipo igienico-sanitaria atta a prevenire/ridurre l'infestazione tramite la rimozione dei frutti colpiti sulla pianta e quelli caduti a terra, in particolare per alcune colture particolarmente sensibili al fitofago come il mirtillo. Inoltre, nei campi infetti ed in quelli potenzialmente suscettibili è importante monitorare precocemente l'attività di volo. Rilievi tardivi, effettuati quando la larva ha iniziato l'attività trofica, rendono inutile qualsiasi tipo di intervento sulla frutta (Ioriatti et al., 2011), infatti, come per altri carpofagi, non ci sono strumenti efficaci per il controllo delle larve entro il frutto.

Uno strumento alternativo di controllo potrebbe essere l'utilizzo di reti anti insetto a maglia adeguatamente sottile da posizionare per la protezione delle colture sia in pieno campo che in serra con lo scopo di impedire il contatto tra *D. suzukii* e i frutti sensibili (valutazioni personali); tuttavia sarebbero da valutare eventuali effetti che tali applicazioni potrebbero avere sull'ecofisiologia della pianta e lo sviluppo del frutto, nonché la fattibilità tecnico-economica.

Da notare è che il compostaggio della frutta infestata non è un modo affidabile per distruggere uova e larve presenti in essa (www.eppo.int/QUARANTINE/Alert_List/insects/Drosophila_suzukii_factsheet_12-2010.pdf).

1.1.6.2. Controllo chimico

Relativamente a quest'aspetto, non emergono informazioni confortanti. Gli insetticidi di nuova generazione, caratterizzati da selettività di azione nei confronti degli organismi bersaglio, infatti, sono risultati scarsamente efficaci nel contenere il danno da *D. suzukii*, costringendo al ricorso a molecole datate e dotate di vasto spettro di azione, quali piretroidi e fosfororganici. In futuro c'è la possibilità che le industrie chimiche mettano a disposizione principi attivi nuovi ed efficaci; ad esempio, tra i nuovi prodotti ancora in sperimentazione, c'è *Spinetoram* la cui efficacia è ancora da confermare. La polifagia dell'insetto, l'attacco in prossimità della raccolta, la durata del periodo di raccolta, la ridotta dimensione degli appezzamenti e la miscelanea di colture e varietà complicano ulteriormente la problematica, tanto da indurre ad attivare negli Stati Uniti una difesa territoriale mediante trattamenti aerei con Malation (Ioriatti et al., 2011). Per le produzioni biologiche l'unica soluzione sembra essere rappresentata dai trattamenti con *Spinosad*, anche se la sua efficacia non sembra poter competere con i prodotti più persistenti.

È inoltre di fondamentale importanza alternare i principi attivi, allo scopo di scongiurare fenomeni di resistenza nelle popolazioni ed estendere i trattamenti su vaste aree.

Active substance	Active substance sub-groups	Relevant uses	Comments
Malathion ⁺	organophosphate	Pome fruit, stone fruit, berries and small fruit	Recently approved for use in Europe (Annex I listed), product authorizations expected to be forthcoming.
Diazinon ⁺		Some US fruit crops (no details)	Authorized in the US but did not achieve European authorization.
Dimethoate		Not presently on relevant fruit crops in Europe. May be some scope for testing/extensions of use.	Approved for use in Europe (Annex I listed)
Chlorpyrifos		Pome fruit, stone fruit, berries and small fruit	Approved for use in Europe (Annex I listed)
Spinosad ⁺	spinosyn	Pome fruit, stone fruit, berries and small fruit	Approved for use in Europe (Annex I listed)
Cypermethrin	Pyrethrin/pyrethroid ⁺	Pome fruit, stone fruit, berries and small fruit	Approved for use in Europe (Annex I listed)
Alpha-cypermethrin		Pome fruit, stone fruit,	Approved for use in Europe (Annex I listed)
Deltamethrin		Pome fruit, stone fruit, berries and small fruit	Approved for use in Europe (Annex I listed)
Lambda cyhalothrin		Pome fruit, stone fruit, berries and small fruit	Approved for use in Europe (Annex I listed)

Figura 24. Principi attivi insetticidi con potenziale efficacia contro *D. suzukii*. “+” indica l’efficacia dimostrata in America del Nord in condizioni di prova (esperimenti ancora in corso) (Drosophila suzukii EPPO factsheet, 2010).

Data la scarsa efficacia della maggior parte degli insetticidi, risulta di particolare importanza la corretta scelta del momento di intervento al fine di massimizzarne l’attività, iniziando i trattamenti poco prima dell’invasione (Cini et al. 2012). Spesso viene richiesto più di un trattamento. Il controllo sui piccoli frutti è reso ulteriormente difficile da alcune peculiarità che accomunano queste colture, tra le quali la scarsità di insetticidi autorizzati all’impiego su di esse e le difficoltà d’impiego a causa dei tempi di carenza troppo lunghi rispetto ai turni di raccolta ravvicinati.

Sono da considerarsi integrazione alle informazioni riportate in figura 24 i dati emersi da una sperimentazione biennale (2010-2011) condotta in provincia di Trento e pubblicati sul numero 26/2012 dell’Informatore Agrario. Qui si può leggere come, sia su lampone, sia su mirtillo, le strategie di maggior efficacia siano quelle a base di Fosmet, senza differenze significative tra le formulazioni liquida (EC) e granulare (WDG); Spinosad ha efficacia inferiore, pur aumentata con l’aggiunta di

thiacloprid (neonicotinoide). Relativamente alle strategie di contenimento chimico in senso lato si riconferma, comunque, che il grado d'azione, anche delle soluzioni migliori, si riduce notevolmente tra la prima e la seconda settimana dopo l'inizio dell'invasione.

A causa dei recenti gravi danni emerge come unica strada percorribile al momento il ricorso ad autorizzazioni eccezionali per l'impiego di prodotti su colture per le quali non sono registrati. Questo è ad esempio il caso del formulato *Spada 200 EC* (fosfororganico costituito da fosmet 23,50%), il quale, grazie alle prove d'efficacia condotte dall'Istituto Agrario di San Michele all'Adige nel 2012, con Decreto Ministeriale del 29 maggio 2013, ha ottenuto l'estensione temporanea d'impiego fino al 26 settembre 2013 sulla coltura del mirtillo per il controllo di *Drosophila suzukii* (agronotizie.imageline-network.com, notizia del 19.6.2013)

1.1.6.3. Controllo biologico

Alternativamente a mezzi di tipo chimico e fisico, diversi sono gli agenti di biocontrollo (funghi, batteri, virus e altri nemici naturali dei parassiti, come predatori e parassitoidi) che potrebbero essere impiegati per il controllo *D. suzukii* (Cross et al., 2011). Riguardo all'attività di biocontrollo da parte di microrganismi Cini et al. (2012) scrivono: "Recently, DNA viruses have been isolated also in *Drosophila* species (Unkless, 2011) and were found to be related to other viruses used for pest control. These findings open the way for the evaluation of control of *D. suzukii* based on viral pathogens and research is urgently needed on this subject" ⁸.

È possibile ridurre la popolazione dei parassiti anche attraverso l'introduzione "inondativa" di individui sterili. Lo sviluppo della TIS ⁹, o tecnica dell'autocidio, rappresenta un importante passo avanti nella scienza del contenimento dei parassiti (Vreysen et al., 2006). Infatti, rispetto alle altre strategie di controllo, tale metodo ha diversi vantaggi, quali la sicurezza nei confronti di organismi non bersaglio e l'azione secondo un meccanismo non densità dipendente. Inoltre la tecnica può essere integrata con altre attività di controllo (Vreysen et al., 2006). Per questi vantaggiosi motivi, dovrebbero essere studiate fattibilità, procedure ed eventuali inconvenienti dell'applicazione del cosiddetto "autocidio" alla gestione *D. suzukii* (Dyck et al., 2005). Un promettente, sebbene a volte trascurato metodo per il con-

tenimento delle popolazioni di parassiti è lo sfruttamento della stretta associazione intercorrente tra la specie dannosa ed i suoi endosimbionti (Zindel et al., 2011), come ad esempio *Wolbachia*; anche in questo caso, per quanto riguarda *D. suzukii* devono essere ancora essere realizzati importanti studi.

I parassitoidi del genere *Drosophila spp.* che potrebbero avere un ruolo importante nel controllo di *D. suzukii* appartengono all'ordine degli Imenotteri ed in particolare alle famiglie Braconidae e Cynipidae. Esperimenti di laboratorio hanno dimostrato, inoltre, che *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera, Anthocoridae) è in grado di nutrirsi di larve di *D. suzukii* infestanti bacche di mirtillo (Walsh et al., 2011).

Diversi importanti studi su questo argomento sono stati eseguiti in Giappone. I risultati potrebbero aiutare ad individuare le strategie di gestione più adatte, per un controllo a lungo termine, basate sull'introduzione permanente dei nemici naturali di *D. suzukii* a partire dall'areale d'origine, luogo in cui fitofago ed antagonista si sono probabilmente coevoluti.

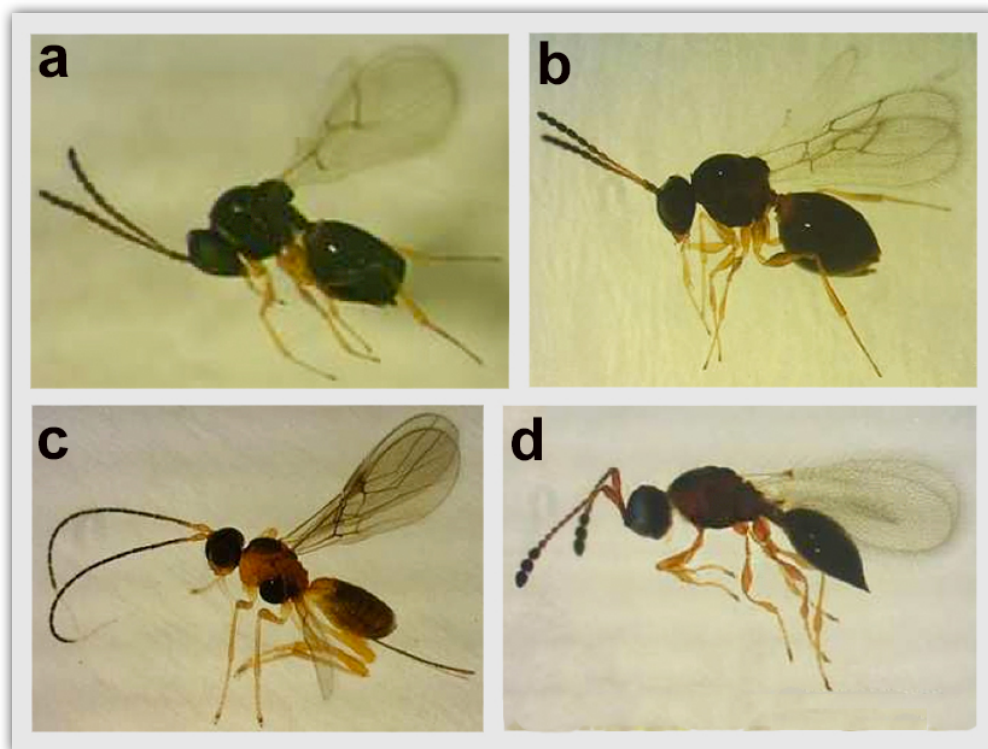


Figura 25. (a) *Ganaspis* spp. affinis *xanthopoda* (Figitidae), (b) *Leptopilina japonica* (Figitidae), (c) *Asobara japonica* (Braconidae), (d) *Trichopria* sp. (Diapriidae). I primi tre sono imenotteri parassitoidi di larve, il quarto, invece, di pupe (http://cri.fmach.eu/Media/Files/Drosophila/Kimura_Anfora)

I primi esperimenti realizzati su imenotteri hanno testato l'efficacia di *Phaenopria spp.* (Hymenoptera, Diapriidae) in condizioni di laboratorio, tuttavia, i risultati sono stati insoddisfacenti (Kanzawa, 1939). Studi più recenti hanno indagato comporta-

mento e biologia di diversi parassitoidi di *D. suzukii* in Giappone (Ideo et al., 2008; Mitsui et al., 2007) ed alcune specie del genere *Ganaspis* (Hymenoptera, Figitidae) hanno mostrato il più alto tasso di parassitismo con valori compresi tra 2-7%. Queste specie depongono le uova nelle larve che si nutrono di frutta e sono caratterizzate da un alto livello di specificità nei confronti di *D. suzukii*. Due specie, *Leptopilina japonica* (Novkovic et Kimura) della famiglia Figitidae e *Asobara japonica* (Belokobylskij, 1998) appartenente a quella dei Braconidae, si è visto essere in grado di attaccare larve e pupe solo nella frutta caduta e/o deperiente; hanno come ospiti una vasta gamma di Drosophilidi (Mitsui e Kimura, 2010).

Nonostante i risultati descritti, recentemente è stato dimostrato che livelli incrementati di emociti¹⁰, coinvolti nel processo di incapsulamento delle uova di parassitoidi (figure 26 e 27), permettono alle larve di *D. suzukii* di produrre una più vigorosa risposta immunitaria nei confronti degli imenotteri parassitoidi generalisti in grado di parassitizzarla (Kacsoh e Schlenke, 2012).

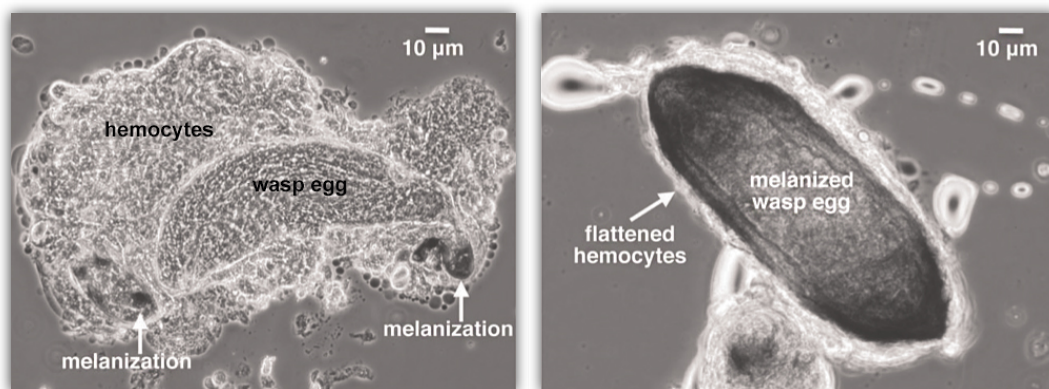


Figure 26, 27. Fasi iniziali e stato finale del processo di incapsulamento di uovo di *Leptopilina bouhardi* (ceppo LbG486) da parte degli emociti di *D. suzukii*. La prima immagine mostra la disaggregazione degli emociti durante il processo e la contemporanea melanizzazione sulle punte anteriore e posteriore del corpo estraneo (uovo) (Kacsoh e Schlenke, 2012)

Parallelamente allo studio dei parassitoidi dei luoghi di origine e la ricerca di nuovi, una via, confacente all'ampia diffusione mondiale che *D. suzukii* ha compiuto, per il controllo biologico del dittero sarebbe quella di migliorare l'efficacia di organismi antagonisti già presenti nelle aree di recente invasione. Si tratta di specie generaliste e di ampia diffusione aventi *D. suzukii* nella loro gamma di ospiti, oppure, specie in grado di adattare le proprie strategie evolutive al nuovo insetto invasore, come ad esempio *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani) (Pteromalidae), un comune parassitoide di pupe di dittero, il quale è stato recentemente scoperto es-

sere associato anche a *D. suzukii* in USA (Brown et al., 2011).

Due candidati promettenti sono anche *Asobara tabida* (Nees) e la molto simile *Asobara rufescens* (Foerster) (Hymenoptera, Braconidae), i due parassitoidi più comuni in Europa di Drosofilidi frugivori (Vet et al., 1984); queste specie mostrano di essere in grado di svilupparsi a spese di *D. suzukii* in condizioni di campo in Giappone (Mitsui et al., 2007).

Per quanto riguarda i predatori, in letteratura vi sono indicazioni circa l'attività di alcune specie di Emitteri ed in particolare *Orius laevigatus* (Fieber), *Cardiastethus nazarenus* Reuter, *Cardiastethus fasciventris* (Garbillietti) e *Dicyphus tamaninii* Wagner (Arnó et al., 2012)

1.2. Specie vegetali considerate

1.2.1. Mirtillo (*Vaccinium spp.*)

1.2.1.1. Origine e distribuzione geografica

Il mirtillo è un arbusto spontaneo delle regioni settentrionali dell'Europa e dell'America del Nord noto all'uomo fin dalla preistoria. La pianta è presente anche in zone calde e sub-tropicali come l'Asia, l'Africa e l'America del Sud.

Il genere *Vaccinium* (Linnaeus) appartiene alla famiglia delle Ericaceae e comprende parecchie specie di mirtilli, sia spontanei, sia coltivati, delle quali non è ancora ben chiara la distanza filogenetica e l'origine. Tali determinazioni sono infatti spesso complicate da frequenti ibridazioni spontanee, con la creazione di forme intermedie senza differenze morfologiche significative. Caratteristica comune a tutti i mirtilli, come anche ad altre Ericaceae, è la spiccata predilezione per i suoli acidi e torbosi. Il mirtillo è in grado di colonizzare terreni deforestati, radure di boschi ed invadere pascoli degradati. Circa il 40% delle specie di *Vaccinium spp.* sono native dell'Asia sudorientale, il 25% del Nord America e circa il 10% del Centro e Sudamerica, mentre il restante 25% è nativo degli altri continenti.

Dal punto di vista genetico, il genoma base è costituito da un set di dodici cromosomi; esistono, poi, specie diploidi, tetraploidi ed esaploidi. Inoltre, variazioni del grado di ploidia sono presenti anche all'interno della singola specie (Ciesielska e Malusà, 2000).

Il genere *Vaccinium* viene suddiviso in molteplici subgeneri. Tra questi importante è il subgenere *Cyanococcus* (A.Gray) Klotzsch, del quale fanno parte le entità principali dal punto di vista agronomico: mirtillo gigante (*V. corymbosum*), mirtillo conilopide (*V. virgatum*) e mirtillo nano americano (*V. angustifolium* e *V. myrtilloides*); si tratta soprattutto di specie d'origine americana con frutti portati a grappolo.

Al subgenere *Euvaccinium* (A. Gray) si ascrivono i mirtilli europei *V. myrtillus* (mirtillo nero), *V. uliginosum* (mirtillo blu) e, nella sezione *Vitis idaea*, *V. vitis idaea* (vite di monte o mirtillo rosso); tali specie, caratterizzate da taglia delle piante ridotta e pezzatura dei frutti modesta, sono soggette alla raccolta da soli popolamenti spontanei. Il subgenere *Oxycoccus* (Hill) A. Gray comprende il *V. macrocarpon* (mirtillo rosso americano o cranberry) e *V. oxycoccus* (ossicocco o mirtillo palustre). Altre specie di mirtillo sono: *V. floribundum* (mortiño), presente specialmente in Colombia, Bolivia e Venezuela ad altitudini di 2.800-4.000 m s.l.m., *V. meridionale* (Jamaican bilberry), spontaneo sui monti della Colombia tra i 2.000 e i 4.000 m s.l.m. e della Giamaica tra i 1.000 e 1.200 m s.l.m., e *V. cylindraceum* diffuso nelle isole Azzorre. In Asia Orientale e Malaysia, infine, sono spontanei *V. oldhamii*, *V. bracteatum* e *V. myrtoides*.

Delle molteplici specie appartenenti al genere, 150 per alcuni autori, fino a 450 per altri, le specie che rivestono maggior interesse commerciale sono: il mirtillo gigante americano (*V. corymbosum*), il mirtillo conilopide (*V. virgatum* o *V. ashei*) ed il mirtillo rosso americano o cranberry (*V. macrocarpon*). Parte dei raccolti proviene anche da specie spontanee, oggetto talvolta di qualche intervento colturale, quali mirtillo nano americano o lowbush blueberry (*V. angustifolium*), mirtillo nero europeo (*V. myrtillus*) e mirtillo rosso europeo o vite di monte (*V. vitis idaea*) (Bounous, 2009).

1.2.1.2. Cenni botanici ed assortimento varietale

Il mirtillo gigante è un arbusto perenne, cespuglioso, a portamento eretto, che può

raggiungere e superare i 2-3 metri di altezza. Se le condizioni pedoclimatiche, inoltre, sono favorevoli e la tecnica colturale appropriata, è in grado di dare produzione anche dopo 40-50 anni dall'impianto.

Il sistema radicale, piuttosto superficiale, è caratterizzato da radici primarie molto fini, fibrose, prive di peli radicali: la ridotta capacità assorbente che ne deriva è compensata dalla presenza sulle radici di simbiosi endomicorriziche che favoriscono il trasferimento di elementi nutritivi dal suolo alle radici del simbionte. L'apparato è costituito, oltre che da un fitto intreccio in prossimità della pianta, da poche altre robuste radici che esplorano il terreno oltre la proiezione al su di esso della chioma ed ancorano saldamente la pianta.

Le foglie, decidue, hanno dimensioni di 3-5 cm x 7-9 cm, sono glabre, di forma ovato-allungata con apice appuntito e margini interi o lievemente seghettati. I rami portano gemme a legno, appuntite, nella porzione medio basale e gemme a frutto globose nella porzione apicale. La fruttificazione, oltre che dai rami misti, è assicurata da brindilli. La differenziazione delle gemme a fiore avviene l'anno precedente a quello di sviluppo e procede dalla parte distale verso quella prossimale.

La scalarità che contraddistingue la fioritura, più o meno accentuata a seconda della cultivar, è legata alla differente vigoria dei rami (quelli più corti entrano in antesi prima) e, su uno stesso ramo, alla posizione: i fiori della porzione terminale del ramo si aprono prima di quelli posti nella parte centro-basale.

L'infiorescenza del mirtillo gigante è un corimbo costituito da 5-12 fiori. Il singolo fiore ha forma di campanula rivolta verso il basso; il calice, formato di sepali congiunti, è aderente all'ovario infero, mentre i petali (4-5) sono rivolti verso l'esterno e formano una corolla di colore bianco o rosa pallido. I fiori sono ad impollinazione prevalentemente entomofila. Il mirtillo gigante trae beneficio dall'impollinazione incrociata che induce generalmente produzioni migliori sia dal punto di vista quantitativo, sia qualitativo. A differenza di altre piante fruttifere, il tasso di allegazione è elevato (80-100%) soprattutto se è disponibile una sufficiente entomofauna impollinatrice (Api, Bombi) e non si verificano violenti sbalzi di temperatura o ritorni di freddo durante l'antesi.

Il mirtillo è classificato come frutto climaterico a livello respiratorio, la produzione di etilene aumenta con l'avanzamento della maturazione (Yoonseok et al., 1992), nonostante alcuni studi evidenzino differenze nei processi di maturazione a secon-

da della cultivar (Gough, 1994; Botta et al., 2002) (Bounous, 2009; Ciesielska e Malusà, 2000).

Le cultivar di *V. corymbosum* vengono distinte in base alle esigenze climatiche. Si definiscono cultivar ad alto fabbisogno in freddo (Northern highbush blueberries) quelle con un fabbisogno in freddo che si aggira mediamente sulle 600-800 ore a temperatura inferiore ai 7°C e caratterizzate da elevata resistenza ai geli invernali; sono dette a basso fabbisogno in freddo (Southern highbush blueberries) tutte le altre. La mancanza di freddo nei climi caldi è stata a lungo limite all'espansione dei mirtilli arbustivi. Per superare questo problema e consentire la coltura del mirtillo in areali sempre più ampi sono stati costituiti ibridi interspecifici incrociando *V. corymbosum* con *V. darrowi* Camp, pianta spontanea del Sud Est degli USA che ha conferito alle nuove cultivar ottenute il carattere "basso fabbisogno in freddo" (meno di 300 ore), consentendo di ampliare la diffusione dei mirtilli verso climi temperato-caldi.

Il mirtillo conilopide, *V. virgatum* (sin. *V. ashei* o Rabbiteye) è spontaneo nel Sud degli Stati Uniti, è una pianta alta fino a 6 m, con bacche nere, senza o quasi pruina, riunite in corti racemi; risulta meno resistente al freddo del mirtillo gigante americano. Ancora poco diffuso in Europa, in America è coltivato soprattutto per l'industria conserviera ed ad esso afferiscono le cultivar *Powderblue* e *Centurion* interessate dal presente studio.

Le cultivar riportate di seguito sono quelle al momento maggiormente presenti nei campi valtellinesi e la descrizione di ciascuna fa riferimento alla classificazione di Bounous (2009). L'elenco completo ed aggiornato delle cultivar di *Northern Highbush Blueberry*, di *Southern Highbush Blueberry* e di *Rabbiteye Blueberry*, nonché dei loro germoplasmi è presente su www.ars.usda.gov.

Duke (Search string: PI 554872) (figura 28) è cultivar precoce ad alto fabbisogno in freddo. Incrocio tra (*Ivanhoe* x *Earlieblue*) x 192-8 (E-30 x E-11), ottenuta nel Maryland ed introdotta nel 1986. Presenta vigoria modesta, portamento eretto ed aperto, si è dimostrata, nei luoghi di origine, molto resistente al freddo. I frutti sono ben distribuiti nella chioma, facili da raccogliere, ricchi di pruina¹¹, aromatici e dalle buone caratteristiche organolettiche.

Bluecrop (Search string: PI 554885) è cultivar a maturazione intermedia e basso fabbisogno in freddo. Incrocio (*Jersey* x *Pioneer*) x CU-5 (*Stanley* x *June*), ottenuta

nel 1934 in New Jersey ed introdotta nel 1952. Di media vigoria, è tra le cultivar più diffuse al mondo in quanto resiste al freddo invernale ed ai ritorni di gelo tardivi. La tendenza a sovrapprodurre, con conseguente riduzione della pezzatura dei frutti, viene mitigata intervenendo con regolari potature. La pianta presenta apparato radicale ridotto ed elevata sensibilità agli stress idrici. Il frutto, di colore blu chiaro opaco e medio grosso, ha cicatrice peduncolare piccola e si presta alla raccolta meccanica.

Legacy (Search string: PI 618164) è cultivar tardiva, frutto di ibridazione interspecifica tra *Elizabeth* (*V. corymbosum*) e US75 (*V. darrowii* Fla.4B x *Bluecrop*) ottenuta nel 1976 in Usa (USDA). Ha buona produttività ed il frutto caratterizzato da buona pezzatura ed ottima qualità organolettica. Le bacche mantengono a lungo la pruina, sono dolci ed aromatiche, di facile raccolta e buona conservabilità.

Brigitta blue (Search string: PI 618166) (figura 29) è cultivar tardiva ad alto fabbisogno in freddo. Selezione ottenuta da libera impollinazione di *Lateblue* nel 1980 in Australia. Molto vigorosa e dal portamento eretto, produce bacche di buona pezzatura ed idonee alla conservazione in cella frigorifera dove mantengono a lungo le caratteristiche qualitative. La cultivar è sensibile ai freddi invernali e pertanto da coltivare ad altitudini inferiori ai 600 m s.l.m.



Figure 28, 29. Rispettivamente cultivar *Duke* e cultivar *Brigitta blue*.

Elliott (Search string: PI 554894) è cultivar tardiva americana ad alto fabbisogno in freddo, ottenuta dall'incrocio *Burlington* x [(*Dixi* x (*Jersey* x *Pioneer*)] nel 1974. Molto vigorosa, dotata di numerosi polloni e buona resistenza al freddo. La produttività è molto elevata.

Liberty è cultivar triploide ($2n=3x=30$), geneticamente sterile. Vigorosa e di fine stagione, deriva da incrocio *Brigitta* x *Elliot*, con un portamento eretto. Il primo stacco è effettuato di solito cinque-sette giorni prima della *Elliot*, con un periodo di maturazione abbastanza concentrato. La produttività è elevata, il frutto è grosso, di colore blu cielo, croccante e qualitativamente buono. Il prodotto si presta bene alla raccolta meccanica. Da notare è che all'interno della UE questa varietà è protetta dai diritti delle varietà vegetali (o Plant Breeders' Rights ¹²).

Aurora è cultivar molto tardiva che deriva dall'incrocio *Brigitta* x *Elliot*, effettuato in Michigan nel 1991; l'introduzione della varietà è avvenuto nel 2003. La bacca è di medie dimensioni, con ottime caratteristiche di conservazione e maturazione circa 5 giorni dopo *Elliot*. La pianta è vigorosa, eretta e dotata di buona resistenza al freddo.

Centurion (Search string: PI 554715) è cultivar tardiva ottenuta dall'incrocio *W4* x *Callawaya*, rilasciata in Nord Carolina nel 1978. La pianta presenta elevata vigoria, basso fabbisogno di freddo e produttività scarsa, pur producendo grappoli con molti frutti. I frutti, la pezzatura dei quali è media e la forma appiattita, si presentano alla raccolta con colorazione molto omogenea ed una presenza di pruina medio elevata; la raccolta è facile, la serbevolezza ottima.

Powderblue (Search string: PI 554721) è cultivar tardiva ottenuta dall'incrocio *Tifblue* x *Menditoo* Nord Carolina nel 1978. La pianta è vigorosa, a basso fabbisogno di freddo, dal portamento assurgente, e caratterizzata da produttività media. Tempo di fioritura ed aspetto della frutta sono simili a quelli di *Tifblue*, tuttavia la maturazione del 50% delle bacche si conclude 4 giorni prima. Quest'ultime sono ricoperte da molta pruina e presentano una serbevolezza ottima.

1.2.1.3 Il mirtillo in Valtellina

Negli ultimi dieci anni la coltivazione di mirtillo in Valtellina si è estesa a tal punto da trasformare questa fetta di Lombardia nella cosiddetta "Valle blu". Nel 2000 la sua presenza era pressapoco pari a zero, oggi, invece, ci sono circa 150.000 piante su una superficie di 500 mila m.q., la metà del totale regionale (Coldiretti Lombardia, 2011). Nessun'altra coltura ha subito di recente uno sviluppo di questo ge-

nere, possibile grazie alle condizioni climatiche e alla morfologia del territorio. Il mirtillo, infatti, trova condizioni confacenti alla propria crescita in suoli poco profondi e con un pH acido, temperature elevate ed una buona esposizione solare. La coltivazione di questa pianta si è avvantaggiata del particolare orientamento est-ovest della Valle, con un versante Retico ¹³ caratterizzato da un'intensa esposizione a sud, e uno orobico esposto a Nord, con caratteristiche differenti e più uniformi. L'andamento climatico è poi favorevole, sia per i livelli termici caratterizzati da elevate escursioni tra il giorno e la notte, sia per la piovosità che mediamente è di 800-1000 mm all'anno. Infine la tecnica colturale è di semplice attuazione e a basso impatto ambientale. Un fattore che ha favorito la coltivazione è anche la tipologia dell'azienda valtellinese, caratterizzata essenzialmente da appezzamenti di piccole dimensioni, spesso ubicati in zone marginali e terreni abbandonati, coltivati dai componenti della famiglia.

La specie di mirtillo più diffusa in Valtellina è quella del mirtillo gigante americano (*V. corymbosum*), in particolare le cultivar *Duke*, *Liberty*, *Brigitta blue* ed *Elliott*. Di recente introduzione sono le cultivar del mirtillo conilopide (*V. virgatum*). I tempi di maturazione sono diversi (dalle 3 alle 5 settimane), vengono raccolte da Giugno a Settembre ed ogni pianta, in condizioni ottimali, produce circa 5 Kg di frutti all'anno con una media intorno ai 3 chili (www.sondrio.coldiretti.it).

1.2.1. Vite (*Vitis vinifera*)

1.2.2.1. Origine e distribuzione geografica

Si chiama *Vitis Vinifera* (Linnaeus) ed è d'origine asiatica la madre di tutte le viti. Cresceva spontaneamente migliaia d'anni fa nella Transcaucasia, nel Turkestan occidentale e nei paesi contigui. Da tale regione la vite si sarebbe poi diffusa nella Tracia settentrionale passando ad occidente e, più a meridione, per la Siria fino alla Grecia (forse per opera dei Fenici) e dalla Grecia all'Italia, quindi nella *Gallia* e nell'Europa centrale. La viticoltura pare sia giunta in Italia inizialmente in Sicilia grazie a colonizzatori Egeo-Micenei, e di lì si sarebbe diffusa nelle coste meridionali della penisola, dagli anni 2000 a.C. sino al 1200 a.C. Più lenta fu la diffusione

nel centro e nel nord d'Italia, prima con la civiltà Villanoviana (1000 a.C.), poi con gli Etruschi (700-500 a.C.). Le popolazioni italiche, in ogni modo, coltivavano la vite e facevano il vino già prima del 2000 a.C., sia pure in modo rudimentale. Non a caso l'Italia era chiamata *Enotria* (paese dei pali da vite).

V. Vinifera prospera nelle zone temperate dei due emisferi e con la sua grande capacità d'adattamento ha progressivamente occupato terreni e soprattutto climi che in origini non le si addicevano affatto. La maggiore concentrazione delle superfici investite a vite si localizza chiaramente nell'area nel bacino del Mediterraneo ed in particolare in Spagna, Italia, Francia, paesi balcanici, Asia minore e in alcuni paesi dell'Africa settentrionale. Troviamo ancora la vite nell'Africa Australe. Nell'America settentrionale il confine superiore attraversa la California, poi sale verso nord; i vigneti dell'America meridionale sono espansi in Cile, Argentina e Brasile. La coltura della vite è diffusa anche nell'Australia meridionale e nella Nuova Zelanda. Il limite massimo d'altitudine è di circa 3.500 m s.l.m. sulle Ande.

Il genere *Vitis*, oltre alla vite coltivata, comprende numerose specie, alcune delle quali selvatiche: *Vitis labrusca*, la vite americana (in inglese fox grape, in quanto l'uva ha un gusto "selvatico" poco apprezzato in Europa), *Vitis riparia*, *Vitis rupestris*, *Vitis berlandieri* detta anche *Vitis cinerea*. Poco sensibili alla fillossera, afide parassita che attacca le viti europee, queste specie, così come i loro ibridi, vengono utilizzate sia come portinnesto, sia come incrocio con alcune varietà di *V. vinifera* per la produzione di uva da vino. L'uva di *V. labrusca* e dei suoi ibridi con *V. vinifera*, può essere, ad esempio, vinificata ottenendo vini come il Fragolino o il Clinton, fino a pochi anni fa prodotti tipici locali del Nord-Est Italia.

1.2.2.2. Cenni botanici ed assortimento varietale

Le viti coltivate in Europa ed in molte altre parti del mondo sono piante arbustive appartenenti al genere *Vitis* Tourn, sottofamiglia Ampelideae (o Vitoideae), famiglia Vitaceae, ordine Rhamnales. Il genere *Vitis* è diviso in due sottogeneri (o sezioni): Muscadinia ed Euvitis, tra loro scarsamente fertili. Le specie appartenenti ai due sottogeneri, infatti, sono caratterizzate da un diverso numero cromosomico ($2n=40$ e $2n=38$ rispettivamente), nonché numerose differenze anatomiche e morfologiche. Al sottogenere *Euvitis* appartiene la vite comunemente intesa, *V. vinifera*, che

a sua volta si suddivide in due sottospecie: *V. vinifera silvestris* D.C. e *V. vinifera* sativa D.C. comprendente tutti i vitigni coltivati. Sempre al sottogenere *Euvitis* appartengono numerose specie del Nuovo Mondo quali *Vitis labrusca*, le *Vitis rupestris*, *riparia* e *berlandieri* (origine dei portinnesti resistenti ai nematodi endoparassiti del genere *Meloidogyne*) e dell'Asia orientale tra cui *V. amurensis* e *V. coignetiae* (utilizzate in programmi di ibridazione grazie alla loro tolleranza al freddo ed alle malattie crittogamiche). La fertilità tra queste specie di e *V. vinifera* è buona come dimostrano i molti portinnesti di uso corrente originati da questo incrocio.

La vite è una pianta perenne, lianosa, rampicante, alta da 1 a 3 m. Il fusto è legnoso con corteccia desquamante, i rami glabri alla base, con cirri e gemme miste con i fiori che iniziano a differenziarsi sui rami di un anno e fioriscono l'anno successivo. Foglie intere, alterne, solitarie oppure opposte ad un cirro o ad un'infiorescenza, caratterizzate da superficie inferiore tomentosa; la lamina fogliare può essere tri o penta-lobata, con margine dentato. Il ciclo produttivo è di 30-40 anni. L'apparato riproduttivo è costituito da infiorescenze a pannocchia, dense ed odorose con nettare poco zuccherino e fiori ermafroditi. Il calice è costituito da 5 sepali ridotti (denti), mentre la corolla ha petali verdastri, fusi insieme, e cade precocemente al momento dell'antesi.

La fecondazione è principalmente autogama ed in parte allogama, anemofila ed in minima parte entomofila. Il tasso di impollinazione incrociata varia da specie a cultivar. In alcune, lo stimma rimane ricettivo anche dopo l'apertura delle antere del proprio fiore, mentre altre cultivar presentano fiori fisiologicamente femminili con pollini sterili. In genere si ritiene però che le cultivar coltivate siano caratterizzate da una spiccata cleistogamia ¹⁴ con tassi di fecondazione incrociata molto bassi.

I frutti sono rappresentati da bacche ellissoidali o sferiche ($\varnothing = 6-35$ mm), di vario colore, con polpa dolce, contenente 0-4 semi vitali. Il peso medio del seme è di 0,04 g, il contenuto in olii del 13-14% (Tweddle et al., 2003).

1.2.2.3. La vite in Valtellina

I vigneti terrazzati della Valtellina, 2.500 km di muri di pietra che delimitano e sostengono la superficie di una delle più grandi aree viticole terrazzate di montagna d'Europa con un'incidenza media ad ettaro superiore ai 2.000 mq di superficie ver-

tica, è una realtà che si è andata formando attraverso il lavoro di secoli se non di millenni.

Nel XIV e XV secolo, sotto il dominio dei Visconti e, successivamente, degli Sforza, la produzione vinicola assunse un'importanza sempre maggiore, divenendo uno dei cardini dell'economia della zona. Il vino locale era ormai un prodotto rinomato, non più destinato all'autoconsumo come nei secoli precedenti, ma prezioso oggetto di esportazione verso i mercati dell'Europa centrale. Grazie alla considerevole gradazione alcolica si conservava per lungo tempo e sopportava senza degradarsi il trasporto attraverso i passi alpini che collegano la Valtellina con la Svizzera. In questo periodo iniziò la costruzione dei terrazzamenti.

Con la fine dell'amministrazione svizzera, dal XVI secolo alla fine del XIX secolo, i mercati del nord cessarono di assorbire la gran parte della produzione mentre quello di Milano divenne sempre più importante. Per andare incontro ad una maggior richiesta di prodotto, anche a costo di una qualità inferiore, la viticoltura valtellinese assunse un nuovo orientamento, improntato alla quantità piuttosto che alla qualità, il quale è rimasto prevalente fino alla fine degli anni '70 del XX secolo. Solo le notevoli difficoltà commerciali degli anni '80 e, sebbene in maniera meno accentuata, del decennio successivo, hanno determinato un grande sforzo di miglioramento qualitativo, che ha permesso ai vini locali di ottenere negli ultimi anni importanti riconoscimenti internazionali.



Figure 30, 31. Vista aerea ed a livello del suolo dei tipici terrazzamenti valtellinesi.

La Valtellina si colloca geograficamente in una posizione apparentemente poco propizia alla coltivazione della vite. Ciò nonostante la configurazione territoriale ed alcune particolari situazioni ambientali, quali l'orientamento est-ovest, la vicinanza

del bacino del lago di Como a sud/ovest, insolazione oltre 1.900 ore/anno ed una forte luminosità, nonché l'umidità dell'aria costantemente tra il 65% e l'80%, favoriscono in una relativamente vasta zona la realizzazione di condizioni idonee alla viticoltura ed in particolare al vitigno *Nebbiolo*.

La viticoltura valtellinese è il principale esponente italiano di un particolare tipo di viticoltura, la cosiddetta "vitivinicoltura eroica", ovvero quella praticata nelle aree di forte pendenza. In Italia si stima essere di circa 4.000 ha la superficie investita con una coltivazione di questo tipo e risulta in tal modo distribuita nelle principali aree: Provincia di Sondrio 37%, Provincia di Trento 23%, Valle d'Aosta 16%, Provincia di la Spezia 14%, Provincia di Imperia 10%

Dal punto di vista topografico l'area interessata al vigneto in Valtellina è collocata tra i comuni di Morbegno e di Tirano, circa 60 km di fascia costiera. Su questa superficie, vigneto per circa 1.250 ha, insistono le D.O. del territorio, precisamente:

- le D.O.C.G. *Valtellina Superiore e Sforzato di Valtellina*;
- la D.O.C. *Rosso di Valtellina*;
- la I.G.T. *Terrazze Retiche di Sondrio*.

Commercialmente e qualitativamente l'area di maggiore interesse è rappresentata dal territorio incluso nella D.O.C. e nella D.O.C.G. I dati complessivi relativi all'attività vitivinicola valtellinese sono: 800 ha vitati iscritti all'Albo dei Vigneti, 2.042 viticoltori conduttori e/o proprietari, 0,4 ha la superficie media in conduzione, 4.400 t di produzione media di uva, 30.000 hl di produzione media di vino (www.consorziovinivaltellina.com).

Valtellina Superiore D.O C.G. fa riferimento ad un'area estesa tra i comuni di Berbenno e di Tirano, la quale può avere anche le denominazioni di Sottozone quali: *Sassella, Grumello, Inferno, Valgella, Maroggia*. Ognuna di tali aree produce uve e vini con caratteristiche peculiari. Lo Sforzato o *Sfursât* di Valtellina è, infine, il primo passito rosso secco italiano che vanta la "garantita", ossia la D.O.C.G, ottenuta nel 2003 dopo un laborioso iter che ha visto impegnati, col Consorzio, tutti i produttori; è frutto della selezione delle migliori uve del vitigno *Nebbiolo*.

¹ *Tarsomero*: in zoologia, ciascuno degli articoli in cui è suddiviso il tarso degli insetti.

- ² **Urotergite:** area dorsale di ciascun segmento (urite) costituente l'addome di un insetto.
- ³ **Spermateca:** struttura dell'apparato genitale femminile degli artropodi che consente la ricezione e la conservazione per un certo periodo di tempo dello sperma maschile in seguito all'atto copulatorio.
- ⁴ **Ciclorrafi:** (*Cyclorrhapha*) sono un gruppo sistematico di rango indeterminato di Ditteri, sottordine dei *Brachycera*. Nell'ambito dell'ordine, è il gruppo sistematico di rango superiore più ricco in termini di biodiversità, in quanto comprende circa 90 famiglie, pari ad oltre la metà del numero complessivo, fra le quali si annoverano anche le forme più evolute.
- ⁵ **Diapausa:** in biologia, stadio di quiescenza presente durante lo sviluppo di molti organismi dalla fecondazione dell'uovo fino all'adulto; il numero e la durata dei periodi di diapausa variano a seconda delle specie, degli individui e delle condizioni ambientali. È un fenomeno adattativo; la sua insorgenza può essere dovuta a uno stimolo esterno (variazione della temperatura, umidità insufficiente, mancanza di nutrimento ecc.) o da un ritmo congenito. Nel primo caso la diapausa può interrompersi quando lo stimolo cessa (pseudodiapausa) o continuare per un periodo determinato (diapausa vera e propria); nel secondo caso, per iniziare può essere necessario uno stimolo esterno altrimenti l'organismo muore (diapausa obbligatoria).
- ⁶ **EPPO Alert List:** elenco di parassiti selezionati dal segretariato dell'EPPO basandosi principalmente sulla letteratura, ma anche in base a suggerimenti degli Stati membri. Un'aggiunta nella lista viene segnalata da un articolo nel servizio di reporting EPPO. I motivi per i quali considerare un determinato organismo entro la lista di allerta possono essere molteplici: parassiti di recente scoperta, nuovi focolai di altri già noti, rapporti di diffusione allarmanti. Da notare è che la lista viene riesaminata ogni anno da parte di un gruppo di esperti in materia fitoiatrica.
- ⁷ **EPPO A2 List:** la lista di patogeni, parassiti, specie invasive localmente presenti all'interno del territorio EPPO, ma non ancora diffusamente presenti in tutti i Paesi.
- ⁸ ["Recentemente, virus a DNA sono stati isolati anche in specie di *Drosophila* (Unkless, 2011) e tali si è scoperto essere collegati ad altri virus utilizzati per il controllo dei parassiti. Queste scoperte aprono la via per la valutazione del controllo di *D. suzukii* basato su agenti patogeni virali; la ricerca su questo argomento è urgentemente necessaria"].
- ⁹ **TIS:** tecnica dell'insetto sterile consiste nell'immissione in natura di maschi sterilizzati che si accoppieranno con le femmine selvatiche, le quali deporranno, pertanto, uova non fecondate e si verificherà calo demografico. La maschio sterilità può essere indotta da irradiazione o basata su ceppi transgenici dell'insetto. Occorre allevare, sterilizzare e liberare un grande numero di maschi per avere una sex ratio variabile da 9:1 a 50:1, in modo tale da avere alta probabilità di accoppiamento con le femmine presenti. I requisiti principali per poter applicare il TIS sono: riproduzione della specie per via anfigonica, specie allevabile in massa a basso costo dato l'alto quantitativo richiesto, fitness degli individui liberati pari a quella dei naturali: spesso risultano poco vitali ad es. per la perdita di simbionti o per l'acquisizione di caratteri genetici indesiderabili in seguito alle ripetute generazioni ottenute in laboratorio. Da notare è che il metodo non è applicabile a livello aziendale ma richiede interventi pubblici a livello di comprensorio, regione.
- ¹⁰ **Emocita:** termine generico per indicare i tipi cellulari costituenti la frazione cellulare dell'emolinfa degli insetti (30-50 mila/mm³). Ve ne sono tre tipi principali: proleucociti, leucociti ed enocitoidi; sono i leucociti ad essere implicati in processi di difesa immunitaria, in quanto dotati di proprietà di fagocitosi.
- ¹¹ **Pruina:** è una sostanza di consistenza cerosa che viene prodotta dalle cellule superficiali dell'epidermide di frutti e foglie. Ha funzioni protettive dai raggi ultravioletti ed impedisce l'eccessiva disidratazione; particolarmente visibile come uno strato opaco biancastro sulle bucce di acini d'uva, di susine e sulle foglie di piante grasse quali le crassulacee ed alcune graminacee come il sorgo.
- ¹² **P.B.R.:** o plant variety rights (PVR); le nuove varietà su cui vige un brevetto non possono essere utilizzate e sfruttate liberamente. Dunque, gli ibridatori che vogliono incrociare varietà brevettate devono ricevere una autorizzazione dal titolare proprietario; questo dà al titolare del brevetto una esclusiva sul materiale genetico inclusiva della protezione delle componenti genetiche (tratti) che non possono, quindi, essere liberamente utilizzate da altri breeder come avveniva in passato.
- ¹³ **Alpi Retiche:** costituiscono il confine naturale tra la Provincia di Sondrio e la Svizzera e sono situate nella parte nord della Media Valtellina. Questa catena montuosa, la cui cima più elevata supera i 4000 metri, affianca la valle dell'Adda con una catena più bassa (versante orobico), la quale arriva ad un'altezza massima di 2500 metri. L'elevata esposizione al sole favorisce l'agricoltura fino a un'altezza superiore agli 800 metri: dai 300 ai 700 m circa si presentano i vigneti e fino ai 900 m circa si trovano campi di grano saraceno, segale, patate; diffuso è il castagneto. Fino a qualche decennio fa, inoltre, erano presenti anche lino e canapa.
- ¹⁴ **Cleistogamia:** in botanica, una forma di riproduzione per autoimpollinazione che si verifica senza che avvenga l'apertura dei fiori. Una specie con tale strategia di fecondazione autogama è detta cleistogama; la cleistogamia può essere facoltativa o obbligatoria.

2. SCOPO

La capacità di attaccare frutti sani e la preferenza per essi rispetto a frutti in avanzato stadio di maturazione e danneggiati o marcescenti (Sasaki e Sato, 1995; Sasaki e Sato, 1996) rendono *D. suzukii* Matsumura un dittero Drosophilide particolarmente temibile per la frutticoltura ed in particolare per le produzioni di mirtillo, lampone, mora, ciliegio, ma, seppur in misura minore, anche per molte altre colture. L'elevata abilità di dispersione sia attiva, circa 1.400 km/anno, sia passiva, attraverso la commercializzazione di frutta e piante infestate (Calabria et al., 2010), ha velocemente trasformato il dittero in un insetto dannoso a livello planetario.

D. suzukii è di recente comparsa nel territorio italiano (2009) e le conoscenze acquisite su di essa sono tuttora incomplete, soprattutto per quanto riguarda efficaci misure di contenimento. Partendo da tali presupposti, il presente lavoro di tesi propone come oggetti d'indagine la dinamica di popolazione e sex ratio dell'insetto durante l'anno e la valutazione dell'efficacia di differenti combinazioni di trappole e liquidi attrattivi utilizzabili per la cattura. Inoltre, è stata effettuata una ricerca di antagonisti naturali autoctoni efficaci in condizioni naturali, non in laboratorio come indagata in altri studi, quali Anfora et al., 2012 e Chabert et al. 2012.

Le indagini sono state compiute sul territorio valtellinese della Lombardia con il fine di fornire un'utile caratterizzazione del problema in un'area montana nella quale la prima apparizione di *D. suzukii* risale al 2011 e durante la stagione passata le perdite di produzione in piccoli frutti riconducibili al dittero in questione sono state ingenti.

3. MATERIALI E METODI

3.1. Dinamica di popolazione ed efficacia trappole

3.1.1. Siti di studio

I campi nei quali sono state piazzate le trappole e dai quali è stato prelevato il materiale vegetale utili al presente lavoro di tesi sono distribuiti sul territorio valtellinese della provincia di Sondrio, entro una superficie complessiva di circa 35 km tra i comuni di Postalesio e di Tirano (figure 32 e 33).

In particolare i siti interessati dallo studio sono stati quattro per quanto riguarda la vite, tre per quanto riguarda il mirtillo. Ai fini della raccolta ed organizzazione dei dati, i sette siti, in base alla collocazione e/o denominazione locale della zona in questione, sono stati così etichettati:

- vigneti: *Tirano* (523 m.s.l.m., N 46°13'28" - E 10°10'41.6", comune di Tirano), *Valgella* (462 m.s.l.m. N 46°09'49.3" - E 10°04'25.4", comune di Teglio), *Dossi Salati* (488 m.s.l.m., N 46°10'47.5" - E 09°52'48.7", comune di Sondrio), *Fojanini* (329 m.s.l.m., N 46°10'08" - E 09°51'03.1", Fondazione Fojanini, comune di Sondrio);
- mirtilleti: *Boida* (428m.s.l.m., N 46°10'29.3" - E 09°59'18.7", comune di Ponte in Valtellina), *Berola* (591 m.s.l.m., N 46°10'52.5" - E 09°59'05.8", comune di Ponte in Valtellina), *Postalesio* (482 m.s.l.m, N 46°10'23.5" - E 09°46'22.4", comune di Postalesio).

In alcuni di questi siti (*Valgella* e *Dossi Salati* per quanto riguarda il vigneto, *Postalesio* e *Boida* per quanto riguarda il mirtilleto) ¹⁵, oltre alle trappole nel campo coltivato, sono state collocate, a partire dal periodo primaverile, trappole ad aceto di mela (una delle cinque tipologie) anche nell'area con vegetazione spontanea più vicina, la quale fosse caratterizzata da rovi e piante che producono bacche appetite a *D. suzukii* (prevalentemente lampone, mora e sambuco). Tali applicazioni sono state realizzate con il duplice scopo di avere informazioni circa l'andamento della popolazione di *D. suzukii* anche in aree non coltivate e valutare in che modo la presenza di tali zone vicino a frutteti possa influenzarne il livello di infestazione.

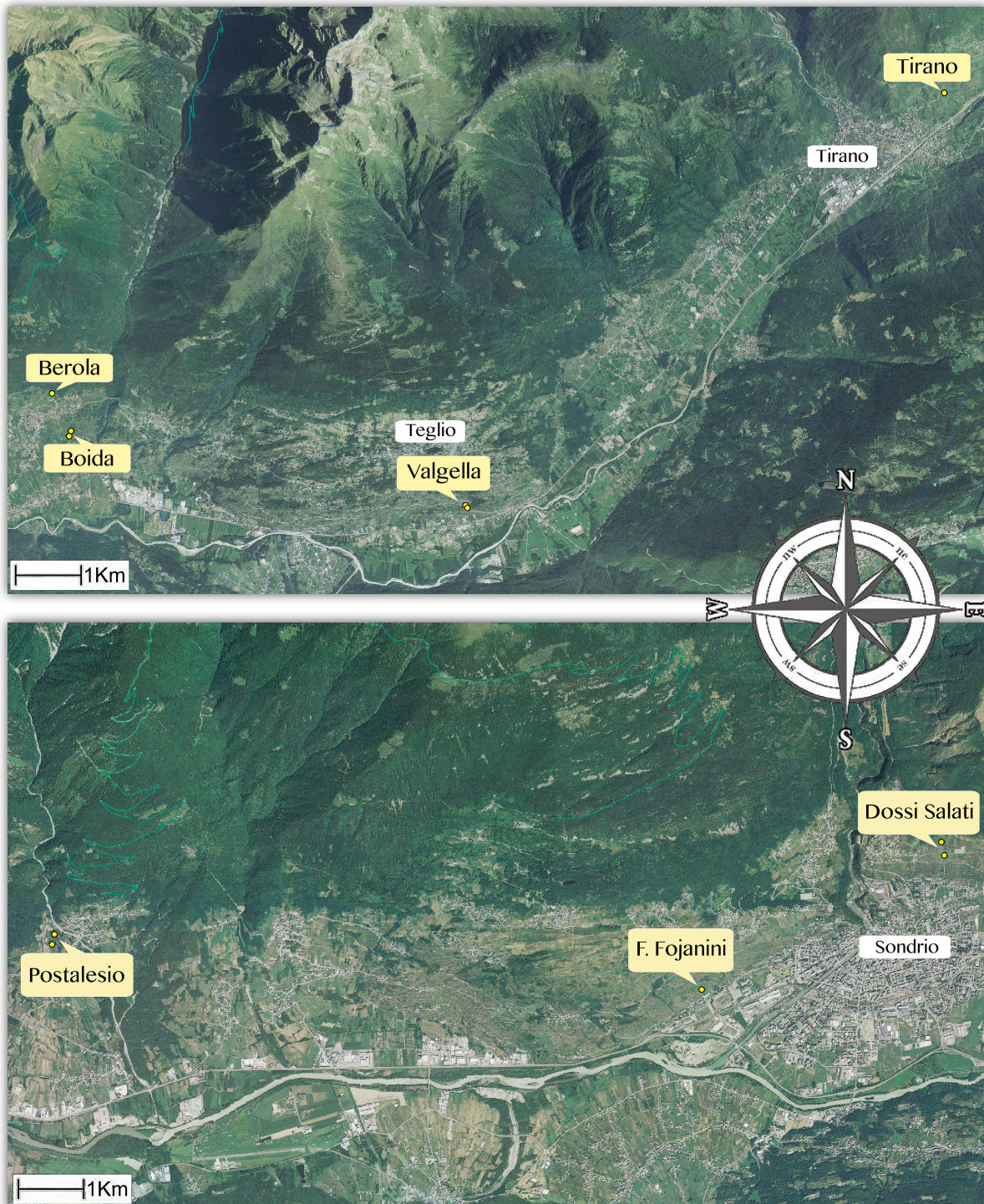


Figure 32, 33. Mappa satellitare delle zone in cui sono i siti impiegati per il lavoro di tesi. I pallini gialli localizzano i siti di studio; da notare che tra le due immagini non vi è continuità, ovvero, se affiancate (32 a destra e 33 a sinistra) non rappresentano per intero i circa 35 km intercorrenti tra i comuni di Postalesio e di Tirano.

Le cultivar di mirtillo interessate dallo studio sono *Duke*, *Brigitta blue*, *Bluecrop*, *Centurion* e *Powderblue*. Per quanto riguarda la vite, invece, sono *Brugnola*, *Rosola* e *Chiavennasca* (cloni I-12 Chiavennasca, I-21 Chiavennasca e I-34 Chiavennasca) (catalogoviti.politicheagricole.it/result.php?codice=160). Quest'ultima, pur identificandosi per i suoi caratteri ampelografici ¹⁶ nella varietà Nebbiolo, è tuttora

oggetto di studio per la sua particolare caratterizzazione genetica.

I campi che hanno interessato lo studio non sono soggetti a trattamenti insetticidi volti al contenimento di *D. suzukii* e durante il 2012 sono stati caratterizzati da una forte presenza del dittero; in base a queste caratteristiche sono stati individuati grazie alle indicazioni fornite dai tecnici della Fondazione Fojanini. I mirtilleti ed i vigneti in questione appartengono, infatti, ad agricoltori che si rivolgono alla Fondazione per avere consulenza di vario genere. La Fondazione Fojanini di Studi Superiori opera in molteplici settori (viticoltura, frutticoltura, alpicoltura, apicoltura, enologia, ecologia alpina) fornendo servizi inerenti ad analisi del terreno, analisi fogliare, alla gestione dell'irrigazione, ad analisi dei vini, analisi del miele, a monitoraggio ambientale. Inoltre, parallelamente ad un'attività costante di ricerca e sperimentazione, nonché emissione di bollettini tecnici, l'Ente garantisce a chiunque la richieda assistenza tecnica circa la difesa fitosanitaria e le produzioni agrarie in senso lato (www.fondazionefojanini.provincia.so.it).

3.1.2. Trappole e liquidi attrattivi

Nel presente lavoro di tesi sono stati impiegati diverse tipologie di trappola e di liquido attrattivo per catturare *D. suzukii*. Le trappole differiscono per forma e colore: bottiglia di plastica trasparente da 0,5 L colorata di rosso, trappola *Droso-trap* di colore rosso, trappola *Droso-Trap* di colore giallo. Queste ultime (figure 34 e 35), presenti sul mercato, sono ideate appositamente per la cattura di Drosophilidi, la bottiglia di plastica, invece, essendo artigianale, è stata preparata allo scopo pitturandola con vernice rossa e dotandola nella parte superiore di una serie di piccoli fori con un diametro di 4-6 mm per consentire l'ingresso dell'insetto (figura 36). Il colore rosso e l'aceto di mela sono stati scelti considerando le numerose informazioni presenti in letteratura circa il loro potere attrattivo nei confronti di *D. suzukii* (Anfora et al., 2012; Landolt et al., 2011; Gerdeman et al., 2011; *Drosophila suzukii* EPPO factsheet, 2010).

Nei siti in cui sono stati collocati tutti i tipi di combinazione trappola-liquido, per distinguere agevolmente le trappole *Droso-Trap* del medesimo colore, ma contenenti differente attrattivo, sul coperchio di ciascuna di esse è stato indicato con una sigla quale liquido fosse presente all'interno.



Figure 34, 35, 36. Rispettivamente trappola Droso-trap rossa, trappola Droso-trap gialla e bottiglia da 0,5 L pitturata di rosso.

Le trappole a bottiglia sono state caricate per circa 1/3 della capacità totale, mentre le altre fino a raggiungimento di una linea presente sulla superficie interna ed indicante il livello che il liquido attrattivo dovrebbe mantenere. Tutti i liquidi sono stati sostituiti e/o reintegrati costantemente in corrispondenza di ogni controllo. Per l'applicazione delle trappole sia sulla pianta coltivata, sia nell'area a vegetazione spontanea, è stato preso in considerazione quanto riportato in letteratura e sulle stesse etichette dei liquidi formulati commerciali, ovvero: zona medio-alta della chioma approssimativamente a circa 1,5 m di altezza.

I liquidi utilizzati come attrattivi sono aceto di mela, *liquido CeraTrap* e *liquido SuzukiiTrap*. Il prodotto denominato *CeraTrap* è un'esca proteica ideata per la cattura massale della mosca della frutta (*Ceratitis capitata*), la formulazione è liquida e composta per il 95% (p/p) da proteine idrolizzate ed il 5% (p/p) da additivi.

Il prodotto denominato *SuzukiiTrap* è un attrattivo alimentare progettato specificamente per la cattura di *D. suzukii*, composto di acidi organici per il 2% (p/p) e peptidi altamente attrattivi per il 7% (p/p). I due formulati commerciali sono prodotti da *Bioiberica* (www.bioiberica.com).

Nelle prove eseguite è stata provata l'efficacia di più combinazioni trappola-liquido attrattivo per un totale di cinque:

- bottiglia 0,5 L rossa + aceto di mela;
- trappola *Droso-Trap* rossa + *CeraTrap*;

- trappola *Droso-Trap* gialla + *CeraTrap*;
- trappola *Droso-Trap* + *SuzukiiTrap*;
- trappola *Droso-Trap* + *SuzukiiTrap*.

Nel corso della disposizione in campo dei diversi tipi di combinazione sono stati seguiti i seguenti schemi (figura 37), a seconda che venissero utilizzati tutti od in parte. In un sito soltanto (il più esteso), infatti, sia per vite, sia per mirtillo, sono state collocate tutte le suddette cinque combinazioni. In tutti gli altri siti solo i liquidi aceto di mela e *SuzukiiTrap*, per un totale, quindi, di tre combinazioni trappola-liquido attrattivo. Questa scelta è stata realizzata per non avere eventuali interferenze di un terzo liquido nel confronto tra i due più interessanti: il più economico e facilmente reperibile da una parte, quello specificamente realizzato, e pertanto in teoria più efficace, dall'altra.

Inoltre, essendo interessate dallo studio più cultivar di mirtillo, durante la stagione estiva e rispettando lo stesso schema, le trappole sono state spostate entro i campi in modo tale che si trovassero di volta in volta nella zona in cui erano le cultivar in stato di maturazione più avanzato.

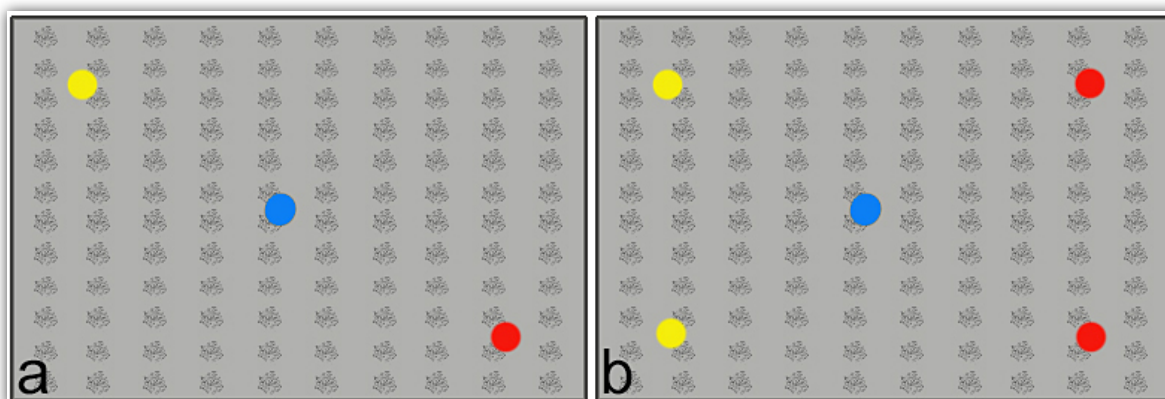


Figura 37. Schemi di disposizione delle trappole nei siti di studio: a) disposizione con i liquidi aceto e *SuzukiiTrap*; b) disposizione con i liquidi aceto, *CeraTrap* e *SuzukiiTrap*. I colori corrispondono rispettivamente a bottiglia (blu), *Droso-Trap* rossa (rosso), *Droso-Trap* gialla (giallo).

3.1.3. Tempistica e gestione dei campioni

Il rilevamento dei dati è iniziato in data 27 Settembre 2012 con il posizionamento delle cinque tipologie di trappola nei campi coltivati a vite e si è concluso il 27 Settembre 2013.

Nei vigneti i controlli sono stati eseguiti con cadenza settimanale fino al 13 Dicembre 2012, data a partire dalla quale la cadenza è divenuta bisettimanale considerando la scarsità delle catture. Il controllo del 13 Dicembre 2012 è stato, inoltre, il primo ad interessare limitatamente le trappole ad aceto, lasciate in campo allo scopo di raccogliere dati inerenti solo alla dinamica di popolazione di *D. suzukii*. La scelta di togliere le trappole contenenti gli altri due liquidi è stata realizzata constatando la tendenza di tali a solidificare a basse temperature e, pertanto, la loro sostanziale inutilità. I controlli nei vigneti sono proseguiti fino alla fine dell'esperimento mantenendo una cadenza di controllo bisettimanale e la tipologia di trappola ad aceto di mela in quanto anche nei periodi primaverile ed estivo del 2013 le catture si sono mantenute nulle o molto scarse. A partire dal 11 Aprile 2013, inoltre, e fino alla fine dell'esperimento, una trappola della tipologia ad aceto di mela è stata collocata anche nella zona con vegetazione spontanea più vicina ai vigneti nelle località *Valgella* e *Dossi Salati*.

MIRTILLETTO		VIGNETO		
11.4.13	26.7.13	27.9.12	13.12.12	24.5.13
26.4.13	2.8.13	5.10.12	28.12.12	7.6.13
11.5.13	9.8.13	12.10.12	11.1.13	14.6.13
24.5.13	16.8.13	19.10.12	25.1.13	28.6.13
7.6.13	23.8.13	25.10.12	8.2.13	12.7.13
14.6.13	30.8.13	2.11.12	1.3.13	26.7.13
21.6.13	6.9.13	8.11.12	15.3.13	9.8.13
28.6.13	13.9.13	16.11.12	29.3.13	23.8.13
5.7.13	20.9.13	22.11.12	11.4.13	6.9.13
12.7.13	27.9.13	30.11.12	26.4.13	20.9.13
19.7.13	--	7.12.12	11.5.13	--

Tabella 2. Calendario dei controlli eseguiti in mirtilletto ed in vigneto; eccezionalmente, causa, rispettivamente, impraticabilità dei vigneti e indisponibilità operatori, il controllo del 1.3.2013 è stato eseguito 3 settimane dopo il precedente ed il controllo del 14.6.2013 1 settimana dopo il precedente.

Nei mirtilletti il rilevamento dei dati è iniziato in data 11 Aprile 2013 con il posizionamento delle sole trappole ad aceto di mela; le stesse sono state messe anche nella vegetazione spontanea delle località *Postalesio* e *Boida*. I controlli sono stati realizzati con cadenza bisettimanale fino al 7 Giugno 2013, data a partire dalla quale e fino a fine esperimento la cadenza è divenuta settimanale. Per quanto riguarda lo studio dell'efficacia dei diversi liquidi, le altre tipologie di trappola sono state piazzate nei mirtilletti a partire dal 26 Luglio 2013, ovvero quando, attraverso

le osservazioni dei campionamenti precedenti, è stata constatata la presenza di *D. suzukii*. La sostanziale assenza dell'insetto fino quel momento avrebbe, infatti, reso impossibile qualsiasi confronto tra l'efficacia degli attrattivi.

Durante i controlli le trappole venivano svuotate in un apposito contenitore e contemporaneamente il liquido era setacciato tramite un semplice colino. Dopodiché l'attrattivo era sostituito o reintegrato e rimesso nelle trappole, mentre il materiale filtrato sottoposto a veloce osservazione atta ad eliminare eventuali corpi estranei ed insetti palesemente non Drosofilidi. Alla fine di questo processo gli insetti catturati venivano collocati entro eppendorf precedentemente etichettate e contenenti un liquido realizzato appositamente per la conservazione dei ditteri. Tale liquido è una soluzione costituita da:

60 parti alcool 96%, 10 parti glicerina, 26 parti acqua distillata

La soluzione conserva ed impedisce un'eccessiva disidratazione del corpo dell'insetto, il quale può essere, quindi, manipolato senza problemi nelle fasi successive.



Figura 38. Attrezzatura utilizzata per effettuare il controllo delle trappole: colino per filtraggio dei liquidi, pennello per raccolta degli insetti filtrati, bottiglia in plastica divisa in due parti (quella inferiore impiegata come recipiente in cui raccogliere il liquido in fase di filtraggio, quella superiore impiegata come imbuto e/o "cappuccio" per evitare la fuoriuscita di liquido dai buchi nella parte superiore delle trappole ad aceto di mela.

Durante le analisi di laboratorio il contenuto di ciascuna eppendorf è stato analizzato allo stereomicroscopio ed in questa fase sono stati appuntati molteplici dati. Osservando singolarmente gli individui catturati sono stati determinati infatti:

- numero di individui di *D. suzukii*, distinti in
 - maschi,
 - maschi privi di macchie sulle ali,
 - femmine;
- numero totale di individui ditteri Drosophilidi appartenenti ad altre specie..
- ..ed il nome di queste ultime.

3.1.4. Elaborazione dei dati

Tutti i dati raccolti in laboratorio sono stati inseriti in un foglio di calcolo elettronico, attraverso il quale è stato possibile costruire le curve di dinamica di popolazione in frutteto ed in area a vegetazione spontanea relative sia a *D. suzukii*, sia al totale di tutte le altre specie di *Drosophila* rinvenute. Parimenti sono stati rielaborati anche i dati delle catture di ciascuna tipologia di abbinamento trappola-liquido attrattivo e quelli meteo, relativi a tutto il periodo interessato dal presente studio, gentilmente forniti dalla Fondazione Fojanini.

Per confrontare l'efficacia delle combinazioni trappola-liquido attrattivo testate in ciascuna data di campionamento, i dati raccolti sono stati sottoposti all'analisi della varianza (ANOVA), un insieme di tecniche statistiche afferenti alla cosiddetta statistica inferenziale¹⁷ che permette di valutare due o più gruppi di dati attraverso il confronto tra la variabilità intra-gruppo e quella inter-gruppi. A tale scopo è stato utilizzato il programma *CoStat*. Prima di procedere con il test ANOVA i dati sono stati trasformati attraverso la seguente formula: $rad.q + 0,5$. È stato così possibile evidenziare eventuali differenze statisticamente significative tra le trappole.

In seguito, le differenze significative riscontrate sono state sottoposte al test HSD (Honestly Significant Difference) di Tukey.

Nell'ambito del confronto d'efficacia tra le diverse tipologie di trappola - liquido attrattivo, è stato realizzato, inoltre, il test del Chi quadrato in una tabella di contingenza, il cui scopo è quello di sapere se le frequenze osservate differiscono significativamente dalle frequenze teoriche ed, in tal modo, accettare o meno l'ipotesi nulla (H_0) che in questo caso equivarrebbe all'omogeneità di cattura tra le trappole.

3.2. Indagine sulle perdite di produzione

Al fine di fornire indicazioni riguardo i danni causati da *D. suzukii* dal punto di vista economico-produttivo, è stata fatta una valutazione delle perdite di produzione in mirtillo negli anni 2012 e 2013. Nonostante la disponibilità manifestata dai proprietari dei campi interessati dallo studio nel fornire indicazioni e la possibilità di collocare le trappole, non è stata permessa l'effettuazione di stacchi per determinare la percentuale di frutti attaccati. Per questo motivo tutte le informazioni riportate a riguardo nel presente lavoro di tesi provengono direttamente dai produttori e non sono il prodotto della rielaborazione di dati raccolti sperimentalmente.

3.3. Ricerca degli antagonisti naturali

3.3.1. *Materiale vegetale ed eclettori*

A partire dal periodo di maturazione dei primi mirtilli e bacche selvatiche fino al termine dell'esperimento, le uscite in campo per il controllo delle trappole sono state caratterizzate anche dall'osservazione dello stato di maturazione delle bacche, coltivate e selvatiche, nonché l'eventuale presenza tra queste di danno riconducibile a *D. suzukii*. I frutti colpiti, se presenti, sono stati di volta in volta asportati allo scopo di verificare, tramite analisi in ambiente controllato degli insetti in seguito sfarfallati, l'attività di parassitoidi autoctoni.

Le specie vegetali che sono state interessate da tale indagine, oltre alle cultivar di mirtillo e vite, sono sambuco, mora e lampone, sia selvatico, sia coltivato.

La frutta infestata trovata durante i controlli è stata posta all'interno di eclettori ed ivi lasciata per un periodo di tempo, compatibilmente alle informazioni presenti in letteratura circa la durata del ciclo di *D. suzukii* (Kanzawa, 1935; Kanzawa, 1939) e dei parassitoidi, di 20 giorni. Gli sfarfallatoi (figure 39 e 40) sono contenitori ideati e costruiti artigianalmente nell'ambito del presente lavoro di tesi con lo scopo di permettere lo sfarfallamento, nonché agevolare la cattura sia di *D. suzukii*, sia, so-

prattutto, di eventuali suoi parassitoidi.



Figure 39, 40. Rispettivamente, sfarfallatoio senza copertura oscurante e provetta e sfarfallatoio completo, come appare durante il periodo di permanenza della frutta al suo interno.

La copertura è stata realizzata con organza, tessuto le cui maglie sono sufficientemente strette da non permettere la fuga degli insetti ed al contempo permettere il passaggio d'aria. Nella parte anteriore vi è un foro nel quale è incastonato il tappo a vite di una provetta e proprio quest'ultima consente la raccolta degli insetti sfarfallati. Infatti, l'oscuramento del contenitore tramite un cartoncino appositamente sagomato induce gli insetti a dirigersi verso l'unica fonte di luce rappresentata dall'apertura alla quale è collegata esternamente la provetta. Le parti assemblate sono state tutte isolate ed incollate al contenitore con colla siliconica.

¹⁵ Le aree con vegetazione spontanea sono di carattere boschivo ed hanno le seguenti coordinate geografiche: Valgella 454 m.s.l.m., N 46°09'47.8" - E 10°04'26.9", Dossi Salati 536 m.s.l.m., N 46°10'51.6" - E 09°52'47.4", Boida 438 m.s.l.m., N 46°10'32.1" - E 09°59'20", Postalesio 498 m.s.l.m., N 46°10'26.6" - E 09°46'23.3"

¹⁶ **Ampelografia:** *la disciplina che studia, identifica e classifica le varietà dei vitigni attraverso schede che descrivono le caratteristiche dei vari organi della pianta nel corso delle diverse fasi di crescita. La terminologia e le modalità di impiego sono stabilite a livello internazionale.*

¹⁷ **Statistica inferenziale:** *la statistica che consente di verificare le ipotesi su una popolazione a partire dai dati osservati su un campione.*

4. RISULTATI

4.1. Dinamica di popolazione

4.1.1. Dinamica di popolazione in vigneto

Il rilevamento dei dati è iniziato in data 27 Settembre 2012 e si è concluso in data 20 Settembre 2013. I controlli sono stati eseguiti con cadenza settimanale fino al 13 Dicembre 2012, data a partire dalla quale è divenuta bisettimanale fino alla conclusione dell'esperimento. L'elaborazione riportata di seguito è riferita alle catture della trappola ad aceto di mela, l'unica tipologia ad essere rimasta nei siti per l'intera durata del periodo di studio. In totale sono stati così catturati 475 individui di *D.suzukii* e 573 individui di *Drosophila spp.*

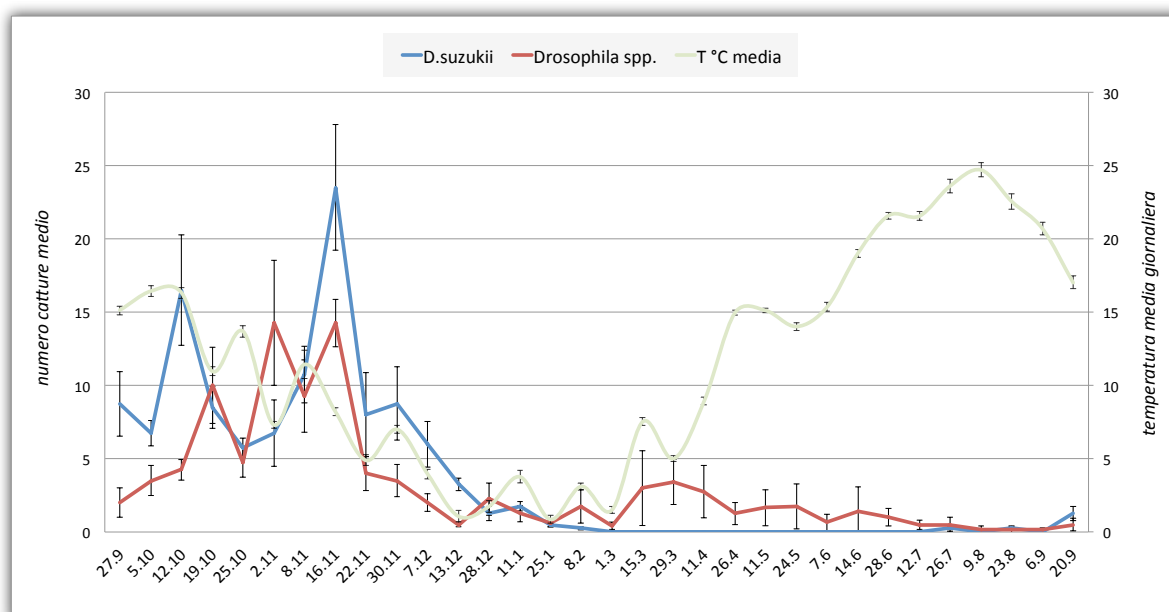


Grafico 1. Dinamica di popolazione media di *D. suzukii* e *Drosophila spp.* in vigneto (trappola ad aceto).

Considerando sia *D. suzukii*, sia le altre specie di ditteri Drosophilidi presenti in campo, nel grafico 1 si può vedere come il sopraggiungere dell'inverno ed il conseguente calo termico coincidano con il drastico calo del numero di individui. Tuttavia, a differenza di quanto accade per *D. suzukii*, la quale sparisce fino ad estate inoltrata, le diverse specie di *Drosophila* contribuiscono alla costituzione di una popolazione un'eterogenea che permane in maniera abbastanza costante nell'am-

biente e che solo per un breve periodo di tempo raggiunge livelli pari a zero. In corrispondenza dell'ultimo campionamento (temporalmente prossimo alla maturazione della vite) si osserva, rispetto ai controlli immediatamente precedenti, un rialzo della numerosità sia di *Drosophila spp.*, sia di *D. suzukii*, assente, quest'ultima, a partire dal 1 Marzo 2013.

Di seguito sono riportate la dinamica di popolazione di *D. suzukii* e quella di *Drosophila spp.* ottenute considerando le catture totali realizzate dai tre tipi di trappola (Aceto di mela, Suzukii Trap rossa e Suzukii Trap gialla) presenti in tutti i vigneti oggetto di studio durante il periodo di raccolta e quello successivo fino al 7 Dicembre 2012.

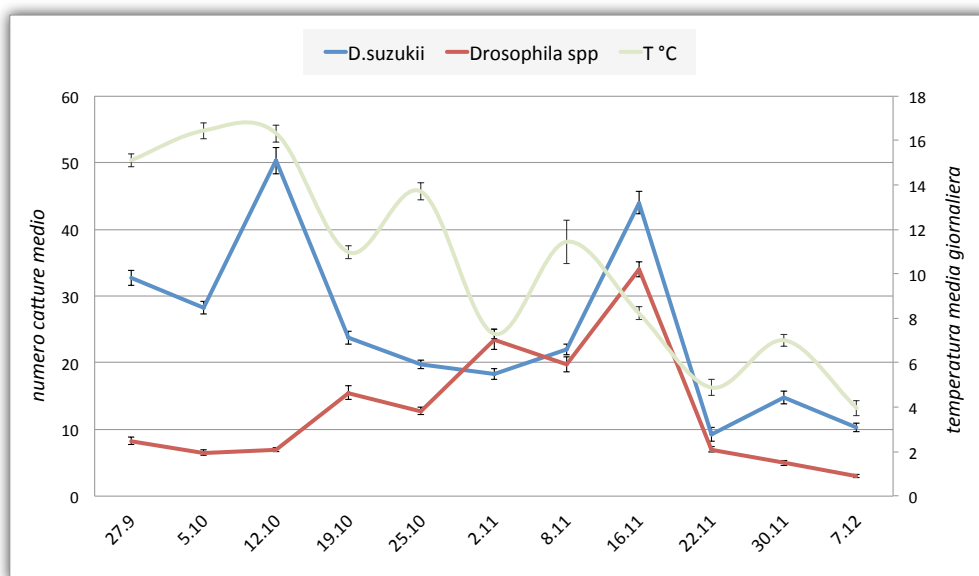


Grafico 2. Dinamica di popolazione media di *Drosophila spp.* in vigneto nel periodo di maturazione e raccolta (SuzukiiTrap rossa + SuzukiiTrap + Aceto)

Si può osservare come il numero di individui relativi a *Drosophila spp.* aumenti in maniera costante fino a raggiungere il massimo in data 16 Novembre e decresca, poi, velocemente. La popolazione di *D. suzukii* nel medesimo periodo segue un andamento diverso, caratterizzato chiaramente da due picchi in corrispondenza del 12 Ottobre e del 16 Novembre. Il lasso di tempo intercorrente tra questi due rilievi può essere equiparato, compatibilmente con le temperature registrate, a quello necessario al passaggio da una generazione all'altra. In seguito al secondo picco anche la popolazione di *D. suzukii* si abbassa notevolmente.

4.1.2. Dinamica di popolazione in mirtilleto

Il rilevamento dei dati ha avuto inizio in data 11 Aprile 2013 e si è concluso in data 27 Settembre 2013. I controlli sono stati realizzati con cadenza bisettimanale fino al 7 Giugno 2013, data a partire dalla quale è divenuta settimanale fino a fine esperimento. L'elaborazione proposta è compiuta sulla base dei dati relativi alle catture della trappola ad aceto di mela, l'unica tipologia ad essere rimasta nei siti per l'intera durata del periodo di studio. In totale sono stati così catturati 125 individui di *D.suzukii* e 94 individui di *Drosophila spp.*

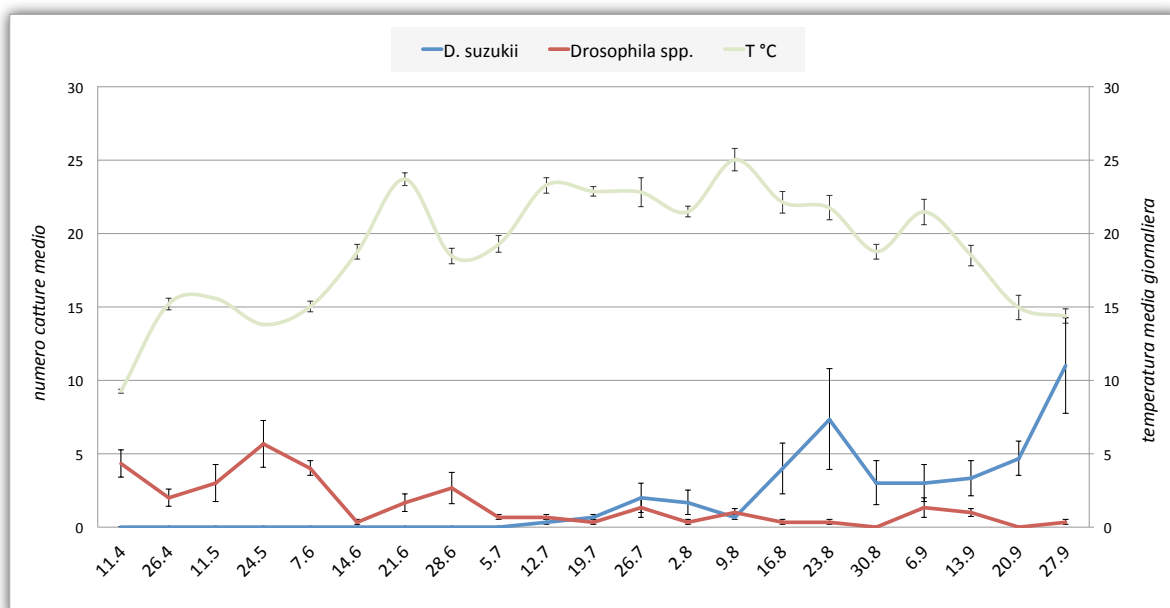


Grafico 3. Dinamica di popolazione media di *D. suzukii* e *Drosophila spp.* in mirtilleto (trappola ad aceto).

L'osservazione del grafico 3 evidenzia una generale scarsità di catture; tuttavia va considerato che ciò è determinato, soprattutto per quanto riguarda *D. suzukii*, anche dalla scarsa capacità attrattiva manifestata dalla trappola ad aceto di mela nei campi di mirtillo.

L'analisi dei dati evidenzia una forte correlazione ($r = 0,71$) tra temperatura e dinamica di popolazione di *D. suzukii* nel periodo che va dalla prima cattura in data 12.7 fino all'ultimo campionamento in data 27.9 (figura 41.a). In particolare all'abbassamento della temperatura media corrisponde un incremento della popolazione di del drosofilide. Sembra che le due popolazioni tendano a sostituirsi gradualmente l'una all'altra: in seguito al periodo 12.7 - 9.8, durante il quale le due curve sono pressoché sovrapponibili, la popolazione di *Drosophila spp.* tende ad azzerarsi mentre quella di *D. suzukii* manifesta un discreto incremento.

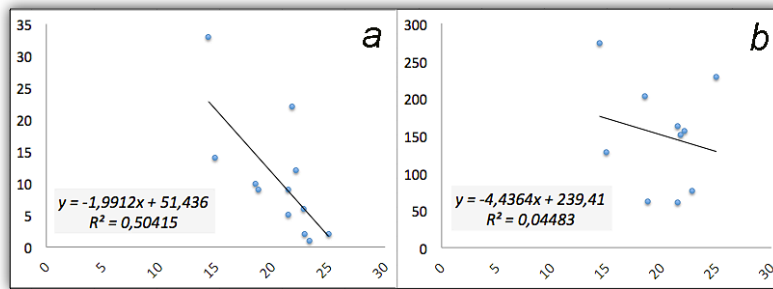


Figura 41. Rette di regressione lineare correlanti (x) data e (y) catture.

Nel grafico 4 sono la dinamica di popolazione di *D. suzukii* e quella di *Drosophila spp.* ottenute considerando le catture totali realizzate dai tre tipi di trappola (Aceto di mela, Suzukii Trap rossa e Suzukii Trap gialla) nel periodo che va dal 26 Luglio, controllo successivo a quello in cui si è verificata la prima cattura di *D. suzukii* nella trappola ad aceto già presente, al 27 Settembre, data corrispondente alla conclusione dello studio.

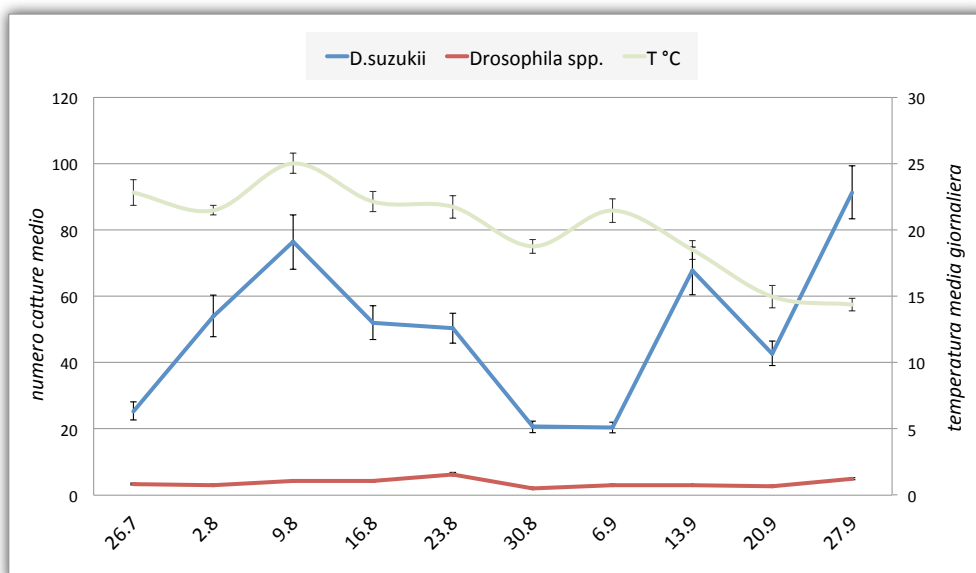


Grafico 4. Dinamica di popolazione media di *D. suzukii* e di *Drosophila spp.* in mirtilleto (SuzukiiTrap rossa + SuzukiiTrap + Aceto)

Si può vedere come si riproponga in massima parte l'andamento della dinamica riferita alla sola trappola ad aceto di mela vista precedentemente nel grafico 3.

L'analisi dei dati evidenzia la presenza di una debole correlazione ($r = 0,21$) tra temperatura e dinamica di popolazione di *D. suzukii* nel periodo di tempo considerato (figura 41.b)

4.1.3. Dinamica di popolazione in vegetazione spontanea

Il periodo di tempo interessato dall'analisi è compreso tra l'11 Aprile 2013 e la data di conclusione dello studio, 20 e 27 Settembre 2013 rispettivamente per vigneto e per mirtilleto. I dati proposti sono quelli relativi alle catture della trappola ad aceto di mela collocata nell'area con vegetazione spontanea (bosco con rovi) più vicina al frutteto di riferimento.

Per quanto riguarda le aree a vegetazione spontanea presenti nelle località dei vigneti, nel grafico 5 appare chiaro come *D. suzukii*, similmente alla situazione riscontrata nel campo coltivato, sia pressoché assente e solo nell'ultimo rilevamento si registri la cattura di molteplici individui. L'analisi statistica evidenzia una differenza statisticamente molto significativa tra il totale delle catture in campo (6) ed in area a vegetazione spontanea (38) ($\chi^2 = 11,78$, $df = 2$, $P < 0,01$).

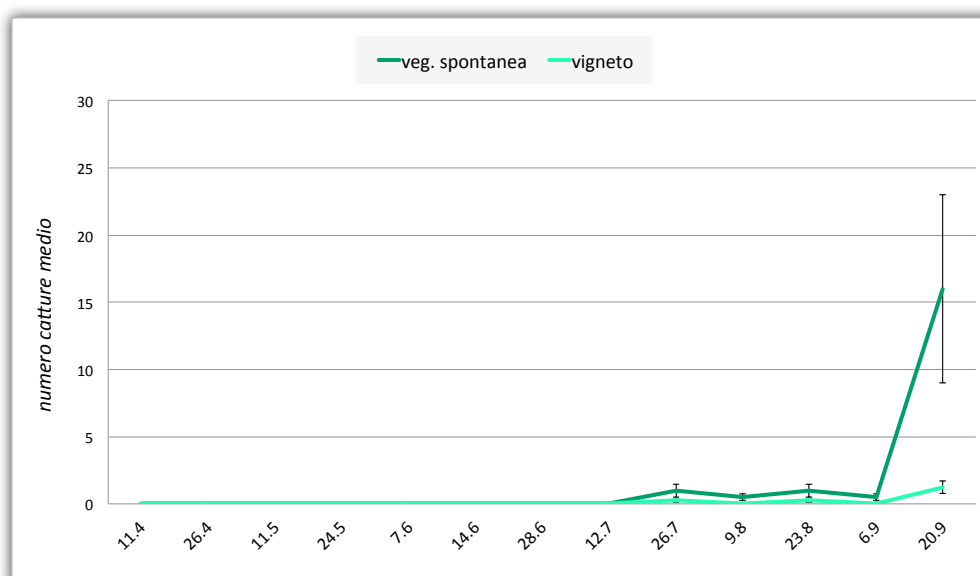


Grafico 5. Confronto dinamica di popolazione media di *D. suzukii* in vigneto ed in area a vegetazione spontanea dei medesimi siti (trappola ad aceto).

La popolazione di *Drosophila spp.* è considerata nel grafico 6. Pur presentando un andamento decrescente, in vegetazione spontanea appare molto più numerosa di quella rilevata nel vigneto; è presente una differenza statisticamente molto significativa tra il totale delle catture in vigneto (57) ed in area a vegetazione spontanea (226) ($\chi^2 = 99,75$, $df = 2$, $P < 0,01$).

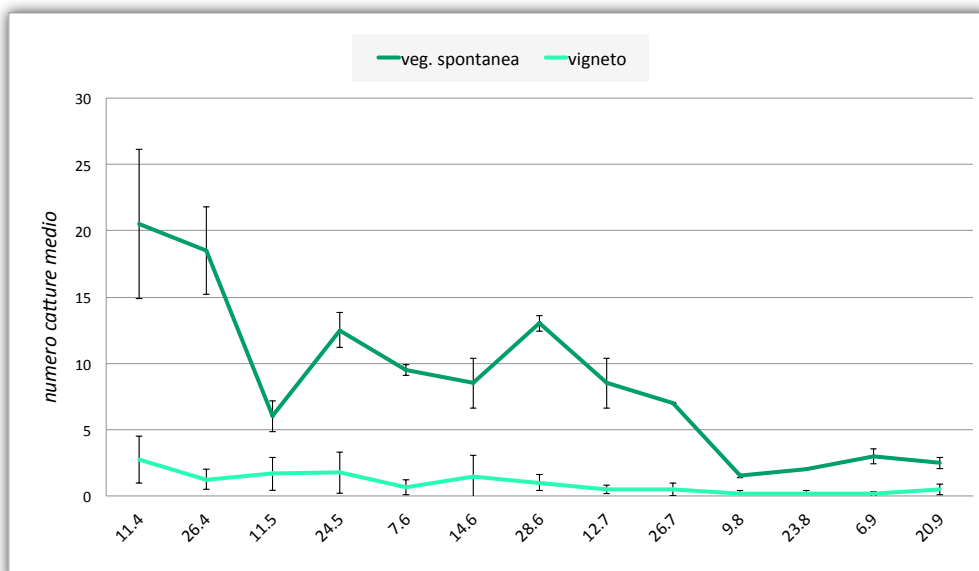


Grafico 6. Confronto dinamica di popolazione media di *Drosophila spp.*, in vigneto ed in area a vegetazione spontanea dei medesimi siti (trappola ad aceto).

Le aree a vegetazione spontanea siti nelle località dei mirtilleti mostrano una presenza maggiore di *D. suzukii* rispetto al campo investito a mirtillo. Nel grafico 7 si nota che le prime catture avvengono nel medesimo momento in mirtilletto ed in vegetazione spontanea; la differenza tra il totale delle catture realizzate nei due ambienti è statisticamente molto significativa ($\chi^2 = 188,26$, $df = 2$, $P < 0,01$)

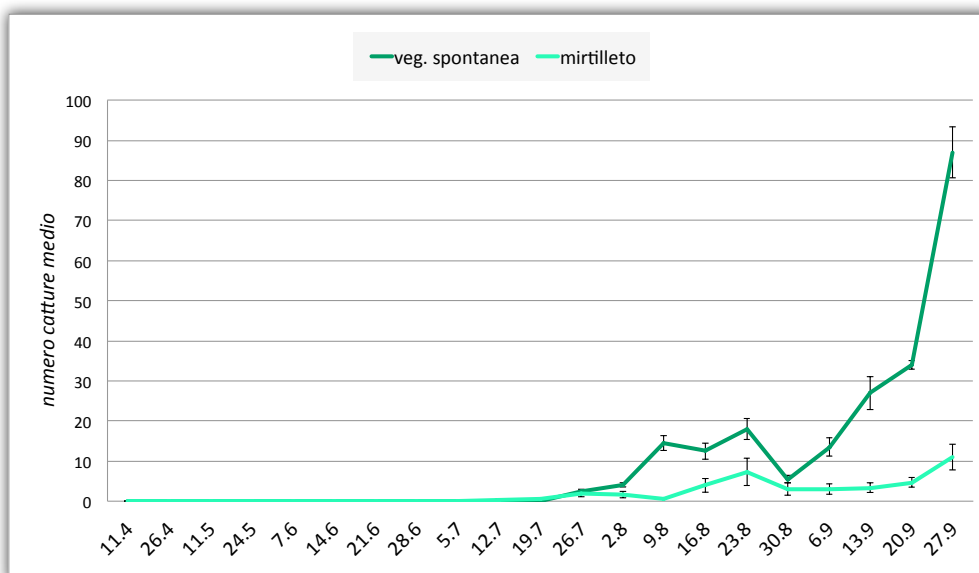


Grafico 7. Confronto dinamica di popolazione media di *D. suzukii* in mirtilleto ed in area a vegetazione spontanea dei medesimi siti (trappola ad aceto).

Il grafico 8 riporta la dinamica di popolazione di *Drosophila spp.* Anche in questo caso la differenza fra le due popolazioni (48 e 728) è statisticamente molto significativa ($\chi^2 = 366,55$, $df = 2$, $P < 0,01$).

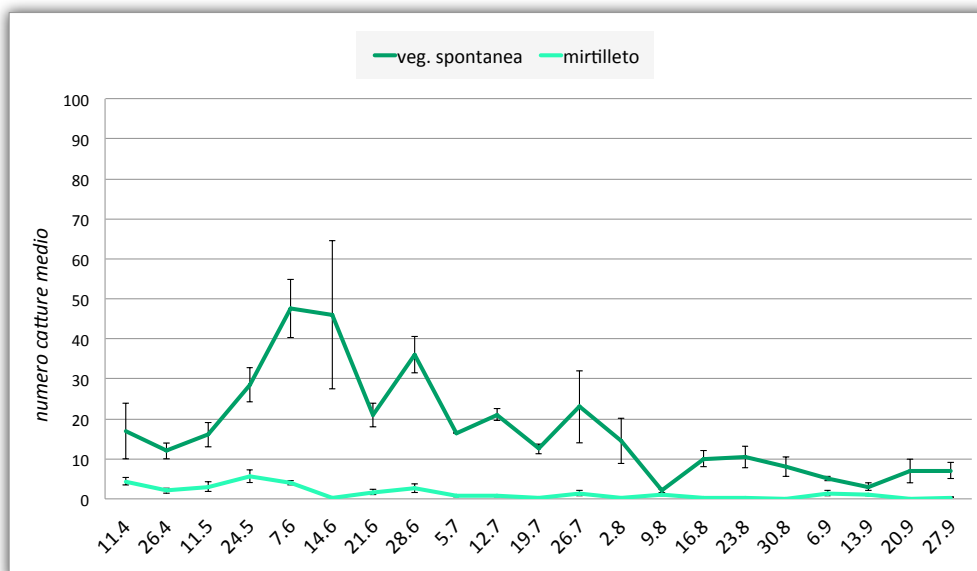


Grafico 8. Confronto dinamica di popolazione media rispettivamente di *D. suzukii* e di *Drosophila spp.* in mirtilleto ed in area a vegetazione spontanea dei medesimi siti (trappola ad aceto).

Confrontando gli ultimi due grafici, infine, si nota che nell'area a vegetazione spontanea si ripropone la tendenza, già vista analizzando la dinamica nel solo mirtilleto, delle due popolazioni a sostituirsi gradualmente l'una all'altra.

4.1.4. Sex ratio nel tempo

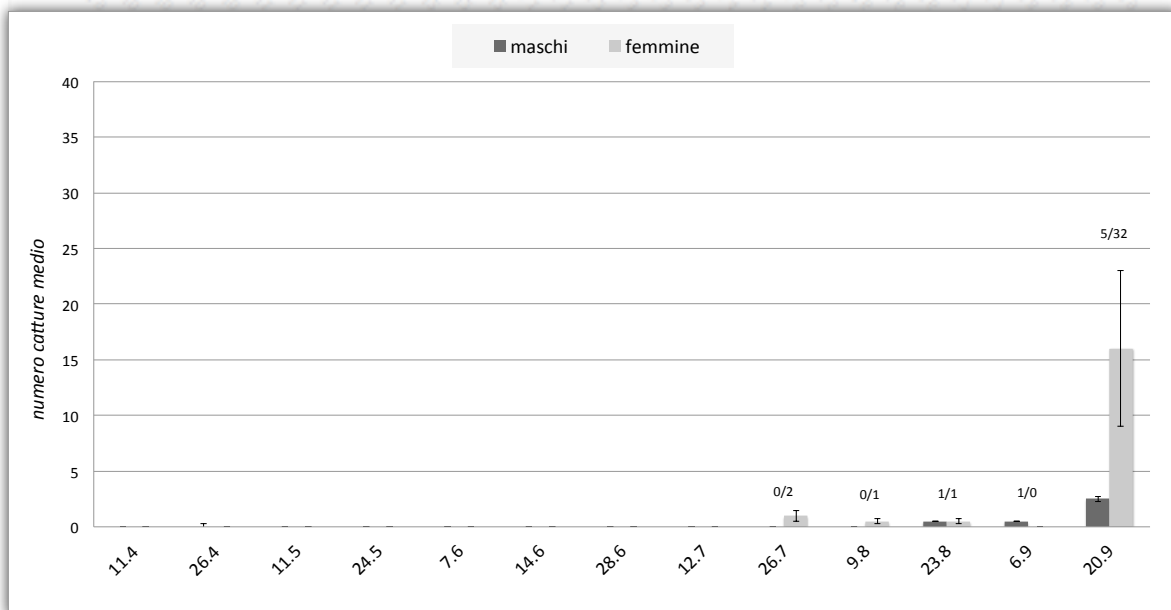
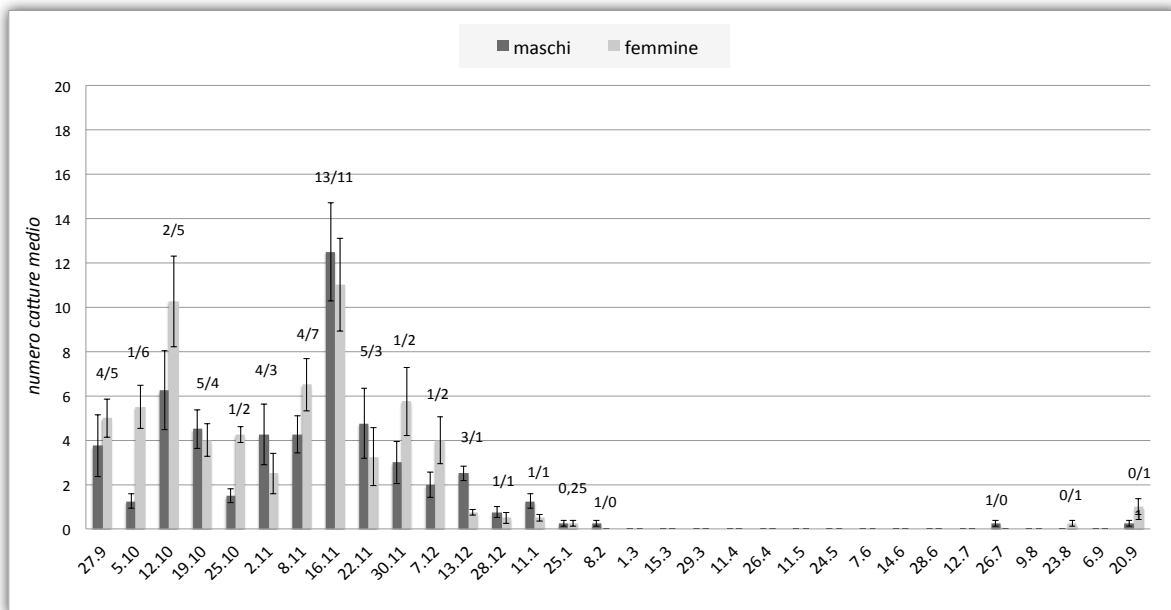
Il grafico 9 mostra la variazione della sex ratio di *D. suzukii* in vigneto durante il periodo che va dal 27 Settembre 2012 al 20 Settembre 2013, il medesimo al quale fa riferimento il grafico 1. I dati sono relativi alle catture della trappola ad aceto di mela; in totale sono stati così catturati 214 maschi e 261 femmine ($m/f = 0,82$).

Nel grafico 10 è mostrata la situazione nell'area a vegetazione spontanea ed il singolare picco di individui femminili nell'ultimo rilevamento ($m/f = 0,2$).

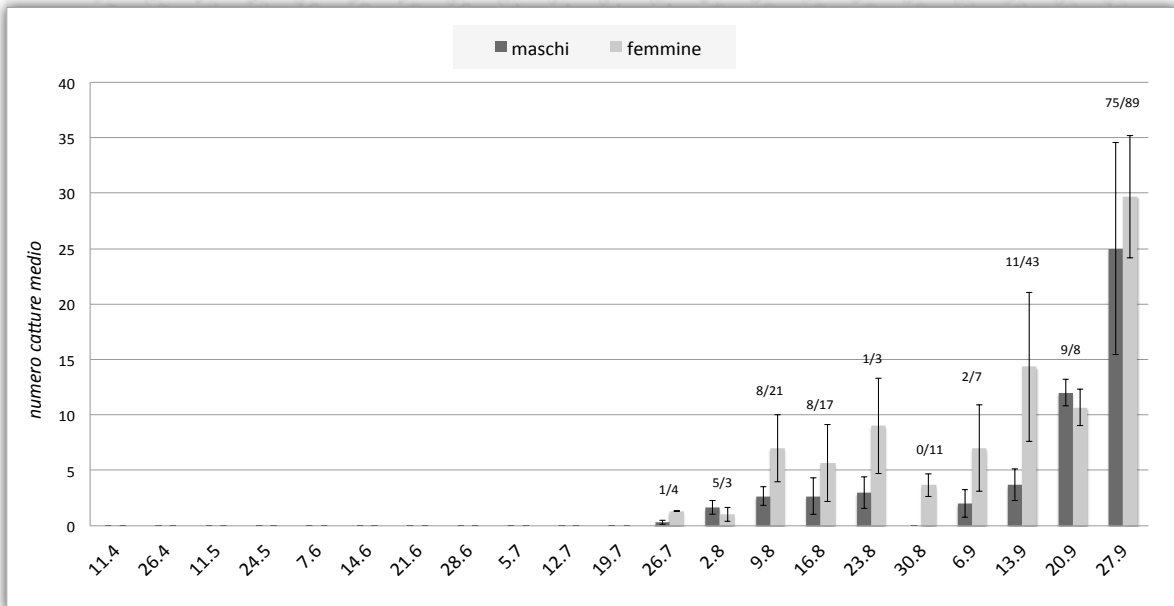
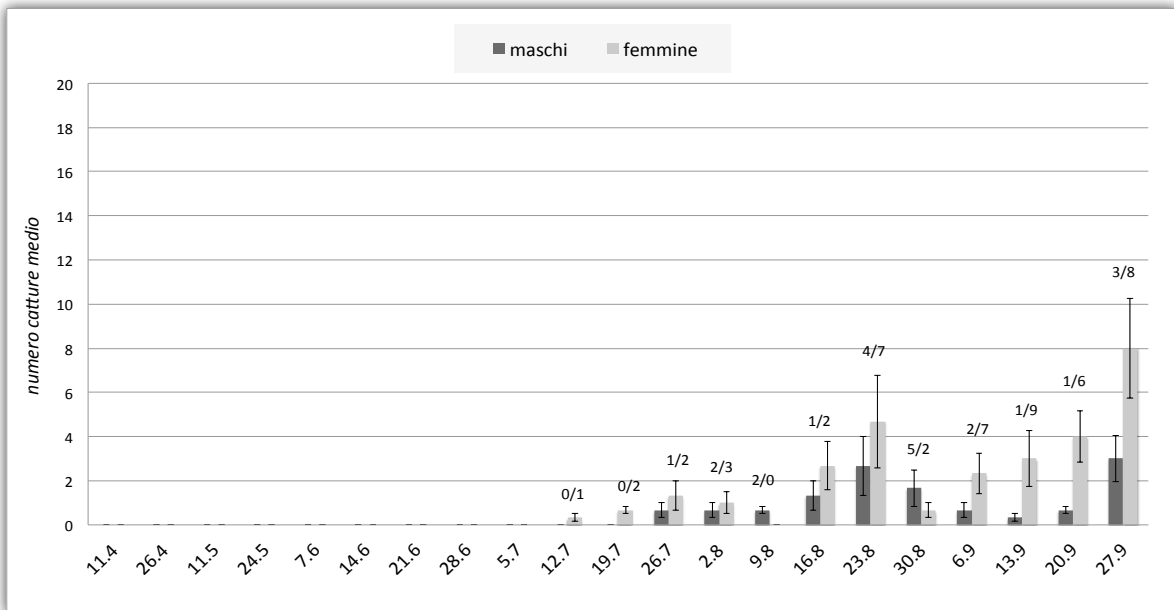
Per quanto riguarda il mirtilleto, invece, il grafico 11 riporta la variazione della sex ratio di *D. suzukii* durante il periodo che va dal 11 Aprile 2013 al 27 Settembre 2013, il medesimo al quale fa riferimento il grafico 3. I dati sono relativi alle catture della trappola ad aceto di mela ed in totale sono stati così catturati 37 maschi e 88 femmine ($m/f = 0,42$). Sembrerebbe che le femmine siano attive più precocemente rispetto ai maschi in quanto sono le uniche ad essere catturate nei primi due rilievi a Luglio.

Nelle aree a vegetazione spontanea vicina ai mirtilleti (grafico 11) sono stati cattu-

rati complessivamente 159 maschi e 268 femmine (m/f = 0,59).



Grafici 9, 10. Andamento sex ratio media di *D. suzukii* rispettivamente in vigneto ed in area a vegetazione spontanea; le frazioni indicano il rapporto maschi/femmine (trappola ad aceto).



Grafici 11, 12. Andamento sex ratio media di *D. sukuzii* rispettivamente in mirtilleto ed in vegetazione spontanea; le frazioni indicano il rapporto maschi/femmine (trappola ad aceto).

Anche se con rapporti maschi-femmine diversi, in tutti i casi vi è la prevalenza della popolazione femminile su quella maschile.

4.2. Efficacia trappole

4.2.1. Confronto efficacia in vigneto

Il confronto d'efficacia tra i tre tipi di combinazione trappola - attrattivo presenti in tutti i siti di studio e denominati Aceto, Suzukii Trap rossa e Suzukii trap gialla è avvenuto durante il periodo di raccolta e quello successivo fino al 7 Dicembre 2012, i medesimi ai quali è riferito il grafico 2. Nel grafico 13 sono riportate le curve relative alla variazione nel tempo delle catture realizzate dalle trappole in questione.

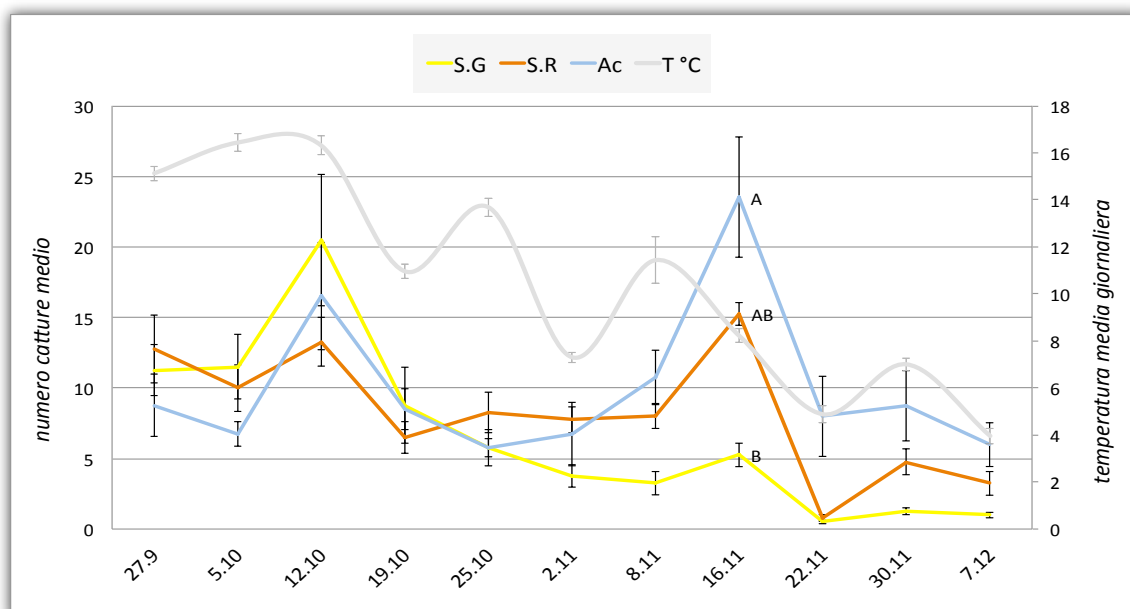


Grafico 13. Andamento per data delle catture medie di *D. suzukii* con trappole Suzukii trap rossa (S.R), Suzukii trap gialla (S.G) ed Aceto (Ac) in vigneto.

Si può vedere come le tre curve siano caratterizzate dalla presenza di due picchi, il primo in data 12 Ottobre, il secondo in data 16 Novembre. Si evidenzia, col trascorrere del tempo e l'abbassamento della temperatura media, una contrazione delle catture delle trappole Suzukii Trap rossa e Suzukii Trap gialla; la trappola ad aceto di mela sembra, invece, incrementare la propria efficacia. Questa tendenza ha massima espressione in corrispondenza del secondo picco, unico rilevamento in cui il test ANOVA risulta significativo ($F = 4,95$, $df = 2$, $P = 0,03$) e dove è stata registrata la densità di popolazione maggiore. Tali osservazioni trovano riscontro nelle rette di regressione lineare in figura 42, le quali rappresentano graficamente

la correlazione intercorrente tra data e numero di catture per ciascuna trappola.

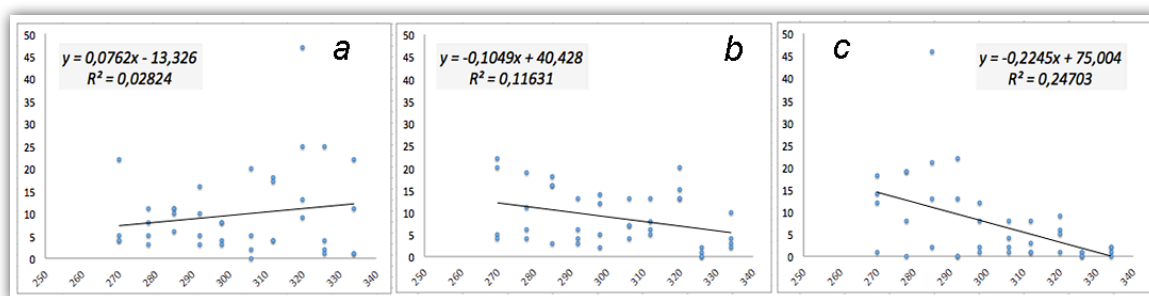


Figura 42. Rette di regressione lineare correlanti (x) data (espressa in giorni giuliani) e (y) numero catture della trappola ad aceto (a), Suzukii Trap rossa (b), Suzukii Trap gialla (c).

Considerando l'indice di Pearson si ottiene una correlazione debole tra data e trappola ad aceto ($r = 0,28$), moderata tra data e Suzukii Trap rossa ($r = 0,34$), moderata tra data e Suzukii Trap gialla ($r = 0,50$).

Di seguito è riportata la situazione riscontrata relativamente a *Drosophila spp.*

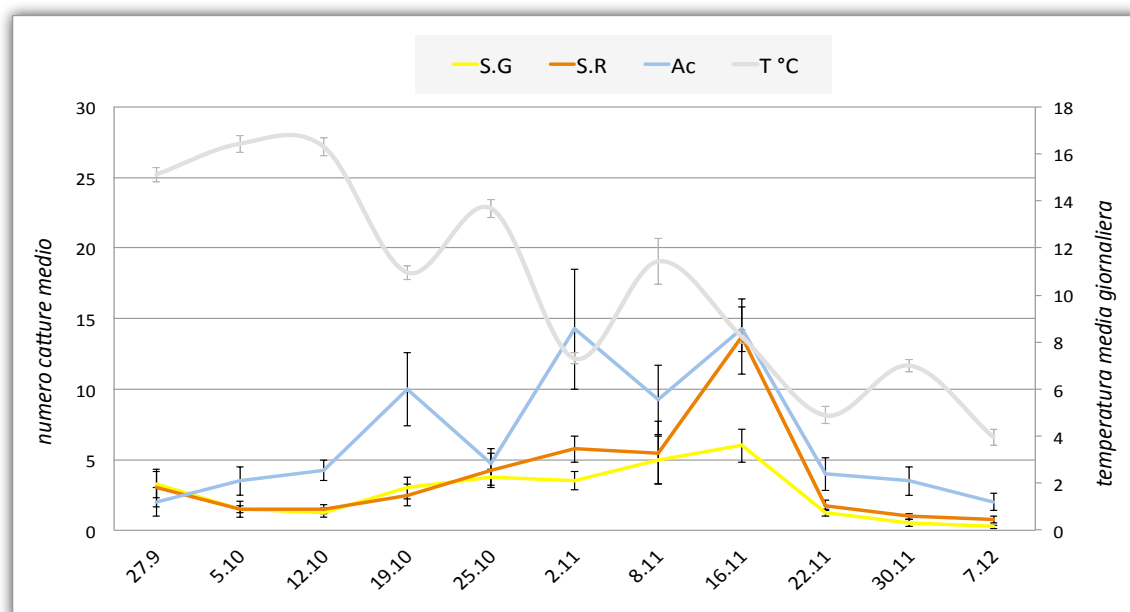


Grafico 14. Andamento per data delle catture medie di *Drosophila spp.* con trappole Suzukii trap rossa (S.R), Suzukii trap gialla (S.G) ed Aceto (Ac) in vigneto.

L'osservazione dei risultati del test ANOVA permette di affermare che in nessuna data vi è differenza statisticamente significativa tra le catture delle tre trappole, le quali sono caratterizzate da un trend crescente d'efficacia fino alla data 16 Novembre. In seguito si verifica una forte contrazione delle catture.

L'assenza di significatività statistica nel confronto tra le trappole sia in *D.suzukii*,

sia nel complesso delle altre specie, viene confermata dall'analisi della varianza (ANOVA) compiuta sulle catture totali realizzate dalle singole trappole durante il periodo considerato. Da notare è, però, che tali differenze sono per poco non significative in *Drosophila spp.* ($F = 3,63$, $df = 2$, $P = 0,06$).

Complessivamente le trappole Aceto, Suzukii Trap rossa e Suzukii Trap gialla hanno totalizzato 1093 catture di *D. suzukii* (rispettivamente 422, 372, 299) e 564 catture di individui appartenenti ad altre specie del genere *Drosophila* (rispettivamente 282, 165, 117). Il valore medio ed il relativo errore standard è riportato nel seguente grafico.

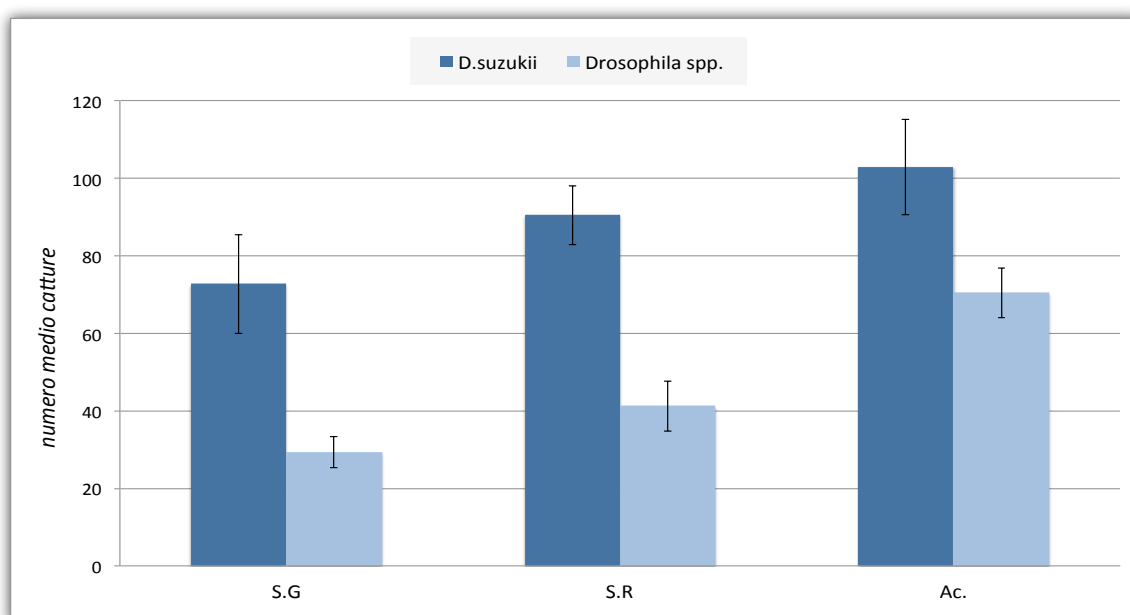


Grafico 15. Catture medie totali di *D. suzukii* e *Drosophila spp.* delle trappole Suzukii trap rossa, Suzukii trap gialla ed Aceto nel periodo 27.9.12 - 7.12.12 in vigneto.

In ultima analisi, appare chiaro come le catture cumulate del periodo di *D. suzukii* siano state quasi doppie di quelle di *Drosophila spp.* Inoltre, pur non avendo il riscontro dall'analisi della varianza, si può comunque osservare come in entrambi i casi la trappola più efficace sia stata quella ad aceto di mela, la meno efficace la Suzukii Trap gialla.

4.2.2. Confronto efficacia in mirtilleto

Il confronto d'efficacia tra i tre tipi di combinazione trappola - attrattivo presenti in tutti i siti di studio e denominati Aceto, Suzukii Trap rossa e Suzukii trap gialla è

stato realizzato durante il periodo che va dal 26 Luglio al 27 Settembre 2013, lo stesso a cui fa riferimento il grafico 4. Nei grafici seguenti sono riportate le curve relative alla variazione nel tempo delle catture di *D.suzukii* e di *Drosophila spp.*

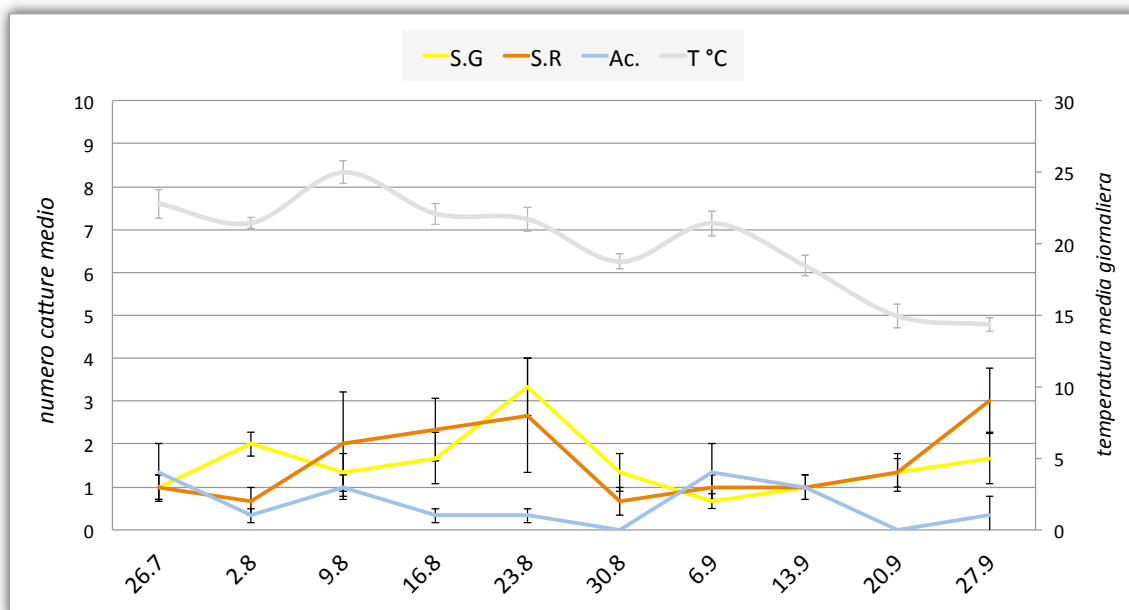
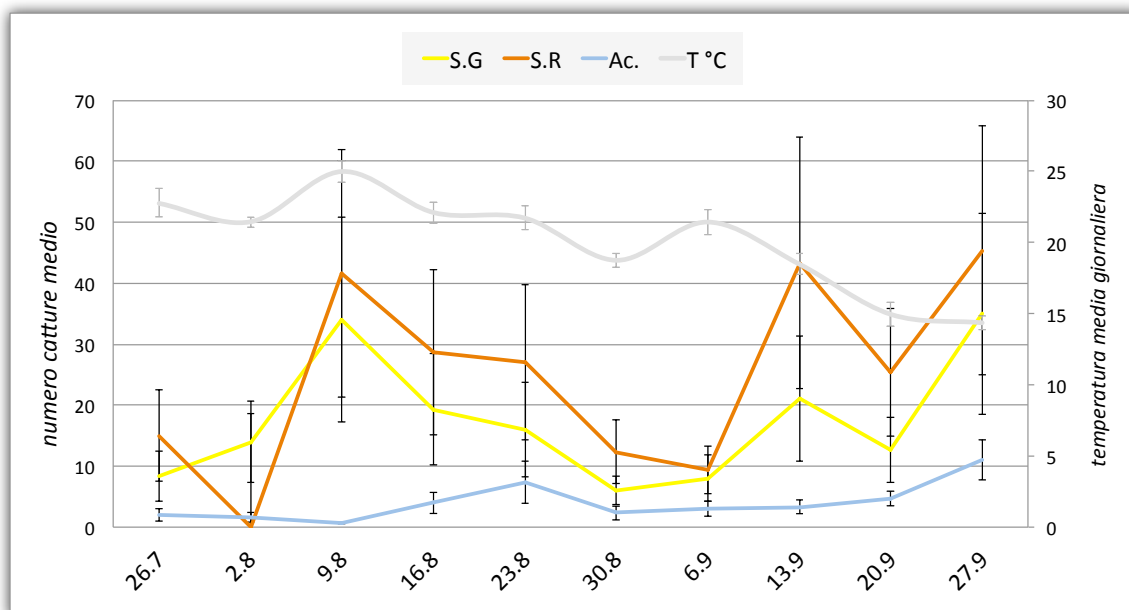


Grafico 16, 17. Andamento per data delle catture medie, rispettivamente, di *D. suzukii* e di *Drosophila spp.* con trappole Suzukii trap rossa, Suzukii trap gialla ed Aceto in mirtilleto.

Il test ANOVA per entrambe le popolazioni da come risultato l'assenza di significatività statistica nelle differenze riscontrate, in termini di capacità di cattura, tra le trappole testate. Tale risultato viene confermato dall'analisi della varianza compiuta sulle catture totali dalle singole trappole durante il periodo considerato.

Complessivamente le trappole Aceto, Suzukii Trap rossa e Suzukii Trap gialla han-

no totalizzato 1502 catture di *D. suzukii* (rispettivamente 120, 859, 523) e 111 catture di individui appartenenti ad altre specie del genere *Drosophila* (rispettivamente 18, 47, 46). Il valore medio ed il relativo errore standard è riportato nel seguente grafico.

Da notare è che l'ampio errore standard è determinato, come anche nel grafico 16, dalle catture molto basse verificatesi in due dei tre mirtilleti (Boida e Berola), nei quali durante il 2013 *D. suzukii* ha avuto una densità di popolazione molto inferiore a rispetto a quella del sito Postalesio ed a quelle degli stessi siti nell'anno precedente (informazione, quest'ultima, fornita dalla Fondazione Fojanini).

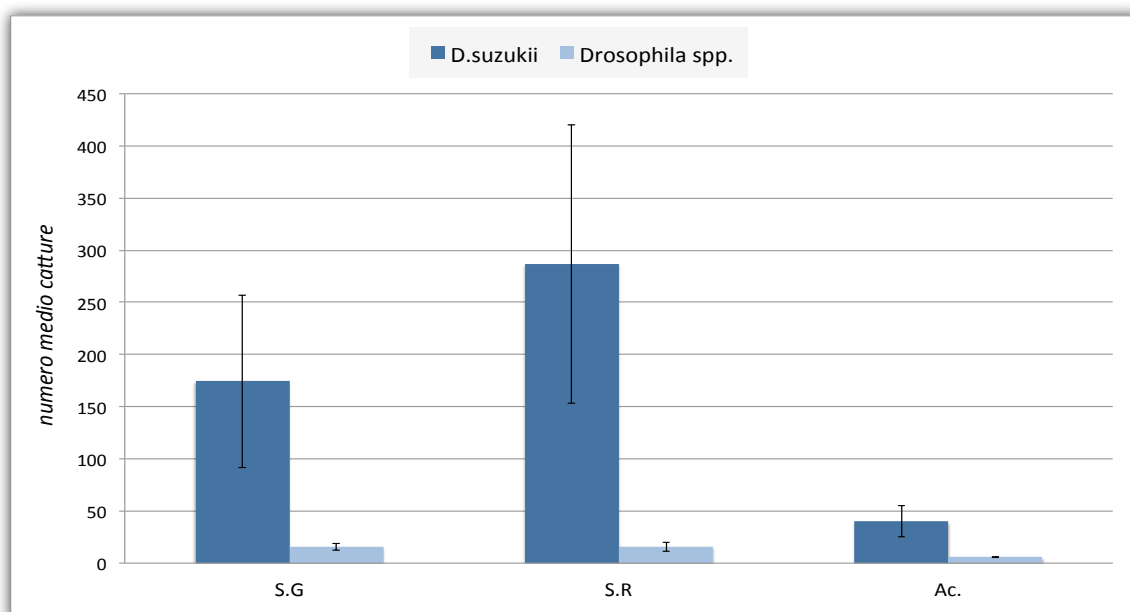


Grafico 18. Catture medie totali di *D. suzukii* e *Drosophila spp.* delle trappole Suzukii trap rossa, Suzukii trap gialla ed Aceto nel periodo 26.7.13 - 27.9.13 in mirtillo.

É evidente che le catture cumulate del periodo di *D. suzukii* sono state di gran lunga maggiori di quelle di *Drosophila spp.* (13,5 volte); una differenza molto più marcata di quella riscontrata in vigneto.

Pur non avendo il riscontro dall'analisi della varianza, si può comunque osservare come, contrariamente da quanto osservato in vigneto, in entrambi i casi la trappola più efficace sia stata la Suzukii Trap rossa, la meno efficace quella ad aceto di mela.

4.2.3. Relazioni sex ratio - trappola

La presenza di differenze d'efficacia tra i tre tipi di abbinamento trappola - attrattivo presenti in tutti i vigneti ed tutti i mirtilleti (Aceto, Suzukii Trap rossa e Suzukii trap gialla) è stata indagata anche in riferimento al sesso degli individui di *D.suzukii* catturati. Sia in vigneto, sia in mirtilleto il periodo di indagine è il medesimo dei relativi confronti di efficacia visti precedentemente. Oltre al test ANOVA sulle catture nelle singole date, è stato eseguito il test del Chi quadrato (χ^2) sul totale delle catture maschili e femminili realizzate da ciascuna trappola.

Per quanto riguarda il vigneto sono stati complessivamente catturati 597 maschi (192 con Aceto, 213 con Suzukii Trap rossa, 192 con Suzukii Trap gialla) e 496 femmine (248 con Aceto, 149 con Suzukii Trap rossa, 99 con Suzukii Trap gialla). Di seguito sono riportate le curve relative alla variazione nel tempo delle catture di *D.suzukii* femmine (grafico 19) e maschi (grafico 20).

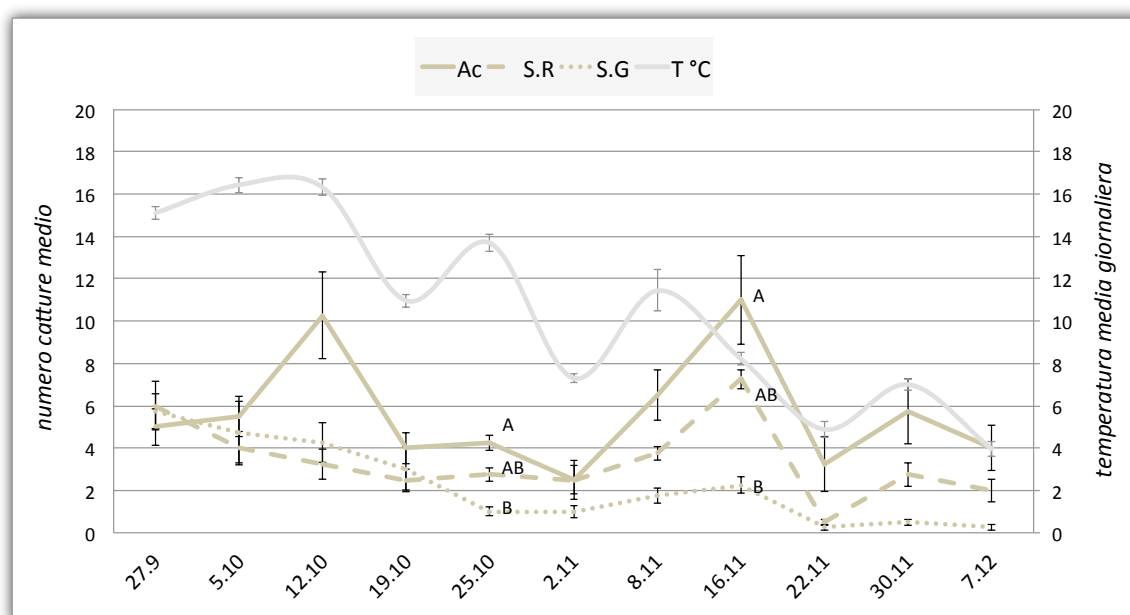


Grafico 19. Andamento per data delle catture medie di femmine di *D. suzukii* con trappole Suzukii trap rossa (S.R), Suzukii trap gialla (S.G) ed Aceto (Ac) in vigneto.

Il test ANOVA restituisce significatività in due rilevamenti: nelle date 25 Ottobre ($F = 6,36$, $df = 2$, $P = 0,02$) e 16 Novembre ($F = 5,23$, $df = 2$, $P = 0,03$) è evidenziata, pertanto, differenza statisticamente significativa tra il potere attrattivo esercitato dalle tre trappole sulle femmine di *D.suzukii*. In entrambi i rilievi la trappola ad aceto di mela si rivela la più efficace, la Suzukii Trap gialla, invece, la meno attrattiva.

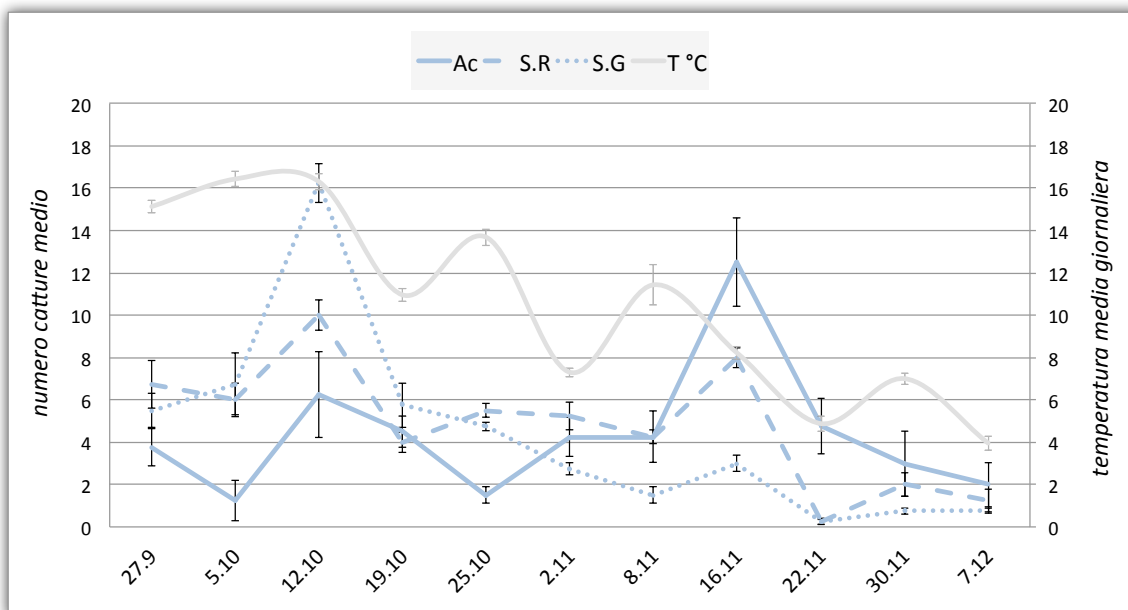


Grafico 20. Andamento per data delle catture medie di maschi di *D. suzukii* con trappole Suzukii trap rossa (S.R), Suzukii trap gialla (S.G) ed Aceto (Ac) in vigneto.

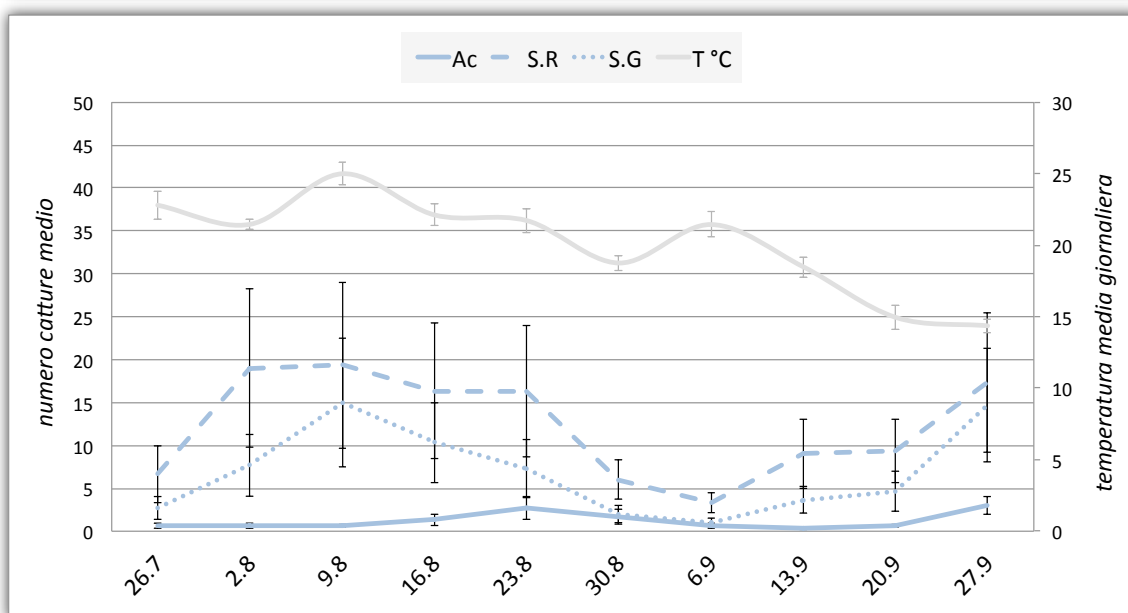
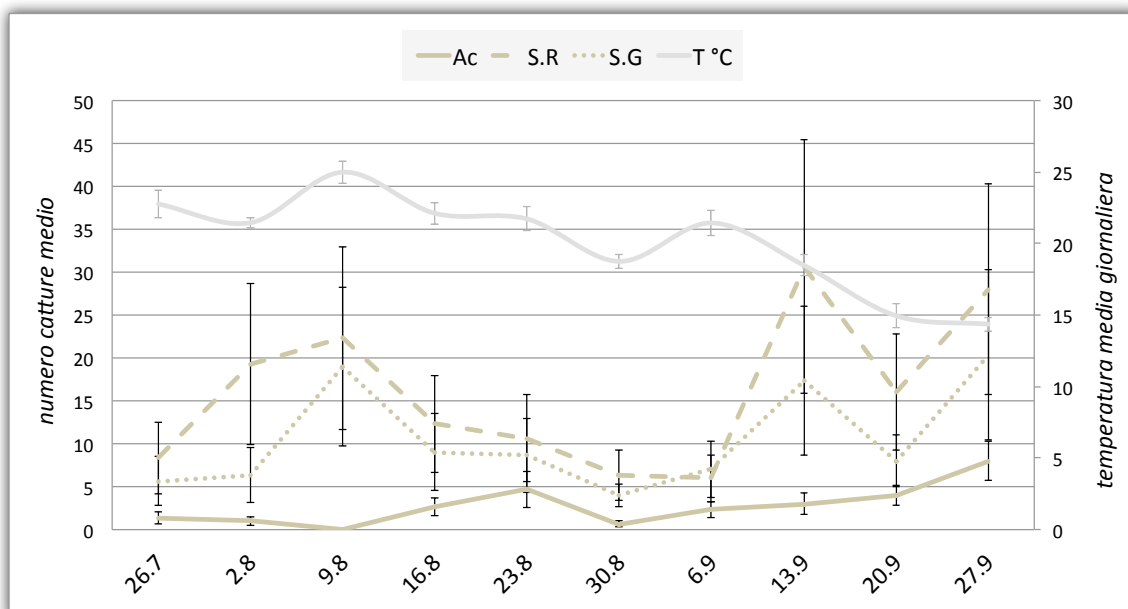
Il test ANOVA compiuto sui dati ai quali è riferito il grafico 20 non evidenzia in nessuna data differenza statisticamente significativa tra il potere attrattivo delle diverse trappole testate nei confronti dei maschi di *D. suzukii*. Ciononostante, considerando le catture maschili complessive del periodo, il risultato del Chi quadrato in figura 43 mostra presenza di differenza significativa tra le catture maschili attese e quelle osservate nelle trappole Aceto e Suzukii Trap gialla. Quest'ultima, in particolare, si dimostra essere la più efficace, quella ad aceto, invece, la meno attrattiva.

Le suddette osservazioni relativamente alle catture femminili sono confermate dal risultato del medesimo test del. Il Chi quadrato svolto sulle catture totali femminili e maschili di ciascuna trappola nel periodo considerato ($\chi^2 = 39,17$, $df = 2$, $P < 0,01$) fa emergere una relazione statisticamente molto significativa fra il sesso ed il tipo di trappola.

O S S E R V A T I	trappola	M	F	tot	M/F	A T T E S I	trappola	M	F	tot	C H I 2	trappola	M	F
	AC	192	248	440	0,7742		AC	240	200	440		AC	9,72	11,70
	S.R	213	149	362	1,4295		S.R	198	164	362		S.R	1,18	1,42
	S.G	192	99	291	1,9394		S.G	159	132	291		S.G	6,87	8,27
tot	597	496	1093		tot	597	496	1093	GL = 2		39,17			

Figura 43. Test χ^2 tra trappola e sesso *D.suzukii* in vigneto nel periodo 27.9.12 - 7.12.12.

Per quanto riguarda il mirtilleto sono stati complessivamente catturati 610 maschi (35 con Aceto, 368 con Suzukii Trap rossa, 207 con Suzukii Trap gialla) e 892 femmine (85 con Aceto, 491 con Suzukii Trap rossa, 316 con Suzukii Trap gialla). Di seguito sono riportate le curve relative alla variazione nel tempo delle catture di *D.suzukii* femmine (grafico 21) e maschi (grafico 22).



Grafici 21, 22. Andamento per data delle catture medie, rispettivamente di maschi e di femmine, di *D. suzukii* con trappole Suzukii trap rossa (S.R), Suzukii trap gialla (S.G) ed Aceto (Ac) in mirtilleto.

Il test ANOVA non restituisce significatività statistica né per quanto riguarda le catture femminili, né per quanto riguarda quelle maschili. Considerando le catture maschili e femminili complessive per ciascuna trappola nel periodo indagato, il test

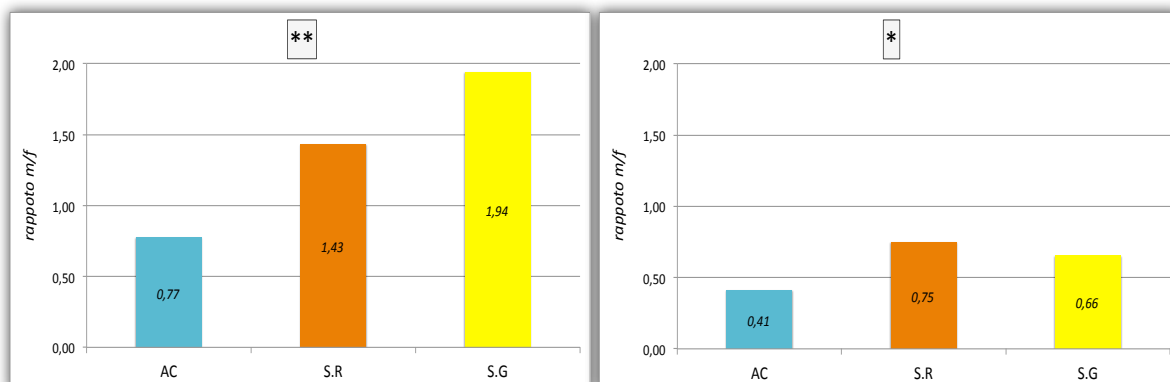
del Chi quadrato evidenzia, invece, la presenza di una relazione statisticamente significativa ($\chi^2 = 8,52$, $df = 2$, $P < 0,05$) fra il sesso e la tipologia di trappola.

Osservando la differenza tra le catture attese e quelle osservate nella trappola Aceto si può dire che questa trappola è la preferita dalle femmine e la meno attrattiva per i maschi.

O S S E R V A T I	trappola	M	F	tot	M/F	A T T E S I	trappola	M	F	tot	C H I 2	trappola	M	F
	AC	35	85	120	0,4118		AC	49	71	120		AC	3,87	2,65
S.R	368	491	859	0,7495	S.R	349	510	859	S.R	1,05	0,72			
S.G	207	316	523	0,6551	S.G	212	311	523	S.G	0,14	0,09			
tot	610	892	1502		tot	610	892	1502	GL = 2	8,52				

Figura 44. Test χ^2 tra trappola e sesso *D.suzukii* in mirtilleto nel periodo 26.9.13 - 27.9.13.

Per una migliore comprensione del quadro complessivo delle relazioni intercorrenti tra tipo di combinazione trappola-attrattivo e sesso di *D.suzukii* è utile considerare il rapporto maschi su femmine. Nelle immagini seguenti si può vedere come, seppur con significatività statistica differente, sia in vigneto, sia in mirtilleto, la trappola ad aceto di mela, che ricordiamo essere colorata di rosso, è quella che si dimostra essere, con il rapporto m/f più basso, la più attrattiva nei confronti delle femmine e la meno attrattiva nei confronti dei maschi di *D. suzukii*.

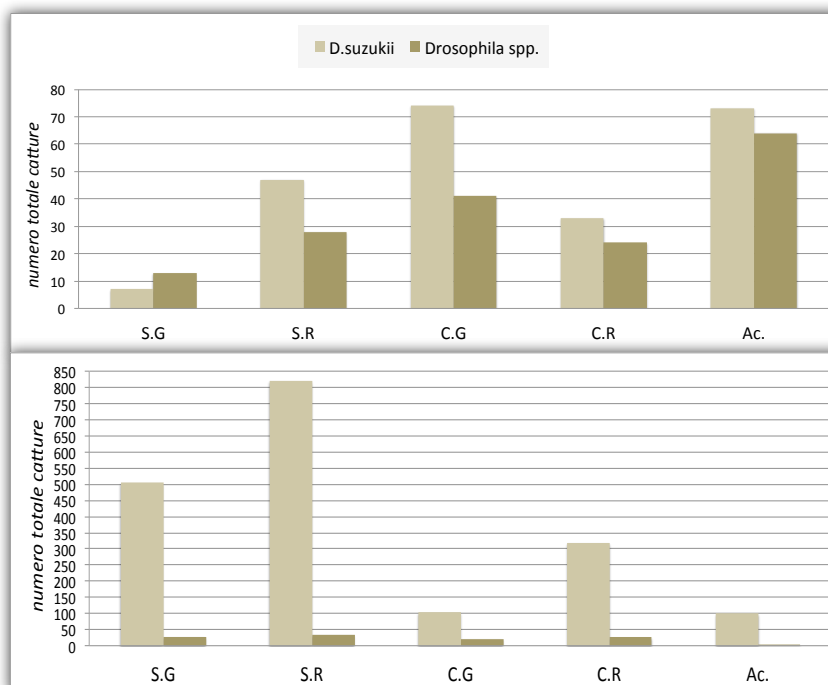


Grafici 23, 24. Rapporto m/f, rispettivamente in vigneto ed in mirtilleto, delle catture totali di *D. suzukii* con trappole Suzukii trap rossa (S.R), Suzukii trap gialla (S.G) ed Aceto (Ac).

4.2.4. Confronto a 5 trappole

In un sito soltanto, il più esteso, sia per vite, sia per mirtillo, sono state collocate tutte le cinque combinazioni trappola-liquido attrattivo descritte nei materiali e metodi. I risultati nei grafici 25 e 26 rappresentano, pertanto, la rielaborazione grafica

di valori assoluti e non la media di più replicazioni (siti) come nei confronti precedentemente illustrati. Detto ciò, appare chiaro come non possano essere fatte analisi statistiche ed osservazioni attendibili sui dati, i quali comunque, per dovere di completezza, sono riportati.



Grafici 25, 26. Catture totali di *D. suzukii* e *Drosophila spp.*, rispettivamente in vigneto ed in mirtillito, con trappole Suzukii trap rossa (S.R), Suzukii trap gialla (S.G), Aceto (Ac), Ceratrap rossa (C.R), Ceratrap gialla (C.G)

Come nei grafici 15 e 18 si vede che l'ammontare delle catture di *D. suzukii* è più alto di quello di *Drosophila spp.*

4.3. Specie *Drosophila spp.* identificate

Durante la fase di conteggio degli individui catturati dalle trappole in ciascuna data, è stato effettuato, attraverso l'osservazione dei caratteri morfologici caratteristici, il riconoscimento di molteplici specie di ditteri Drosophilidi. Queste sono presenti sul territorio italiano ed in particolare nel nord del Paese. Di seguito è riportato l'elenco di tali specie e per ciascuna di esse la classe di frequenza con la quale è stata rinvenuta entro le trappole.

- *Drosophila (Drosophila) busckii* (Coquillett, 1901) [20-30%]
- *Drosophila (Drosophila) funebris* (Fabricius, 1787) [30-40%]
- *Drosophila (Drosophila) immigrans* (Sturtevant, 1921) [20-30%]
- *Drosophila (Drosophila) phalerata* (Meigen, 1830) [50-70%]
- *Drosophila (Drosophila) transversa* (Fallén, 1823) [10-20%]
- *Drosophila (Drosophila) virilis* (Sturtevant 1916) [40-50%]

- *Drosophila (Sophophora) ananassae* (Doleschall 1858) [5-10%]
- *Drosophila (Sophophora) melanogaster* (Meigen 1830) [5-15%]
- *Drosophila (Sophophora) obscura* (Fallén, 1823) [30-40%]

- *Drosophila (Spinodrosophila) nigrosparsa* (Strobl 1898) [10-15%]

- *Phortica (Phortica) variegata* (Fallen, 1823) [50-60%]

Le specie ritrovate con maggiori frequenza e numero di individui sono *D. phalerata*, *P. variegata*, *D. virilis* e *D. obscura*. Nell'immagine sono rappresentate alcune delle specie sopra elencate.

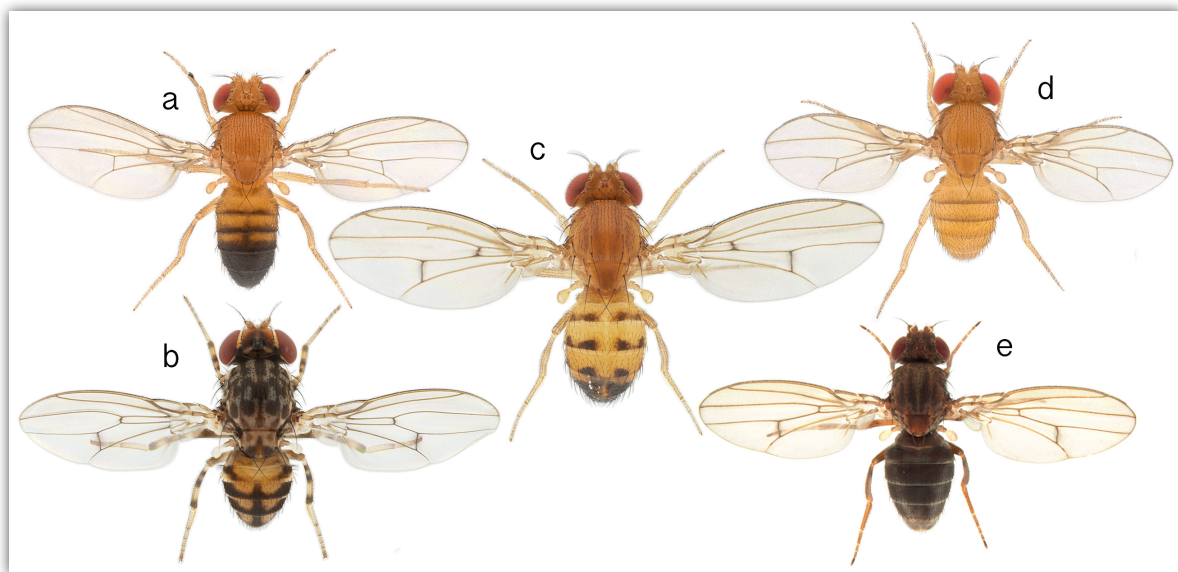


Figura 45. Alcune delle specie identificate. a) *D. melanogaster* maschio; b) *P. variegata* femmina; c) *D. phalerata* femmina; d) *D. ananassae* maschio; e) *D. virilis* maschio.
(http://www.ibdml.univ-mrs.fr/equipres/BP_NG/illustrations/images/Drosophilidae%20gallery/fly%20gallery.html)

4.4. Indagine sulle perdite di produzione

Non essendo stato possibile effettuare stacchi per determinare la percentuale dei frutti attaccati, le informazioni di seguito riportate provengono direttamente dai produttori e non sono il prodotto della rielaborazione di dati raccolti sperimentalmente.

Per quanto riguarda vite non vi sono indicazioni precise circa le perdite determinate direttamente da *D. suzukii*, pur essendo state osservate larve e pupe della stessa su acini danneggiati. Relativamente a mirtillo sono accertati, invece, danni causati dal dittero.

Il sito Postalesio è risultato il più colpito sia nel 2012, sia nel 2013. In particolare su *Centurion* nel 2012 le perdite sono state di circa l'80%, sostanzialmente nulle, invece, su *Powderblue* (differenza probabilmente determinata da un diverso potere attrattivo delle bacche delle due cultivar tardive di *V. virgatum*: *Powderblue* appare, infatti, più chiara in quanto caratterizzata da molta pruina). Su *Brigitta blue* nel 2012 ci sono state perdite pari a più del 50%. Nel 2013, la stessa è stata l'unica cultivar di *V. corimbosum* ad essere stata attaccata e con danno pari circa al 30%.

Presso la località Boida nel 2012 vi sono state perdite per più del 50% del prodotto, soprattutto su *Brigitta blue*. Nel 2013 non è stato sostanzialmente riscontrato alcun danno da *D. suzukii*.

Similmente a Boida, anche in località Berola, a fronte di perdite pari a circa il 50% dello scorso anno, nel 2013 il danno è stato del tutto trascurabile.

I dati riportati relativamente agli anni 2012 e 2013 confermano le osservazioni compiute direttamente in campo e ciò che viene riportato in letteratura circa la poca suscettibilità nei confronti di *D. suzukii* di cultivar precoci quali *Duke* e l'alto livello di attacco, invece, su cultivar medio - tardive quali *Brigitta blue* e *Centurion*. L'assenza di danno nelle località Boida e Berola, inoltre, è concorde con i dati delle catture, i quali evidenziano in tali siti l'evoluzione di popolazioni di *D. suzukii* molto poco numerose nel corso dell'anno 2013.

5. CONCLUSIONI

5.1. Dinamica di popolazione

In vigneto le maggiori catture di *D. suzukii* si sono registrate nel periodo di fine maturazione-raccolta della vite ed in quello immediatamente successivo fino al 16 Novembre 2012. La dinamica è stata caratterizzata da due picchi in corrispondenza del 12 Ottobre e del 16 Novembre. In quest'ultima si sono registrate le massime catture anche di altre drosofile diverse da *D. suzukii* (*Drosophila spp.*). Il lasso di tempo intercorrente tra questi due rilievi può essere equiparato, compatibilmente con le temperature registrate, a quello necessario al passaggio da una generazione all'altra di *D. suzukii*. La media del periodo in questione (36 giorni) è stata, infatti, di poco superiore ai 13°C ed nota è la necessità di circa 50 giorni per il passaggio dall'uovo all'adulto con temperature prossime ai 12° C, di 19 giorni con temperatura pari a 18° C (Walsh et al., 2011).

In seguito al secondo picco le catture di *D. suzukii* sono diminuite gradualmente sino a tendere a zero al 1 Marzo 2013. Da rilevare è che da questo momento fino fine Luglio non si ha più traccia dell'insetto. Secondo Mitsui et al. (2010) gli adulti raccolti in autunno sarebbero sessualmente immaturi e ipotizza pertanto una diapausa riproduttiva durante l'inverno. Dalton et al. (2011) hanno studiato la sopravvivenza invernale di *D. suzukii* esponendo l'insetto a temperature costanti in laboratorio e rilevando una limitata sopravvivenza a temperature uguali o inferiori ai 7°C. Poiché l'insetto permane per anni anche in regioni caratterizzate da inverni particolarmente rigidi (quale è anche la Valtellina), sembra valere, quindi, l'ipotesi che la sopravvivenza invernale in tali contesti sia connessa anche alla possibilità di trovare rifugio in ambienti antropizzati, quindi riscaldati, e che da qui si disperda e incrementi la densità di popolazione nel corso della stagione estiva e autunnale (Mitsui et al., 2010).

In corrispondenza dell'ultimo rilievo in data 20 Settembre, soprattutto nell'area a vegetazione spontanea vicina, si verifica un discreto incremento, determinato, probabilmente, dal sopraggiungere del momento di maturazione della vite e di molteplici bacche selvatiche (more, lamponi, sambuco).

In mirtilleto, oltre che nel periodo primaverile, *D.suzukii* non è stata rinvenuta per tutto Giugno e parte di Luglio. Pur essendo state registrate temperature al di sotto delle medie stagionali che hanno provocato un ritardo complessivo delle produzioni agricole nell'anno 2013, tale dato trova correlazione con le molteplici informazioni presenti in letteratura circa alla scarsa suscettibilità di cultivar precoci all'attacco del dittero. La causa di ciò sarebbe, dunque, da ricercarsi nella sostanziale assenza di un numero sufficientemente alto di adulti sessualmente attivi in tal periodo. La cultivar *Duke*, la più precoce di quelle interessate dal presente studio, non ha subito, come nelle stagioni passate, alcun danno.

Sempre considerando i siti coltivati a mirtillo, sembra che *D. suzukii* tenda a sostituirsi gradualmente alla popolazione di *Drosophila spp.* Infatti, in seguito ad un periodo di circa un mese (12.7 - 9.8), durante il quale le due curve sono pressoché sovrapponibili, la popolazione di *Drosophila spp.* tende ad azzerarsi mentre quella di *D. suzukii* manifesta un incremento. Focalizzando l'attenzione sulla dinamica di quest'ultima emerge una forte correlazione negativa tra di essa e la temperatura nel periodo che va dalla prima cattura in data 12 Luglio fino all'ultimo campionamento in data 27 Settembre: all'abbassamento della temperatura media corrisponde un incremento della popolazione dell'insetto. Questa correlazione diviene interessante alla luce del fatto che ciò avvenga scendendo sotto i 25° C. *D. suzukii* preferisce, infatti, climi relativamente freschi e la temperatura ottimale per l'attività degli adulti è di 20° C circa (Walsh et al., 2011; David et al., 2005). I dati confermerebbero, quindi, ciò che è presente in letteratura circa alle esigenze climatiche del dittero.

Le catture complessive di *D. suzukii* nei campi coltivati sono state molto superiori a quelle delle altre specie di Drosofilidi, sebbene, a differenza di queste ultime, siano state nulle durante buona parte dell'inverno, primavera ed inizio estate. Inoltre, le aree a vegetazione spontanea, sia quelle vicine ai vigneti, sia quelle vicine ai mirtilleti, sono state sempre caratterizzate da popolazioni di *D.suzukii* e di *Drosophila spp.* più numerose di quelle rilevate in campo. Tale fenomeno potrebbe essere spiegato considerando l'abbondanza di rovi ed altre bacche nella vegetazione spontanea.

L'assenza di sfasamento temporale tra le prime catture di *D. suzukii* realizzate nei frutteti e nelle relative aree a vegetazione spontanea sembra permettere di conclu-

dere, inoltre, che non si verifichi un'incremento precoce di popolazioni in queste ultime ed un successivo passaggio al campo coltivato. Ciò non toglie, tuttavia, che tale spostamento possa verificarsi durante il periodo di maturazione di mirtillo e vite. Infatti, mentre *D. melanogaster* e altri drosofilidi possono completare tutte le fasi di vita sul medesimo substrato in fermentazione, le femmine gravide di *D. suzukii* necessitano di frutta in fase di maturazione e non danneggiata per la deposizione delle uova. È quindi probabile che la fermentazione di frutta marcescente rappresenti sì un' attrattivo, ma generico ed indicante le fonti di cibo, mentre per la deposizioni delle uova la femmina sarebbe attratta da specifiche sostanze volatili emesse dalla frutta fresca a partire dalla fase di invaiatura (Cini et al., 2012).

Relativamente alla sex ratio durante l'anno da notare è che, anche se con rapporti maschi-femmine diversi, sia in vigneto, sia in mirtilleto si registra sempre prevalenza di individui femminili su quelli maschili.

5.2. Efficacia trappole

Il confronto di efficacia tra le trappole Aceto di mela (rossa), Suzukii Trap rossa e Suzukii Trap gialla non evidenzia differenze statisticamente significative nei singoli campionamenti. In vigneto emerge correlazione debole e moderata tra data e le catture delle tre tipologie di trappola. In particolare, col trascorrere del tempo e l'abbassamento graduale della temperatura media nella tarda estate, si evidenzia una contrazione delle catture realizzate dalle trappole Suzukii Trap rossa e Suzukii Trap gialla, mentre la trappola ad aceto di mela (rossa) sembra incrementare la propria efficacia, risultando, inoltre, quella con un numero totale di catture superiore a fine periodo. Tali risultati sono in accordo con quanto riportato in letteratura. È noto come le prestazioni di cattura di una trappola siano altamente influenzate da colore, forma e tipologia di attrattivo; rosso e nero, in particolare, sono dimostrati essere i colori più attraenti (Mitsui et al., 2006; Edwards et al., 2012). Relativamente al tipo di attrattivo, un recente studio mostra un alto livello di efficacia nei confronti di *D. suzukii* per una combinazione di aceto e vino, probabilmente a causa di un effetto sinergico di acido acetico, etanolo e altre sostanze volatili del vino/aceto (Landolt et al., 2012).

Per quanto riguarda la sex ratio di *D. suzukii*, emergono associazioni sesso-trappola statisticamente significative in mirtilleto, molto significative in vigneto. Si può infatti concludere che nel secondo ambiente le femmine tendono ad essere maggiormente attratte dalla trappola con aceto di mela, evitando, invece, Suzuki Trap gialla. I maschi manifestano un comportamento inverso, preferendo Suzuki Trap gialla a quella caricata con aceto di mela.

Anche in mirtilleto le femmine manifestano preferenza nei confronti della trappola ad aceto ed i maschi tendono ad evitarla, ma non vi sono indicazioni circa la preferenza di questi ultimi per la trappola Suzuki Trap gialla.

Riassumendo, quindi, sia in vigneto, sia in mirtilleto, la trappola ad aceto di mela (di colore rosso) è la più attrattiva nei confronti delle femmine e la meno attrattiva per i maschi.

5.3. Antagonisti naturali

Anche se su *D. suzukii* sono segnalati parassitoidi di diffusione europea, quali *Pachycrepoideus vindemniae* e *Trichopria drosophilae* (Chabert et al., 1012), la ricerca di parassitoidi autoctoni nel presente lavoro non ha dato alcun risultato evidenziando, quindi, una povertà di limitatori naturali. Relativamente a questo importante aspetto sono auspicabili ulteriori e più approfonditi studi che consentano di indagare la presenza di parassitoidi sia larvali, sia pupali ed affinare le modalità di campionamento

5.4. Considerazioni finali

Date le attuali limitate conoscenze relative a *D. suzukii* nel nostro ambiente, sono da ritenersi prioritari gli studi volti a chiarire i numerosi punti ancora oscuri relativi al suo comportamento riproduttivo ed al suo rapporto con le numerose piante ospiti. In considerazione degli elementi emersi nel presente studio, parrebbe interessante approfondire il rapporto tra l'insetto e le specie ospiti spontanee e studiare le relazioni intercorrenti tra le popolazioni del dittero su queste e quelle in campo coltivato. Ulteriore punto di potenziale approfondimento è rappresentato dallo studio,

volto all'individuazione di possibili interazioni competitive, dei rapporti tra *D.suzukii* e gli altri ditteri Drosophilidi diffusi nel territorio.

Relativamente al contenimento dell'insetto sono auspicabili ulteriori ricerche volte al miglioramento delle prestazioni dei trattamenti insetticidi, la cui efficacia è stata giudicata fin qui insufficiente (Cini et al., 2012), ed alla creazione dei presupposti per l'introduzione di validi mezzi di controllo alternativi. A tal riguardo, è chiara la necessità di una ottimizzazione delle esche: oltre al tipo di attrattivo, importanti aspetti da considerare sono forma della trappola, colore, posizionamento sia temporale, sia spaziale nonché, alla luce dei risultati del presente studio, il possibile effetto differenziale di tali elementi su maschi e femmine di *D.suzukii*.

6. ALLEGATI

6.1. Dati catture

Di seguito vengono riportate le catture di *D. Suzukii* e *Drosophila* spp. in vigneto.

27.9.2012					5.10.2012					12.10.2012							
Tirano	m	m.p.	f	altro	m+f	Tirano	m	m.p.	f	altro	m+f	Tirano	m	m.p.	f	altro	m+f
Suz. Gialla	6	6	8	7	14	Suz. Gialla	7	7	12	0	19	Suz. Gialla	9	9	4	1	13
Suz. Rossa	13	13	7	11	20	Suz. Rossa	4	4	7	2	11	Suz. Rossa	11	11	7	3	18
Aceto	2	2	2	8	4	Aceto	1	1	2	7	3	Aceto	3	3	8	6	11
Teglio	m	m.p.	f	altro		Teglio	m	m.p.	f	altro		Teglio	m	m.p.	f	altro	
Suz. Gialla	12	12	6	6	18	Suz. Gialla	12	12	7	5	19	Suz. Gialla	37	37	9	3	46
Suz. Rossa	10	10	12	0	22	Suz. Rossa	13	13	6	2	19	Suz. Rossa	15	15	1	1	16
Aceto	0	0	4	0	4	Aceto	3	3	5	7	8	Aceto	17	17	22	6	39
Dossi salati	m	m.p.	f	altro		Dossi salati	m	m.p.	f	altro		Dossi salati	m	m.p.	f	altro	
Suz. Gialla	4	4	8	0	12	Suz. Gialla	8	8	0	0	8	Suz. Gialla	17	17	4	0	21
Suz. Rossa	2	2	3	0	5	Suz. Rossa	6	6	0	2	6	Suz. Rossa	12	12	4	2	16
Aceto	1	1	4	0	5	Aceto	1	1	4	0	5	Aceto	3	3	3	0	6
F. Fojanini	m	m.p.	f	altro		F. Fojanini	m	m.p.	f	altro		F. Fojanini	m	m.p.	f	altro	
Suz. Gialla	0	0	1	0	1	Suz. Gialla	0	0	0	1	0	Suz. Gialla	2	2	0	1	2
Suz. Rossa	2	2	2	1	4	Suz. Rossa	1	1	3	0	4	Suz. Rossa	2	2	1	0	3
Cerat. Gialla	12	12	4	2	16	Cerat. Gialla	7	7	7	4	14	Cerat. Gialla	0	0	0	5	0
Cerat. Rossa	12	2	2	1	14	Cerat. Rossa	2	2	2	0	4	Cerat. Rossa	1	1	5	1	6
Aceto	12	4	10	0	22	Aceto	0	0	11	0	11	Aceto	2	2	8	5	10
131					113					201							
19.10.2012					25.10.2012					2.11.2012							
Tirano	m	m.p.	f	altro	m+f	Tirano	m	m.p.	f	altro	m+f	Tirano	m	m.p.	f	altro	m+f
Suz. Gialla	0	0	0	0	0	Suz. Gialla	2	2	0	2	2	Suz. Gialla	0	0	2	1	2
Suz. Rossa	4	4	0	2	4	Suz. Rossa	1	1	1	0	2	Suz. Rossa	4	4	3	1	7
Aceto	2	2	1	19	3	Aceto	0	0	3	1	3	Aceto	4	3	1	2	5
Teglio	m	m.p.	f	altro		Teglio	m	m.p.	f	altro		Teglio	m	m.p.	f	altro	
Suz. Gialla	10	10	3	4	13	Suz. Gialla	6	6	2	7	8	Suz. Gialla	4	4	0	7	4
Suz. Rossa	2	2	4	1	6	Suz. Rossa	9	9	3	8	12	Suz. Rossa	7	7	6	6	13
Aceto	8	8	8	19	16	Aceto	2	2	6	10	8	Aceto	12	12	8	39	20
Dossi salati	m	m.p.	f	altro		Dossi salati	m	m.p.	f	altro		Dossi salati	m	m.p.	f	altro	
Suz. Gialla	13	13	9	7	22	Suz. Gialla	11	11	1	2	12	Suz. Gialla	6	6	2	4	8
Suz. Rossa	9	9	4	7	13	Suz. Rossa	10	10	4	9	14	Suz. Rossa	6	6	1	10	7
Aceto	7	7	3	1	10	Aceto	3	3	5	2	8	Aceto	0	0	0	4	0
F. Fojanini	m	m.p.	f	altro		F. Fojanini	m	m.p.	f	altro		F. Fojanini	m	m.p.	f	altro	
Suz. Gialla	0	0	0	1	0	Suz. Gialla	0	0	1	4	1	Suz. Gialla	1	1	0	2	1
Suz. Rossa	1	1	2	0	3	Suz. Rossa	2	2	3	0	5	Suz. Rossa	4	4	0	6	4
Cerat. Gialla	9	9	7	1	16	Cerat. Gialla	7	7	3	1	10	Cerat. Gialla	2	2	3	1	5
Cerat. Rossa	1	1	3	1	4	Cerat. Rossa	0	0	1	2	1	Cerat. Rossa	0	0	2	1	2
Aceto	1	1	4	1	5	Aceto	1	1	3	6	4	Aceto	1	1	1	12	2
95					79					73							
8.11.2012					16.11.2012					22.11.2012							
Tirano	m	m.p.	f	altro	m+f	Tirano	m	m.p.	f	altro	m+f	Tirano	m	m.p.	f	altro	m+f
Suz. Gialla	0	0	1	2	1	Suz. Gialla	2	2	3	1	5	Suz. Gialla	1	1	0	1	1
Suz. Rossa	9	9	4	1	13	Suz. Rossa	7	7	6	5	13	Suz. Rossa	0	0	0	1	0
Aceto	2	2	2	24	4	Aceto	6	6	7	8	13	Aceto	2	2	0	0	2
Teglio	m	m.p.	f	altro		Teglio	m	m.p.	f	altro		Teglio	m	m.p.	f	altro	
Suz. Gialla	2	2	1	3	3	Suz. Gialla	5	5	1	7	6	Suz. Gialla	0	0	0	2	0
Suz. Rossa	2	2	4	1	6	Suz. Rossa	6	6	7	6	13	Suz. Rossa	0	0	0	0	0
Aceto	6	6	12	5	18	Aceto	15	15	10	10	25	Aceto	14	14	11	9	25
Dossi salati	m	m.p.	f	altro		Dossi salati	m	m.p.	f	altro		Dossi salati	m	m.p.	f	altro	
Suz. Gialla	4	4	4	15	8	Suz. Gialla	5	5	4	12	9	Suz. Gialla	0	0	1	2	1
Suz. Rossa	3	3	5	19	8	Suz. Rossa	10	10	10	28	20	Suz. Rossa	0	0	1	3	1
Aceto	8	8	9	5	17	Aceto	24	22	23	17	47	Aceto	0	0	1	0	1
F. Fojanini	m	m.p.	f	altro		F. Fojanini	m	m.p.	f	altro		F. Fojanini	m	m.p.	f	altro	
Suz. Gialla	0	0	1	0	1	Suz. Gialla	0	0	1	4	1	Suz. Gialla	0	0	0	0	0
Suz. Rossa	3	3	2	1	5	Suz. Rossa	9	9	6	16	15	Suz. Rossa	1	1	1	3	2
Cerat. Gialla	5	5	1	1	6	Cerat. Gialla	3	1	1	25	4	Cerat. Gialla	1	1	0	1	1
Cerat. Rossa	0	0	2	2	2	Cerat. Rossa	0	1	0	8	0	Cerat. Rossa	0	0	0	5	0
Aceto	1	1	3	3	4	Aceto	5	4	4	22	9	Aceto	3	3	1	7	4
88					176					37							
30.11.2012					7.12.2012												
Tirano	m	m.p.	f	altro	m+f	Tirano	m	m.p.	f	altro	m+f						
Suz. Gialla	1	0	0	2	1	Suz. Gialla	1	0	0	1	1						
Suz. Rossa	1	0	2	2	3	Suz. Rossa	1	0	1	2	2						
Aceto	0	0	1	0	1	Aceto	0	0	1	0	1						
Teglio	m	m.p.	f	altro		Teglio	m	m.p.	f	altro							
Suz. Gialla	1	0	1	0	2	Suz. Gialla	1	0	0	0	1						
Suz. Rossa	2	1	2	1	4	Suz. Rossa	1	0	2	1	3						
Aceto	4	4	7	0	11	Aceto	4	4	4	0	8						
Dossi salati	m	m.p.	f	altro		Dossi salati	m	m.p.	f	altro							
Suz. Gialla	1	0	1	0	2	Suz. Gialla	1	1	1	0	2						
Suz. Rossa	4	3	6	0	10	Suz. Rossa	3	3	5	0	8						
Aceto	8	8	14	9	22	Aceto	4	4	10	5	14						
F. Fojanini	m	m.p.	f	altro		F. Fojanini	m	m.p.	f	altro							
Suz. Gialla	0	0	0	0	0	Suz. Gialla	0	0	0	0	0						
Suz. Rossa	1	1	1	1	2	Suz. Rossa	0	0	0	0	0						
Cerat. Gialla	1	1	0	0	1	Cerat. Gialla	1	1	0	0	1						
Cerat. Rossa	0	0	0	2	0	Cerat. Rossa	0	0	0	1	0						
Aceto	0	0	1	5	1	Aceto	0	0	1	3	1						
59					41												

13.12.2012						28.12.2012						11.1.2013						
	m	m.p.	f	altro	m+f		m	m.p.	f	altro	m+f		m	m.p.	f	altro	m+f	
Tirano	3	3	1	1	4	Tirano	0	0	0	0	0	Tirano	0	0	0	0	5	0
Teglio	4	4	1	0	5	Teglio	1	1	0	0	1	Teglio	1	1	1	3	2	2
Dossi salati	1	1	0	0	1	Dossi salati	2	2	2	9	4	Dossi salati	3	3	0	6	3	3
F. Fojanini	2	2	1	1	3	F. Fojanini	0	0	0	0	0	F. Fojanini	1	1	1	1	1	2
25.1.2013						8.2.2013						1.3.2013						
13						5						7						
	m	m.p.	f	altro	m+f		m	m.p.	f	altro	m+f		m	m.p.	f	altro	m+f	
Tirano	1	1	0	2	1	Tirano	0	0	0	4	0	Tirano	0	0	0	0	0	0
Teglio	0	0	0	1	0	Teglio	0	0	0	0	0	Teglio	0	0	0	0	2	0
Dossi salati	0	0	1	1	1	Dossi salati	0	0	0	6	0	Dossi salati	0	0	0	2	2	0
F. Fojanini	0	0	0	3	0	F. Fojanini	1	1	0	11	1	F. Fojanini	0	0	0	1	1	0
2						1						0						
15.3.2013						29.3.2013						11.4.2013						
	m	m.p.	f	altro	m+f		m	m.p.	f	altro	m+f		m	m.p.	f	altro	m+f	
Tirano	0	0	0	31	0	Tirano	0	0	0	12	0	Tirano	0	0	0	4	0	0
Teglio	0	0	0	10	0	Teglio	0	0	0	1	0	Teglio	0	0	0	0	2	0
Dossi salati	0	0	0	3	0	Dossi salati	0	0	0	14	0	Dossi salati	0	0	0	9	0	0
F. Fojanini	0	0	0	0	0	F. Fojanini	0	0	0	14	0	F. Fojanini	0	0	0	18	0	0
0						0						0						
												Teglio bosco						
												0						
												Dossi bosco						
												0						
												0						
26.4.2013						11.5.2013						24.5.2013						
	m	m.p.	f	altro	m+f		m	m.p.	f	altro	m+f		m	m.p.	f	altro	m+f	
Tirano	0	0	0	7	0	Tirano	0	0	0	12	0	Tirano	0	0	0	14	0	0
Teglio	0	0	0	5	0	Teglio	0	0	0	2	0	Teglio	0	0	0	0	2	0
Dossi salati	0	0	0	3	0	Dossi salati	0	0	0	5	0	Dossi salati	0	0	0	5	0	0
F. Fojanini	0	0	0	0	0	F. Fojanini	0	0	0	1	0	F. Fojanini	0	0	0	0	0	0
Teglio bosco	0	0	0	7	0	Teglio bosco	0	0	0	2	0	Teglio bosco	0	0	0	8	0	0
Dossi bosco	0	0	0	30	0	Dossi bosco	0	0	0	10	0	Dossi bosco	0	0	0	17	0	0
0						0						0						
7.6.2013						14.6.2013						28.6.2013						
	m	m.p.	f	altro	m+f		m	m.p.	f	altro	m+f		m	m.p.	f	altro	m+f	
Tirano	0	0	0	4	0	Tirano	0	0	0	0	0	Tirano	0	0	0	5	0	0
Teglio	0	0	0	0	0	Teglio	0	0	0	0	0	Teglio	0	0	0	0	2	0
Dossi salati	0	0	0	4	0	Dossi salati	0	0	0	3	0	Dossi salati	0	0	0	0	0	0
F. Fojanini	0	0	0	0	0	F. Fojanini	0	0	0	14	0	F. Fojanini	0	0	0	0	5	0
Teglio bosco	0	0	0	8	0	Teglio bosco	0	0	0	2	0	Teglio bosco	0	0	0	11	0	0
Dossi bosco	0	0	0	11	0	Dossi bosco	0	0	0	15	0	Dossi bosco	0	0	0	15	0	0
0						0						0						
12.7.2013						26.7.2013						9.8.2013						
	m	m.p.	f	altro	m+f		m	m.p.	f	altro	m+f		m	m.p.	f	altro	m+f	
Tirano	0	0	0	1	0	Tirano	0	0	0	2	0	Tirano	0	0	0	0	0	0
Teglio	0	0	0	0	0	Teglio	0	0	0	4	0	Teglio	0	0	0	0	0	0
Dossi salati	0	0	0	2	0	Dossi salati	0	0	0	0	0	Dossi salati	0	0	0	2	0	0
F. Fojanini	0	0	0	3	0	F. Fojanini	1	1	0	0	1	F. Fojanini	0	0	0	0	0	0
Teglio bosco	0	0	0	2	0	Teglio bosco	0	0	0	7	0	Teglio bosco	0	0	0	2	0	0
Dossi bosco	0	0	0	15	0	Dossi bosco	0	0	2	7	2	Dossi bosco	0	0	1	1	1	1
0						3						1						
23.8.2013						6.9.2013						20.9.2013						
	m	m.p.	f	altro	m+f		m	m.p.	f	altro	m+f		m	m.p.	f	altro	m+f	
Tirano	0	0	0	2	0	Tirano	0	0	0	1	0	Tirano	0	0	0	0	0	0
Teglio	0	0	1	0	1	Teglio	0	0	0	1	0	Teglio	0	0	1	3	1	1
Dossi salati	0	0	0	0	0	Dossi salati	0	0	0	0	0	Dossi salati	1	1	3	3	4	4
F. Fojanini	0	0	0	0	0	F. Fojanini	0	0	0	0	0	F. Fojanini	0	0	0	0	0	0
Teglio bosco	0	0	0	2	0	Teglio bosco	1	1	0	1	1	Teglio bosco	0	0	2	1	1	2
Dossi bosco	1	1	1	2	2	Dossi bosco	0	0	0	5	0	Dossi bosco	5	5	30	4	35	35
3						1						42						

Di seguito vengono riportate le catture di D. Suzukii e Drosophila spp. in mirtillo.

11.4.2013						26.4.2013						11.5.2013					
Berola	m	m.p.	f	altro	m+f	Berola	m	m.p.	f	altro	m+f	Berola	m	m.p.	f	altro	m+f
Suz. Gialla						Suz. Gialla						Suz. Gialla					
Suz. Rossa						Suz. Rossa						Suz. Rossa					
Aceto	0	0	0	8	0	Aceto	0	0	0	4	0	Aceto	0	0	0	8	0
Boida	m	m.p.	f	altro		Boida	m	m.p.	f	altro		Boida	m	m.p.	f	altro	
Suz. Gialla						Suz. Gialla						Suz. Gialla					
Suz. Rossa						Suz. Rossa						Suz. Rossa					
Aceto	0	0	0	3	0	Aceto	0	0	0	2	0	Aceto	0	0	0	1	0
Postalesio	m	m.p.	f	altro		Postalesio	m	m.p.	f	altro		Postalesio	m	m.p.	f	altro	
Suz. Gialla						Suz. Gialla						Suz. Gialla					
Suz. Rossa						Suz. Rossa						Suz. Rossa					
Cerat. Gialla						Cerat. Gialla						Cerat. Gialla					
Cerat. Rossa						Cerat. Rossa						Cerat. Rossa					
Aceto	0	0	0	2	0	Aceto	0	0	0	0	0	Aceto	0	0	0	0	0
Boida bosco	m	m.p.	f	altro		Boida bosco	m	m.p.	f	altro		Boida bosco	m	m.p.	f	altro	
Aceto	0	0	0	31	0	Aceto	0	0	0	16	0	Aceto	0	0	0	22	0
Postal. bosco	m	m.p.	f	altro		Postal. bosco	m	m.p.	f	altro		Postal. bosco	m	m.p.	f	altro	
Aceto	0	0	0	3	0	Aceto	0	0	0	8	0	Aceto	0	0	0	10	0
					0						0						0
24.5.2013						7.6.2013						14.6.2013					
Berola	m	m.p.	f	altro	m+f	Berola	m	m.p.	f	altro	m+f	Berola	m	m.p.	f	altro	m+f
Suz. Gialla						Suz. Gialla						Suz. Gialla					
Suz. Rossa						Suz. Rossa						Suz. Rossa					
Aceto	0	0	0	2	0	Aceto	0	0	0	3	0	Aceto	0	0	0	0	0
Boida	m	m.p.	f	altro		Boida	m	m.p.	f	altro		Boida	m	m.p.	f	altro	
Suz. Gialla						Suz. Gialla						Suz. Gialla					
Suz. Rossa						Suz. Rossa						Suz. Rossa					
Aceto	0	0	0	12	0	Aceto	0	0	0	6	0	Aceto	0	0	0	0	0
Postalesio	m	m.p.	f	altro		Postalesio	m	m.p.	f	altro		Postalesio	m	m.p.	f	altro	
Suz. Gialla						Suz. Gialla						Suz. Gialla					
Suz. Rossa						Suz. Rossa						Suz. Rossa					
Cerat. Gialla						Cerat. Gialla						Cerat. Gialla					
Cerat. Rossa						Cerat. Rossa						Cerat. Rossa					
Aceto	0	0	0	3	0	Aceto	0	0	0	3	0	Aceto	0	0	0	1	0
Boida bosco	m	m.p.	f	altro		Boida bosco	m	m.p.	f	altro		Boida bosco	m	m.p.	f	altro	
Aceto	0	0	0	20	0	Aceto	0	0	0	62	0	Aceto	0	0	0	9	0
Postal. bosco	m	m.p.	f	altro		Postal. bosco	m	m.p.	f	altro		Postal. bosco	m	m.p.	f	altro	
Aceto	0	0	0	37	0	Aceto	0	0	0	33	0	Aceto	0	0	0	83	0
					0						0						0
21.6.2013						28.6.2013						5.7.2013					
Berola	m	m.p.	f	altro	m+f	Berola	m	m.p.	f	altro	m+f	Berola	m	m.p.	f	altro	m+f
Suz. Gialla						Suz. Gialla						Suz. Gialla					
Suz. Rossa						Suz. Rossa						Suz. Rossa					
Aceto	0	0	0	4	0	Aceto	0	0	0	7	0	Aceto	0	0	0	1	0
Boida	m	m.p.	f	altro		Boida	m	m.p.	f	altro		Boida	m	m.p.	f	altro	
Suz. Gialla						Suz. Gialla						Suz. Gialla					
Suz. Rossa						Suz. Rossa						Suz. Rossa					
Aceto	0	0	0	1	0	Aceto	0	0	0	1	0	Aceto	0	0	0	0	0
Postalesio	m	m.p.	f	altro		Postalesio	m	m.p.	f	altro		Postalesio	m	m.p.	f	altro	
Suz. Gialla						Suz. Gialla						Suz. Gialla					
Suz. Rossa						Suz. Rossa						Suz. Rossa					
Cerat. Gialla						Cerat. Gialla						Cerat. Gialla					
Cerat. Rossa						Cerat. Rossa						Cerat. Rossa					
Aceto	0	0	0	0	0	Aceto	0	0	0	0	0	Aceto	0	0	0	1	0
Boida bosco	m	m.p.	f	altro		Boida bosco	m	m.p.	f	altro		Boida bosco	m	m.p.	f	altro	
Aceto	0	0	0	15	0	Aceto	0	0	0	27	0	Aceto	0	0	0	16	0
Postal. bosco	m	m.p.	f	altro		Postal. bosco	m	m.p.	f	altro		Postal. bosco	m	m.p.	f	altro	
Aceto	0	0	0	27	0	Aceto	0	0	0	45	0	Aceto	0	0	0	17	0
					0						0						0
12.7.2013						19.7.2013						26.7.2013					
Berola	m	m.p.	f	altro	m+f	Berola	m	m.p.	f	altro	m+f	Berola	m	m.p.	f	altro	m+f
Suz. Gialla						Suz. Gialla						Suz. Gialla	0	0	0	0	0
Suz. Rossa						Suz. Rossa						Suz. Rossa	0	0	0	2	0
Aceto	0	0	0	1	0	Aceto	0	0	0	0	0	Aceto	0	0	0	4	0
Boida	m	m.p.	f	altro		Boida	m	m.p.	f	altro		Boida	m	m.p.	f	altro	
Suz. Gialla						Suz. Gialla						Suz. Gialla	0	0	0	1	0
Suz. Rossa						Suz. Rossa						Suz. Rossa	0	0	0	0	0
Aceto	0	0	0	0	0	Aceto	0	0	1	1	1	Aceto	0	0	0	0	0
Postalesio	m	m.p.	f	altro		Postalesio	m	m.p.	f	altro		Postalesio	m	m.p.	f	altro	
Suz. Gialla						Suz. Gialla						Suz. Gialla	8	8	17	2	25
Suz. Rossa						Suz. Rossa						Suz. Rossa	20	20	25	1	45
Cerat. Gialla						Cerat. Gialla						Cerat. Gialla	0	0	0	0	0
Cerat. Rossa						Cerat. Rossa						Cerat. Rossa	0	0	0	0	0
Aceto	0	0	1	1	1	Aceto	0	0	1	0	1	Aceto	2	2	4	0	6
Boida bosco	m	m.p.	f	altro		Boida bosco	m	m.p.	f	altro		Boida bosco	m	m.p.	f	altro	
Aceto	0	0	0	18	0	Aceto	0	0	0	10	0	Aceto	0	0	2	5	2
Postal. bosco	m	m.p.	f	altro		Postal. bosco	m	m.p.	f	altro		Postal. bosco	m	m.p.	f	altro	
Aceto	0	0	0	24	0	Aceto	0	0	0	15	0	Aceto	1	1	2	41	3
					1						2						81

2.8.2013						9.8.2013						16.8.2013					
Berola	m	m.p.	f	altro	m+f	Berola	m	m.p.	f	altro	m+f	Berola	m	m.p.	f	altro	m+f
Suz. Gialla	0	0	0	1	0	Suz. Gialla	0	0	1	1	1	Suz. Gialla	0	0	0	1	0
Suz. Rossa	1	1	1	2	2	Suz. Rossa	0	0	1	0	1	Suz. Rossa	1	1	1	2	2
Aceto	0	0	0	1	0	Aceto	1	1	0	0	1	Aceto	0	0	1	0	1
Boida	m	m.p.	f	altro		Boida	m	m.p.	f	altro		Boida	m	m.p.	f	altro	
Suz. Gialla	1	1	0	2	1	Suz. Gialla	0	0	0	0	0	Suz. Gialla	2	2	0	0	2
Suz. Rossa	0	0	0	0	0	Suz. Rossa	0	0	1	0	1	Suz. Rossa	0	0	1	0	1
Aceto	0	0	0	0	0	Aceto	0	0	0	1	0	Aceto	0	0	0	1	0
Postalesio	m	m.p.	f	altro		Postalesio	m	m.p.	f	altro		Postalesio	m	m.p.	f	altro	
Suz. Gialla	22	22	19	3	41	Suz. Gialla	45	45	56	3	101	Suz. Gialla	29	29	27	4	56
Suz. Rossa	56	56	57	0	113	Suz. Rossa	58	58	65	6	123	Suz. Rossa	48	48	35	5	83
Cerat. Gialla	1	1	1	2	2	Cerat. Gialla	5	5	3	4	8	Cerat. Gialla	1	1	3	2	4
Cerat. Rossa	2	2	1	0	3	Cerat. Rossa	7	7	3	2	10	Cerat. Rossa	17	17	15	11	32
Aceto	2	2	3	0	5	Aceto	1	1	0	2	1	Aceto	4	4	7	0	11
Boida bosco	m	m.p.	f	altro		Boida bosco	m	m.p.	f	altro		Boida bosco	m	m.p.	f	altro	
Aceto	1	1	0	3	1	Aceto	2	2	3	1	5	Aceto	0	0	0	6	0
Postal. bosco	m	m.p.	f	altro		Postal. bosco	m	m.p.	f	altro		Postal. bosco	m	m.p.	f	altro	
Aceto	4	4	3	26	7	Aceto	6	6	18	3	24	Aceto	8	8	17	14	25
					175						276						217
23.8.2013						30.8.2013						6.9.2013					
Berola	m	m.p.	f	altro	m+f	Berola	m	m.p.	f	altro	m+f	Berola	m	m.p.	f	altro	m+f
Suz. Gialla	0	0	0	2	0	Suz. Gialla	0	0	0	0	0	Suz. Gialla	0	0	1	1	1
Suz. Rossa	1	1	1	0	2	Suz. Rossa	1	1	0	0	1	Suz. Rossa	1	1	1	0	2
Aceto	0	0	1	0	1	Aceto	0	0	0	0	0	Aceto	0	0	0	0	0
Boida	m	m.p.	f	altro		Boida	m	m.p.	f	altro		Boida	m	m.p.	f	altro	
Suz. Gialla	1	1	0	2	1	Suz. Gialla	0	0	3	1	3	Suz. Gialla	0	0	0	0	0
Suz. Rossa	1	1	0	0	1	Suz. Rossa	2	2	1	0	3	Suz. Rossa	1	1	0	1	1
Aceto	0	0	0	0	0	Aceto	0	0	0	0	0	Aceto	0	0	1	4	1
Postalesio	m	m.p.	f	altro		Postalesio	m	m.p.	f	altro		Postalesio	m	m.p.	f	altro	
Suz. Gialla	21	21	26	6	47	Suz. Gialla	6	6	9	3	15	Suz. Gialla	3	3	20	1	23
Suz. Rossa	47	47	31	8	78	Suz. Rossa	15	14	18	2	33	Suz. Rossa	8	8	17	2	25
Cerat. Gialla	6	6	5	2	11	Cerat. Gialla	4	4	0	8	4	Cerat. Gialla	0	0	2	0	2
Cerat. Rossa	11	11	10	3	21	Cerat. Rossa	0	0	2	1	2	Cerat. Rossa	6	6	7	0	13
Aceto	8	8	13	1	21	Aceto	5	4	2	0	7	Aceto	2	2	6	0	8
Boida bosco	m	m.p.	f	altro		Boida bosco	m	m.p.	f	altro		Boida bosco	m	m.p.	f	altro	
Aceto	1	1	3	5	4	Aceto	0	0	3	3	3	Aceto	0	0	1	4	1
Postal. bosco	m	m.p.	f	altro		Postal. bosco	m	m.p.	f	altro		Postal. bosco	m	m.p.	f	altro	
Aceto	8	8	24	16	32	Aceto	0	0	8	13	8	Aceto	6	6	20	6	26
					219						79						103
13.9.2013						20.9.2013						27.9.2013					
Berola	m	m.p.	f	altro	m+f	Berola	m	m.p.	f	altro	m+f	Berola	m	m.p.	f	altro	m+f
Suz. Gialla	0	0	0	1	0	Suz. Gialla	0	0	1	2	1	Suz. Gialla	1	1	1	0	2
Suz. Rossa	2	2	0	1	2	Suz. Rossa	1	1	2	0	3	Suz. Rossa	2	2	3	1	5
Aceto	1	1	1	2	2	Aceto	1	1	0	0	1	Aceto	2	2	3	1	5
Boida	m	m.p.	f	altro		Boida	m	m.p.	f	altro		Boida	m	m.p.	f	altro	
Suz. Gialla	1	1	0	2	1	Suz. Gialla	0	0	3	0	3	Suz. Gialla	2	2	0	1	2
Suz. Rossa	0	0	2	1	2	Suz. Rossa	3	3	3	1	6	Suz. Rossa	0	0	4	2	4
Aceto	0	0	0	0	0	Aceto	0	0	4	0	4	Aceto	0	0	4	0	4
Postalesio	m	m.p.	f	altro		Postalesio	m	m.p.	f	altro		Postalesio	m	m.p.	f	altro	
Suz. Gialla	10	10	52	0	62	Suz. Gialla	14	14	20	2	34	Suz. Gialla	41	41	60	4	101
Suz. Rossa	25	25	101	1	126	Suz. Rossa	24	24	43	3	67	Suz. Rossa	50	50	77	6	127
Cerat. Gialla	5	5	10	0	15	Cerat. Gialla	7	7	6	1	13	Cerat. Gialla	27	27	17	2	44
Cerat. Rossa	37	37	87	4	124	Cerat. Rossa	24	24	31	2	55	Cerat. Rossa	41	41	18	3	59
Aceto	0	0	8	1	8	Aceto	1	1	8	0	9	Aceto	7	7	17	0	24
Boida bosco	m	m.p.	f	altro		Boida bosco	m	m.p.	f	altro		Boida bosco	m	m.p.	f	altro	
Aceto	2	2	5	1	7	Aceto	21	21	12	1	33	Aceto	61	61	58	11	119
Postal. bosco	m	m.p.	f	altro		Postal. bosco	m	m.p.	f	altro		Postal. bosco	m	m.p.	f	altro	
Aceto	9	9	38	5	47	Aceto	15	15	20	13	35	Aceto	14	14	31	3	45
					396						264						541

6.2. Dati meteo

Teglio						Tirano					
data controllo	periodo di riferimento	dati medi periodo tra controlli successivi			tot mm	data controllo	periodo di riferimento	dati medi periodo tra controlli successivi			tot mm
		T °C	UR %	mm acqua				T °C	UR %	mm acqua	
27.9.12	20.9/26.9	15,94	76,14	3,11	21,80	27.9.12	20.9/26.9	13,96	83,71	5,17	36,20
5.10.12	27.9/4.10	17,09	83,43	1,45	11,60	5.10.12	27.9/4.10	14,97	91,66	4,73	37,80
12.10.12	5.10/11.10	17,28	77,99	0,74	5,20	12.10.12	5.10/11.10	14,77	88,57	1,63	11,40
19.10.12	12.10/18.10	11,65	85,09	4,83	33,80	19.10.12	12.10/18.10	9,77	92,83	7,74	54,20
25.10.12	19.10/24.10	14,93	75,31	0,00	0,00	25.10.12	19.10/24.10	12,25	86,64	0,03	0,20
2.11.12	25.10/1.11	7,87	87,19	3,95	26,60	2.11.12	25.10/1.11	6,42	93,37	4,60	36,80
8.11.12	2.11/7.11	9,59	77,01	0,86	6,00	8.11.12	2.11/7.11	15,35	88,48	0,00	35,80
16.11.12	8.11/15.11	9,21	80,91	2,03	16,20	16.11.12	8.11/15.11	7,19	87,53	7,90	63,20
22.11.12	16.11/21.11	6,25	71,10	0,00	0,00	22.11.12	16.11/21.11	3,77	79,38	0,00	0,00
30.11.12	22.11/29.11	8,02	83,97	1,20	9,60	30.11.12	22.11/29.11	6,81	87,10	6,13	49,00
7.12.12	30.11/6.12	5,27	64,28	0,03	0,20	7.12.12	30.11/6.12	3,61	66,23	5,71	40,00
13.12.12	7.12/12.12	2,42	52,47	0,13	0,80	13.12.12	7.12/12.12	1,06	52,05	0,17	1,00
28.12.12	13.12/27.12	2,15	81,76	1,24	18,60	28.12.12	13.12/27.12	2,91	82,07	3,05	45,80
11.1.13	28.12/10.1	3,81	72,75	0,23	3,20	11.1.13	28.12/10.1	5,21	69,29	3,69	51,60
25.1.13	11.1/24.1	1,89	78,05	0,73	10,20	25.1.13	11.1/24.1	0,44	76,71	1,60	22,40
8.2.13	25.1/7.2	4,15	55,49	0,17	2,40	8.2.13	25.1/7.2	2,64	57,11	0,99	13,80
1.3.13	8.2/28.2	2,31	61,29	0,28	5,80	1.3.13	8.2/28.2	0,73	63,29	0,68	14,20
15.3.13	1.3/14.3	8,55	63,81	0,24	3,40	15.3.13	1.3/14.3	6,72	67,82	0,31	4,40
29.3.13	15.3/28.3	5,58	66,40	1,40	19,60	29.3.13	15.3/28.3	4,13	70,26	3,17	44,40
11.4.13	29.3/10.4	9,30	68,40	0,31	4,00	11.4.13	29.3/10.4	7,87	72,74	2,00	26,00
26.4.13	11.4/25.4	15,18	66,16	2,64	44,80	26.4.13	11.4/25.4	14,36	66,48	2,64	39,60
11.5.13	26.4/10.5	15,67	81,16	3,97	51,60	11.5.13	26.4/10.5	14,69	84,10	4,85	72,80
24.5.13	11.5/23.5	13,77	73,37	7,26	94,40	24.5.13	11.5/23.5	13,23	73,87	6,62	86,00
7.6.13	24.5/6.6	15,14	63,40	2,26	31,60	7.6.13	24.5/6.6	14,45	65,65	1,70	23,80
14.6.13	7.6/13.6	18,86	69,25	2,23	15,60	14.6.13	7.6/13.6	18,13	71,20	2,09	14,60
28.6.13	14.6/27.6	21,61	67,77	2,79	39,00	28.6.13	14.6/27.6	20,76	69,36	2,89	40,40
12.7.13	28.6/11.7	21,13	65,08	1,20	12,00	12.7.13	28.6/11.7	20,84	69,27	2,49	34,80
26.7.13	12.7/25.7	23,29	66,69	0,79	11,10	26.7.13	12.7/25.7	22,12	77,32	2,90	40,60
9.8.13	26.7/8.8	25,28	64,68	2,66	37,20	9.8.13	26.7/8.8	22,87	77,76	3,41	47,80
23.8.13	9.8/22.8	23,18	68,70	1,70	23,74	23.8.13	9.8/22.8	20,50	76,61	4,16	58,20
6.9.13	23.8/5.9	20,58	67,28	1,04	14,60	6.9.13	23.8/5.9	19,17	75,17	3,01	42,20
20.9.13	6.9/19.9	17,16	70,82	0,42	5,94	20.9.13	6.9/19.9	15,45	76,85	5,12	76,80

Fojanini - Dossi Salati						media periodo globale					
data controllo	periodo di riferimento	dati medi periodo tra controlli successivi			tot mm	data	periodo	T °C	UR %	mm acqua	tot mm
		T °C	UR %	mm acqua							
27.9.12	20.9/26.9	15,43	77,86	5,49	38,40	27.9.12	20.9/26.9	15,11	79,24	4,59	32,13
5.10.12	27.9/4.10	17,25	81,75	2,93	23,40	5.10.12	27.9/4.10	16,44	85,61	3,03	24,27
12.10.12	5.10/11.10	16,89	75,86	0,90	6,30	12.10.12	5.10/11.10	16,31	80,81	1,09	7,63
19.10.12	12.10/18.10	11,46	80,36	7,60	53,20	19.10.12	12.10/18.10	10,96	86,09	6,72	47,07
25.10.12	19.10/24.10	13,88	73,92	0,07	0,40	25.10.12	19.10/24.10	13,69	78,62	0,03	0,20
2.11.12	25.10/1.11	7,63	83,63	8,43	67,40	2.11.12	25.10/1.11	7,31	88,06	5,66	43,60
8.11.12	2.11/7.11	9,38	77,42	6,70	40,20	8.11.12	2.11/7.11	11,44	80,97	2,52	27,33
16.11.12	8.11/15.11	8,25	80,19	6,93	55,40	16.11.12	8.11/15.11	8,22	82,87	5,62	44,93
22.11.12	16.11/21.11	4,63	72,92	0,03	0,20	22.11.12	16.11/21.11	4,88	74,46	0,01	0,07
30.11.12	22.11/29.11	6,19	87,38	9,23	73,80	30.11.12	22.11/29.11	7,01	86,15	5,52	44,13
7.12.12	30.11/6.12	3,00	67,93	0,00	0,00	7.12.12	30.11/6.12	3,96	66,15	1,91	13,40
13.12.12	7.12/12.12	-0,25	66,17	0,17	1,00	13.12.12	7.12/12.12	1,08	56,90	0,16	0,93
28.12.12	13.12/27.12	0,18	84,77	2,08	31,20	28.12.12	13.12/27.12	1,75	82,87	2,12	31,87
11.1.13	28.12/10.1	2,29	75,89	0,30	4,20	11.1.13	28.12/10.1	3,77	72,64	1,40	19,67
25.1.13	11.1/24.1	0,25	81,96	2,13	29,80	25.1.13	11.1/24.1	0,86	78,91	1,49	20,80
8.2.13	25.1/7.2	2,54	62,75	0,11	1,60	8.2.13	25.1/7.2	3,11	58,45	0,42	5,93
1.3.13	8.2/28.2	1,48	74,86	1,18	24,80	1.3.13	8.2/28.2	1,50	66,48	0,71	14,93
15.3.13	1.3/14.3	7,32	75,64	0,46	6,40	15.3.13	1.3/14.3	7,53	69,09	0,34	4,73
29.3.13	15.3/28.3	5,30	70,39	3,43	48,00	29.3.13	15.3/28.3	5,00	69,02	2,67	37,33
11.4.13	29.3/10.4	9,67	75,12	1,46	19,00	11.4.13	29.3/10.4	8,95	72,08	1,26	16,33
26.4.13	11.4/25.4	15,35	71,83	5,57	83,60	26.4.13	11.4/25.4	14,96	68,16	3,62	56,00
11.5.13	26.4/10.5	14,97	83,97	5,83	87,40	11.5.13	26.4/10.5	15,11	83,07	4,88	70,60
24.5.13	11.5/23.5	15,06	72,88	6,32	126,20	24.5.13	11.5/23.5	14,02	73,38	6,73	102,20
7.6.13	24.5/6.6	16,50	67,32	2,39	33,40	7.6.13	24.5/6.6	15,36	65,45	2,11	29,60
14.6.13	7.6/13.6	20,07	72,36	2,74	19,20	14.6.13	7.6/13.6	19,02	70,93	2,35	16,47
28.6.13	14.6/27.6	22,41	66,39	2,11	29,60	28.6.13	14.6/27.6	21,60	67,84	2,60	36,33
12.7.13	28.6/11.7	22,69	67,61	0,97	13,60	12.7.13	28.6/11.7	21,55	67,32	1,55	20,13
26.7.13	12.7/25.7	25,43	71,07	3,77	52,80	26.7.13	12.7/25.7	23,61	71,69	2,49	34,83
9.8.13	26.7/8.8	25,96	71,68	2,24	31,40	9.8.13	26.7/8.8	24,70	71,37	2,77	38,80
23.8.13	9.8/22.8	23,98	68,43	1,16	16,20	23.8.13	9.8/22.8	22,55	71,25	2,34	32,71
6.9.13	23.8/5.9	22,36	70,50	2,71	38,00	6.9.13	23.8/5.9	20,70	70,99	2,26	31,60
20.9.13	6.9/19.9	18,43	73,39	4,17	58,40	20.9.13	6.9/19.9	17,01	73,69	3,24	47,05

Boida - Berola					
data controllo	periodo di riferimento	dati medi periodo tra controlli successivi			tot mm
		T °C	UR %	mm acqua	
11.4.13	4.4/10.4	8,99	76,52	0,51	3,60
26.4.13	11.4/25.4	14,37	72,13	4,15	62,20
11.5.13	26.4/10.5	15,45	83,83	5,75	86,20
24.5.13	11.5/23.5	13,63	77,65	7,43	96,60
7.6.13	24.5/6.6	14,27	72,10	3,64	51,00
14.6.13	7.6/13.6	17,75	74,45	1,51	10,60
21.6.13	14.6/20.6	22,79	75,10	4,29	30,00
28.6.13	21.6/27.6	17,39	72,42	3,83	26,80
5.7.13	28.6/4.7	18,13	72,81	2,00	14,00
12.7.13	5.7/11.7	22,19	74,29	3,06	21,40
19.7.13	12.7/18.7	22,22	72,40	2,03	14,20
26.7.13	19.7/25.7	20,82	79,69	7,11	49,80
2.8.13	26.7/1.8	22,21	75,61	5,14	36,00
9.8.13	2.8/8.8	23,44	75,66	3,20	22,40
16.8.13	9.8/15.8	20,62	73,64	4,14	29,00
23.8.13	16.8/22.8	20,04	74,77	5,66	39,60
30.8.13	23.8/29.8	17,71	80,14	6,23	43,60
6.9.13	30.8/5.9	19,66	75,62	3,49	24,40
13.9.13	6.9/12.9	17,05	81,31	6,17	43,20
20.9.13	13.9/19.9	13,25	79,78	3,86	27,00
27.9.13	20.9/26.9	15,32	78,86	1,17	8,20

Postalesio					
data controllo	periodo di riferimento	dati medi periodo tra controlli successivi			tot mm
		T °C	UR %	mm acqua	
11.4	4.4/10.4	9,52	75,91	1,54	10,80
26.4	11.4/25.4	16,00	61,88	1,23	17,20
11.5	26.4/10.5	15,66	81,28	7,11	106,60
24.5	11.5/23.5	13,96	72,37	9,77	127,00
7.6	24.5/6.6	15,74	59,86	3,40	47,60
14.6	7.6/13.6	19,72	64,56	3,89	27,20
21.6	14.6/20.6	24,57	70,53	2,80	19,60
28.6	21.6/27.6	19,51	61,60	4,03	28,20
5.7	28.6/4.7	20,39	60,95	0,29	2,00
12.7	5.7/11.7	24,34	66,65	0,63	4,40
19.7	12.7/18.7	23,48	65,65	0,15	1,03
26.7	19.7/25.7	24,76	64,35	1,89	13,20
2.8	26.7/1.8	20,71	67,48	1,80	33,20
9.8	2.8/8.8	26,55	60,05	1,00	7,00
16.8	9.8/15.8	23,61	58,69	0,66	4,60
23.8	16.8/22.8	23,41	56,20	2,03	14,20
30.8	23.8/29.8	19,80	73,42	5,91	41,40
6.9	30.8/5.9	23,23	55,93	0,00	0,00
13.9	6.9/12.9	19,93	70,12	5,34	37,40
20.9	13.9/19.9	16,67	64,23	1,34	9,40
27.9	20.9/26.9	13,40	58,70	0,00	0,00

media periodo globale					
data	periodo	T °C	UR %	mm acqua	tot mm
11.4	4.4/10.4	9,26	76,22	1,03	7,20
26.4	11.4/25.4	15,18	67,01	2,69	39,70
11.5	26.4/10.5	15,55	82,55	6,43	96,40
24.5	11.5/23.5	13,80	75,01	8,60	111,80
7.6	24.5/6.6	15,01	65,98	3,52	49,30
14.6	7.6/13.6	18,74	69,51	2,70	18,90
21.6	14.6/20.6	23,68	72,81	3,54	24,80
28.6	21.6/27.6	18,45	67,01	3,93	27,50
5.7	28.6/4.7	19,26	66,88	1,14	8,00
12.7	5.7/11.7	23,27	70,47	1,84	12,90
19.7	12.7/18.7	22,85	69,02	1,09	7,62
26.7	19.7/25.7	22,79	72,02	4,50	31,50
2.8	26.7/1.8	21,46	71,55	3,47	34,60
9.8	2.8/8.8	25,00	67,86	2,10	14,70
16.8	9.8/15.8	22,12	66,17	2,40	16,80
23.8	16.8/22.8	21,72	65,49	3,84	26,90
30.8	23.8/29.8	18,75	76,78	6,07	42,50
6.9	30.8/5.9	21,44	65,78	1,74	12,20
13.9	6.9/12.9	18,49	75,72	5,76	40,30
20.9	13.9/19.9	14,96	72,00	2,60	18,20
27.9	20.9/26.9	14,36	68,78	0,59	4,10

BIBLIOGRAFIA

- Amin ud Din M., Mazhar K., Haque S., Ahmed M. 2005. *A preliminary report on Drosophila fauna of Islamabad (Capital, Pakistan)*. Drosophila Information Service 88, 6-7.
- Anfora G., Grassi A., Revadi S., Graiff M. settembre 2012. *Drosophila suzukii, una nuova specie invasiva che minaccia i frutteti d'europa*. Progetto Envirochange. Fondazione Edmund Mach Editore.
- Arnó J., Riudavets J., Gabarra R. 2012. *Survey of host plants and natural enemies of Drosophila suzukii in an area of strawberry production in Catalonia (northeast Spain)*. IOBC/WPRS Bulletin [Proceedings of the IOBC/WPRS Working Group "Integrated Control in Protected Crops, Mediterranean Climate", Catania, Sicily, Italy, 9 - 12 October 2012.], 80:29-34
- Bächli G. 2010. *TaxoDros, the database on taxonomy of Drosophilidae*. <http://taxodros.unizh.ch>
- Barmina O., Kopp A. 2007. *Sex-specific expression of a Hox gene associated with rapid morphological evolution*. Developmental Biology, 311: 277-286.
- Beardsley JW., Arakaki KT., Uchida G.K., Kumashiro BR., Perreira W.D. 1999. *New records for Diptera in Hawaii*. Record of the Hawaii Biological Survey for 1998, Part 1, pp. 51-57.
- Boselli M., Tiso R., Nannini R., Bortolotti P., Caruso S., Dradi D. 2012. "Nuova problematica fitosanitaria emergente: *Drosophila suzukii*". Servizio Fitosanitario Emilia Romagna.
- Botta R., Mellano M.G., Lovisolò C., Bounous G. 2002. *Ethylene changes in highbush blueberry (Vaccinium corymbosum L.) fruit during ripening*. In: Cost Action 836 Integrated Research in berries. Meeting Cane and bush fruits, 24-27 Dublin. Abstract.
- Bounous G. 2009. *Piccoli frutti. Mirtilli, lamponi, more, ribes, uvaspina: come coltivarli, raccogliarli e utilizzarli*. Edagricole: 8-58.
- Brown P.H., Shearer P.W., Miller J.C., Thistlewood H.M.A. 2011. *The discovery and rearing of a parasitoid (Hymenoptera: Pteromalidae) associated with spotted wing drosophila, Drosophila suzukii, in Oregon and British Columbia*. ESA 59th Annual Meeting, November 13-16, Reno, NV, 0325.
- Burrack H. *NC Small Fruit, Specialty Crop, and Tobacco IPM Blog*. [online]. North Carolina University. <http://ncsmallfruitsipm.blogspot.com/p/spotted-wing-drosophila.html>.
- Calabria G., Máca J., Bächli G., Serra L. e Pascual M. 2010. *First records of the potential pest species Drosophila suzukii (Diptera: Drosophilidae) in Europe*. Journal of Applied Entomology.

- Chabert S., Allemand R., Poyet M., Eslin P., Gibert P. 2012. *Ability of European parasitoids (Hymenoptera) to control a new invasive Asiatic pest, Drosophila suzukii*. Biological Control, 63: 40–47.
- Chung Y.J. 1955. *Collection of wild Drosophila on Quelpart Island, Korea*. Drosophila Information Service 29, 111.
- Cini A., Ioratti C., Anfora G. 2012. *A review of the invasion of Drosophila suzukii in Europe and a draft research agenda for integrated pest management*. Bulletin of Insectology 65 (1): 149-160.
- Ciesielska J. e Malusà E. 2000. *La coltivazione dei piccoli frutti. Lampone, rovo, ribes, uva spina, mirtillo gigante, aronia*. Calderini Edagricole: 337-362.
- Dyck V.A., Hendrichs J., Vreysen M.J.B., Enkerlin W.R., Cayol J.P. 2005. *Strategic options in using sterile insects for area-wide integrated pest management*. pp. 563- 600. In: Sterile insect technique principles and practice in area-wide integrated pest management (Dyck V. A., Hendrichs J., Robinson A. S., Eds). Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- Faccinelli S. 2004. *Il terrazzamento e la cultura della vite*. In: *Conoscere il paesaggio, corso per docenti delle scuole della provincia di Sondrio*, Dic. 2004-Mar. 2005.
- Franchi A., Barani A. 2011. *Un nuovo agente di danno per frutta e vite in Emilia*. Notiziario Fitopatologico, 2: 14.
- Gerdeman B.S., Tanigoshi L.K., Hollis Spitler G. 2011. *Spotted Wing Drosophila (SWD) Monitoring, Identifying, and Fruit Sampling*. Department of Entomology, WSU Mount Vernon Northwestern Washington Research & Extension Center. Washington State University Extension Fact Sheet FS049E.
- Gough R.E. 1994. *The Highbush Blueberry and its Management*. Food Products Press, Haworth Press, Inc., New York.
- Griffo R., Frontuto A., Cesaroni C., Desantis M. 2012. *L'insetto Drosophila suzukii sempre più presente in Italia*. L'Informatore Agrario, 68 (9): 56-60.
- Hauser M. 2011. *A historic account of the invasion of Drosophila suzukii (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) in the continental United states, with remarks on their identification*. Pest Management Science. 67: 1352-1357.
- Isaacs R., Hahn N., Tritten B e Garcia C. 2010. *A New Invasive Pest of Michigan Fruit Crops*. MSU Extension Bulletin E-3140.
- Kacsoh B.Z., Schlenke T .A. 2012. *High hemocyte load is associated with increased resistance against parasitoids in Drosophila suzukii, a relative of D. melanogaster*. PLoS-ONE, 7 (4): e34721.
- Kaneshiro K.Y. 1983. *Drosophila (Sophophora) suzukii (Matsumura)*. Proceedings of the

Hawaiian Entomological Society, 24, 179.

- Kang Y.S., Moon K.W., 1968. *Drosophilid fauna of six regions near the demilitarized zone in Korea*. Korean Journal of Zoology 11: 65-68.
- Kanzawa T., 1935. *Research into the Fruitfly Drosophila suzukii Matsumura (Preliminary Report)*. Yamanashi Prefecture Agricultural Experiment Station Report.
- Kanzawa T. 1936. *Studies on Drosophila suzukii Mats*. Journal of Plant Protection (Tokyo), 23: 66-70, 127-132, 183-191. Abstract in Review of Applied Entomology, 24: 315.
- Kanzawa T., 1939. *Studies on Drosophila suzukii Mats*. Kofu, Yamanashi Agricultural Experiment Station 49 pp. Review of Applied Entomology, 29: 622.
- Kopp A., True J.R. 2002. *Phylogeny of the oriental Drosophila melanogaster species group: a multilocus reconstruction*. Systematic Biology, 51: 786-805.
- Landolt P.J., Adams T., Rogg H. 2011. *Trapping spotted wing drosophila, Drosophila suzukii (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae), with combinations of vinegar and wine, and acetic acid and ethanol*. Journal of Applied Entomology.
- Lin F.J., Tseng H.C., Lee W.Y. 1977. *A catalogue of the family Drosophilidae in Taiwan (Diptera)*. Quaternary Journal of Taiwan Museum 30: 345–372.
- Mannini F. 2006. *Il vitigno Nebbiolo ed il suo patrimonio clonale*. Quaderni di Scienze Viticole ed Enologiche, Università di Torino, 28, 2005-2006.
- Mazzetto F., Pansa M.G., Tavella L., Alma A. 2012. *Monitoraggio e bio-etologia del fitofago esotico Drosophila suzukii*. Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi di Torino. Incontro Tecnico Frutticolo, Manta (CN), 11 dicembre 2012.
- Mitsui H., Kimura M.T. 2010. *Distribution, abundance and host association of two parasitoid species attacking frugivorous drosophilid larvae in central Japan*. European Journal of Entomology, 107: 535-540.
- O' Grady P.M., Beardsley J.W., Perreira W.D. (2002). *New records for introduced Drosophilidae (Diptera) in Hawaii*. Bishop Museum Occasional Papers, 69: 34-35
- Okada T. 1976. *New distribution records of the Drosophilids in the oriental region*. (in Japanese). Makunagi, 8: 1-8.
- Pansa M.G., Frati S., Baudino M., Tavella L., Alma A. 2011. *Prima segnalazione di Drosophila suzukii in Piemonte*. Protezione delle Colture, 2: 108.
- Parshad R., Duggal K.K. 1965. *Drosophilidae of Kashmir, India*. Drosophila Information Service, 40, 44.
- Peng F.T. 1937. *On some species of Drosophila from China*. Annotated Zoology of Japan 16: 20-27.

- Prud'Homme B., Gompel N., Rokas A., Kassner V.A., Williams T.M., Yeh S.D., True J.R., Carroll S.B. 2006. *Repeated morphological evolution through cis-regulatory changes in a pleiotropic gene*. Nature, 440: 1050-1053.
- Sidorenko V.S. 1992. *New and unrecorded species of Drosophilidae from Soviet Far East (Diptera, Brachycera)*. Spixiana. 15: 93-95.
- Süss L. e Costanzi M. 2011. *Presence of Drosophila suzukii (Matsumura, 1931) (Diptera Drosophilidae) in Liguria (Italy)*. Journal of Entomological and Acarological Research Ser. II, 42 (3): 185-188.
- Takamori H., Watabe H., Fuyama Y., Zhang Y., Aotsuka T. 2006. *Drosophila subpulchrela, a new species of the Drosophila suzukii species subgroup from Japan and China (Diptera: Drosophilidae)*. Entomological Science, 9: 121-128.
- Toda M.J. 1991. *Drosophilidae (Diptera) in Myanmar (Burma) VII. The Drosophila melanogaster species group, excepting the D. montium species-subgroup*. Oriental Insects, 25: 69-94.
- Tweddle J.C., Dickie J.B., Baskin C.C. and Baskin J.M. 2003. *Ecological aspects of seed desiccation sensitivity*. Journal of Ecology, 91: 294.
- Unckless R.L. 2011. *A DNA virus of Drosophila*. PLoS-ONE, 6 (10): e26564.
- Van Der Linde K., Houle D. 2008. *A supertree analysis and literature review of the genus Drosophila and closely related genera*. Insect Systematics and Evolution, 39: 241-267.
- Vlach J. 2010. *Identifying Drosophila suzukii*. Oregon Department of Agriculture.
- Vreysen M.J., Hendrichs J., Enkerlin W.R. 2006. *The sterile insect technique as a component of sustainable area-wide integrated pest management of selected horticultural insect pests*. Journal of Fruit Ornamental Plant Research, 14: 107-131.
- Walsh D.B., Bolda M.P., Goodhue R.E., Dreves A.J., Lee J.C., Bruck D.J., Walton V.M., O'neal S.D., Zalom F.G. 2011. *Drosophila suzukii (Diptera: Drosophilidae): Invasive pest of ripening soft fruit expanding its geographic range and damage potential*. Journal of Integrated Pest Management, 1: 1-7.
- Yang Y., Hou Z.C., Qian H.Y., Kang H., Zeng Q.T. 2011. *Increasing the data size to accurately reconstruct the phylogenetic relationships between nine sub-groups of the Drosophila melanogaster species group (Drosophilidae, Diptera)*. Molecular Phylogenetics and Evolution, 62: 214- 223.
- Yoonseok S., Hyun Ku Kim, Kit L. Yam. 1992. *Respiration Rate of Blueberry in Modified Atmosphere at Various Temperatures*. Journal of the American Society for Horticultural Science, 117(6): 925-929.

Pagine web consultate

- <http://agronotizie.imagelinenetwork.com>
- <http://www.ars.usda.gov> :
 - <http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/53581500/catalogs/vacsouth.html>
 - <http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/53581500/catalogs/vacnorth.html>
 - <http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/53581500/catalogs/vacrabbit.html>
- <http://www.bioiberica.com>
- <http://www.cabi.org/isc>
- <http://www.conorziovinivaltellina.com>
- http://entnemdept.ufl.edu/creatures/fruit/flies/drosophila_suzukii.htm#ref
- <http://www.eppo.int>
 - www.eppo.int/QUARANTINE/Alert_List/insects/Drosophila_suzukii_factsheet_2-2010.pdf
- <http://www.gov.bc.ca/agri>
- <http://www.hargreavesplants.com>
- http://www.ibdml.univ-mrs.fr/equipements/BP_NG
- <http://www.sondrio.coldiretti.it>
- http://mx.speciesfile.org/projects/8/public/site/wharton_lab/home
- <http://www.plospathogens.org>

RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare il Prof. Luca Mazzon dell' università di Padova, mio relatore, per il tempo concessomi.

Grazie alla Fondazione Fojanini di Studi Superiori ed al suo direttore Graziano Murada per avermi fornito dati ed informazioni utili alla realizzazione del presente studio.

Grazie al Dott. Martino Salvetti per avermi affiancato e consigliato durante l' intero periodo di raccolta dati.

Grazie ad amici e compagni di corso con i quali ho piacevolmente condiviso la mia vita universitaria e non solo.

Grazie a tutta la mia famiglia, parenti vicini e lontani, ma soprattutto a mia madre e mio padre, senza la fiducia ed il supporto dei quali non avrei potuto vivere questa esperienza e, semplicemente, essere quello che sono.

Un grazie, infine, a tutte le persone che durante i cinque anni trascorsi da studente del corso in Scienze e Tecnologie Agrarie e come cittadino padovano hanno contribuito alla mia formazione, sia professionale, sia umana.

Grazie a tutti,

Paolo