



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA

**DOTTORATO DI RICERCA IN BIOLOGIA EVOLUZIONISTICA E
AMBIENTALE**

XXI CICLO

COORDINATORE: PROF. GUIDO BARBUJANI

Settore Scientifico Disciplinare BIO/07

**STUDIO DELLE MODALITÀ DI ALIMENTAZIONE DI
STEPHANITIS PYRI E DEL COMPORTAMENTO ALIMENTARE
DELL'INSETTO SU DIFFERENTI VARIETÀ DI PERO**

Dottorando

Dott. Dott. Riccardo Peretto

Tutore

Dott. ssa Marilena Leis

(firma)

(firma)

Anni 2006/2008

INDICE

| | |
|---|---------|
| Capitolo 1. INTRODUZIONE..... | pag. 5 |
| 1.1 Rilevanza economica e produttiva del comparto piricolo..... | pag. 6 |
| Capitolo 2. SCOPO..... | pag. 9 |
| Capitolo 3. MATERIALI E METODI..... | pag. 15 |
| 3.1 Insetti..... | pag. 15 |
| 3.2 Piante..... | pag. 15 |
| 3.3 <i>Individuazione delle fasi di alimentazione e correlazione della posizione degli stilette nella condizione di contatto con l'ospite.....</i> | pag. 15 |
| 3.3.1 Strumentazione utilizzata..... | pag. 15 |
| 3.3.2 <i>L'electrical penetration graph.....</i> | pag. 16 |
| 3.3.3 I test con <i>Stephanitis pyri</i> | pag. 25 |
| 3.4 <i>Confronto delle fasi individuate e dei parametri osservabili con l'EPG-DC tra le due varietà.....</i> | pag. 26 |
| 3.5 <i>Influenza di Conference e William sul comportamento di <u>S. pyri</u> nella fase di pre-feeding e sulla permanenza dell'insetto sull'ospite.....</i> | pag. 27 |
| 3.5.1 Allestimento dei choice test in laboratorio..... | pag. 27 |
| 3.6 <i>Influenza di Conference e William sul comportamento di S. pyri nella fase di permanenza dell'insetto sull'ospite e sulla variazione del numero di individui adulti e ninfe sulle piante.....</i> | pag. 29 |
| 3.6.1 Allestimento del choise test in campo..... | pag. 29 |
| 3.6.2 Allestimento del no-choice test in campo..... | pag. 29 |
| Capitolo 4. RISULTATI..... | pag. 31 |
| 4.1 <i>Individuazione delle fasi di alimentazione e correlazione della posizione degli stilette nella condizione di contatto con l'ospite</i> | pag. 31 |
| 4.1.1 La fase 1..... | pag. 32 |
| 4.1.2 La fase 2..... | pag. 33 |
| 4.1.3 La fase 3..... | pag. 34 |
| 4.1.4 La fase 4..... | pag. 35 |
| 4.1.5 Correlazione della posizione degli stilette rispetto all'onda EPG-DC 1 e 2 | pag. 37 |
| 4.2 <i>Confronto delle fasi individuate e dei parametri osservabili con l'EPG-DC tra le due varietà</i> | pag. 43 |
| 4.3 <i>Influenza di Conference e William sul comportamento di <u>S. pyri</u> nella fase di pre-feeding e sulla permanenza dell'insetto sull'ospite.....</i> | pag. 45 |

| | |
|---|----------|
| 4.3.1 Allestimento dei choice test in laboratorio..... | pag. 45 |
| 4.4 <i>Influenza di Conference e William sul comportamento di S. pyri nella fase di permanenza dell'insetto sull'ospite e sulla variazione del numero di individui adulti e ninfe sulle piante.....</i> | pag. 54 |
| 4.4.1 Choice-test in campo | pag. 54 |
| 4.4.2 No choice-test in campo..... | pag. 60 |
| Capitolo 5. CONCLUSIONI..... | pag. 65 |
| Capitolo 6. BIBLIOGRAFIA..... | pag 79 |
| Appendice..... | pag. 101 |

Capitolo 1. INTRODUZIONE

I Tingidae (Laport, 1833) sono una Famiglia di Emitteri terrestri Cimiciformi di importanza media quanto al numero di specie conosciute, che è di circa 2000 complessivamente in tutto il mondo (Pericart, 1982). Appartiene al Sottordine degli Eterotteri che sono presenti in Europa con più di 1000 specie delle quali almeno 700 sono fitofaghe (Wagner, 1952, 1966, 1967, 1973), (Stichel, 1959, 1962), (Pèricart, 1972, 1982, 1983, 1984, 1987, 1990). Alcune specie appartenenti alla Famiglia delle Tingidae attaccano molte tra le più diffuse colture da frutto quali drupacee e pomacee, provocando seri danni (Ferrari et al., 1994). La Famiglia delle Tingidae appartiene all'Ordine dei Rincoti, insetti che basano la propria alimentazione fundamentalmente sulla suzione di linfa tramite il proprio apparato boccale propriamente adattato a svolgere questo compito. Le sintomatologie che questo Ordine provoca sulle piante e sui frutti attaccati si possono schematizzare in questo modo (Ferrari et al., 1994):

- Decolorazione e/o alterazione cromatica degli organi verdi
- Disseccamento di foglie e germogli
- Malformazioni, arricciamenti e rigonfiamenti.
- Rallentamento degli scambi gassosi e facilità di insediamento di funghi saprofiti (fumaggini)
- Infezioni secondarie da virus, batteri e funghi.

Una delle più importanti specie di Tingidae è *Stephanitis pyri* (Fabricius) conosciuta anche con il nome di “Tigre del pero” (fig. 1 a; 1b), temibile fitofago degli alberi da frutto appartenenti alla Famiglia delle Rosacee in tutta l’Europa meridionale, considerata un vero flagello fino alla metà dello scorso secolo (Putchkov, 1960). Questo fitofago ha come ospite d’elezione il *Pyrus communis*, oggi divenuta coltura tipica per la produzione di pere e di rilevante importanza economica per il settore primario della Regione Emilia Romagna. Da osservazioni personali non pubblicate, effettuate in diversi anni, posso affermare che la presenza di questo fitofago, quasi totalmente assente nelle aziende ad indirizzo produttivo frutticolo con disciplinare di lotta convenzionale, tende ad assumere invece una presenza significativa e ad effettuare notevoli danni in aziende dove si adotta un disciplinare di lotta biologica, ovvero secondo le indicazioni del regolamento 2092 del 24/6/91 che detta le norme fondamentali sul metodo di produzione biologico, ed il regolamento 2078/92 riguardante i metodi di produzione agricola compatibili con le esigenze dell’ambiente e con la cura dello spazio naturale. Questo aspetto risulta essere di grande interesse considerato che la “Pera dell’Emilia Romagna” ha ottenuto la qualifica di “Indicazione Geografica Protetta” (IGP) e che, a tutela di questo prodotto, attraverso la funzione esercitata da un consorzio istituito appositamente dal 2002, si applica un disciplinare che all’art. 4 cita testuali parole: “La

difesa fitosanitaria di prevalente utilizzo deve far ricorso, ove possibile, alle tecniche di lotta integrata o biologica.” (disciplinare e sistema di controllo “Pera IGP Emilia Romagna”)



Fig. 1a: *Stephanitis pyri*. Fig 1b: *S. pyri* su foglie di *Pyrus communis*. Fig. 1c: tipo di danno su foglia.

La tipologia del danno recato alle piante, tipica dei Rincoti, trova in *S. pyri* determinate caratteristiche specifiche e somiglianze con il danno effettuato da altre specie appartenenti alla Famiglia delle Tingidae. Le zone colpite dalle punture degli stilette evidenziano marcati ingiallimenti legati alla dechlorofilizzazione delle foglie ed al loro imbrattamento con il materiale escreto dagli insetti e a seguito delle ovodeposizioni (fig. 1c). Le uova vengono infatti deposte all'interno del tessuto fogliare e la sommità viene poi ricoperta con le escrezioni (fig. 1b).

Considerato il modesto numero di studi relativi alla Famiglia delle Tingidae e dato che molte delle specie appartenenti a questa Famiglia hanno caratteristiche tali da determinare un danno ambientale che coinvolge anche il settore agricolo, in particolare nella Regione Emilia-Romagna particolarmente vocata per la coltivazione del pero (*Pyrus communis*), un interessante contributo scientifico per incrementare le conoscenze comportamentali, in particolare quelle alimentari, può venire dallo studio di una delle specie appartenenti alla Famiglia delle Tingidae più importanti: *Stephanitis pyri*.

1.1 Rilevanza economica e produttiva del comparto piricolo

La produzione mondiale di pere supera i 19 milioni di t (media del quadriennio 2004-2007), di cui 18 milioni di t provengono dall'emisfero Nord, con una produzione in aumento di ben 6 milioni di t negli ultimi dieci anni, ed 1,4 milioni di t dall'emisfero Sud. La produzione nell'emisfero Sud è concentrata principalmente in Argentina, Sud Africa e Cile ed ormai da un decennio si mantiene costante, anche se prendendo in considerazione l'export di questi paesi (Rufato et al., 2008) osserviamo un aumento di circa 10.000 t annue di William verso il continente europeo, con previsioni di crescita ulteriore. Nell'emisfero Nord la Cina domina il panorama produttivo, mostrando per altro un costante incremento delle produzioni. Se si esclude la produzione cinese il principale paese produttore risulta essere l'Italia, con il 14% del totale, seguita dagli Stati Uniti con il 12%, dalla Spagna con il 9% e dalla Corea con il 7%.

L'Unione Europea evidenzia una produzione sostanzialmente stabile, di circa 2,5 milioni di t, anche se il *World Apple and Pear Association* (WAPA) ha previsto un calo del 14% rispetto al 2007. Il volume totale stimato dovrebbe così scendere a 2.161.000 tonnellate rispetto alle 2.516.000 del 2007 con Abate Fétel a quota 257.000 t, Conference 641000 t e William a quota 302.000 t. Gli ultimi dati indicherebbero per l'Italia un calo da 922.000 t del 2007 a 755.000 t del 2008 (Gigli, 2008) ma l'Italia risulta essere il principale produttore con una media produttiva di circa 900.000 t (Trentini et al., 2008) posizionandosi al 5° posto del *ranking di competitività degli affari delle pere* dietro Cile, Olanda, Belgio e Stati Uniti (Allen, 2008).

La produzione Italiana è seguita dalla Spagna con circa 600.000 t, dai paesi bassi con 280.000 t e dalla Francia con 250.000 t. I dati relativi al periodo 2000-2007 in Europa mostrano una sostanziale tenuta della varietà William, con 320.000 t, conseguenza di una sostanziale stabilità produttiva in Spagna, Italia e Francia, mentre si è assistito ad un consistente aumento della produzione di Conference che è passata da 600.000 t nel 2000 a 815.000 t nel 2007 (+36%). Abate Fétel, prodotta quasi esclusivamente in Italia, risulta in crescita, salendo dal 2000 ad oggi da 250.000 t a 300.000 t. I dati vanno oltretutto considerati in una situazione che attualmente non si presenta eccedentaria nelle produzioni, che permette all'intera produzione di esser venduta, determinando un profitto (Trentini et al., 2008).

Relativamente al mercato italiano si assiste ad una notevole concentrazione dell'offerta (circa il 70%) in sole tre varietà: Abate Fétel (280.000 t), William (130.000 t) e Conference (130.000 t). Il territorio ferrarese, assieme a quello delle province di Bologna, Ravenna e Modena costituisce l'areale tipico della coltivazione del pero, raggiungendo nell'insieme il 60% della superficie coperta da questa coltura ed il 70% della produzione nazionale. L'Emilia Romagna dunque rappresenta la regione, non solo Italiana ma anche Europea, a più forte vocazione piricola. Data la notevole importanza, dal punto di vista economico, del comparto pericolo, la Regione Emilia Romagna, nell'ambito della Legge n. 28/98 "*Promozione dei servizi di sviluppo al sistema agro-alimentare*" ha approvato, per il triennio 2007-2009, il *Progetto integrato per il sostegno della filiera pero in Emilia-Romagna*, progetto coordinato dal Centro Ricerche Produzioni Vegetali, cofinanziato dalle Province di Modena, Ferrara, Ravenna e dalle Organizzazioni di Produttori ortofrutticoli che aderiscono al Centro Ricerche sulle Produzioni Vegetali (CRPV) (Missere, 2008).

Capitolo 2. SCOPO

Lo scopo della mia tesi è stato quello di osservare e registrare, per la prima volta, il comportamento alimentare dell'insetto rendendo possibile l'individuazione di diverse fasi che lo compongono ed un'analisi dettagliata di queste. Tali fasi possono essere esaminate in tempo reale, grazie all'impiego dell'*Electrical Penetration Graph* (EPG) che consente anche di sapere per ogni momento quale fase l'insetto sta effettuando. Lo strumento inoltre consente di ottenere un tracciato grafico, che deriva dall'interazione pianta-insetto durante l'alimentazione e consente di evidenziare, attraverso la lettura del tracciato stesso, la presenza di fasi diverse. L'individuazione delle varie fasi avviene grazie all'osservazione di variazioni del tracciato nel tempo e alla presenza, per ciascuna specie, di *onde caratteristiche* che possono essere in numero e durata variabile nel tracciato.

Ogni campione è costituito da un insetto, del quale viene registrato il tracciato (waveform).

Per approfondire le conoscenze sul comportamento alimentare dell'insetto, per ogni singola fase mi sono avvalso della stilectomia, una delle più utilizzate tecniche per le analisi del comportamento alimentare degli insetti che riguardano sia gli aspetti chimici relativi alla saliva del fitofago e della linfa delle piante, sia ad aspetti funzionali e legati ai tessuti della pianta coinvolti nel processo di suzione (Fischer and Frame, 1984). La stilectomia prevede il taglio degli stiletti dell'apparato boccale con l'ausilio di un microbisturi elettrico (microcauterio) e deve avvenire nei momenti in cui l'insetto si alimenta. Questo perché per cibarsi l'insetto è costretto ad estroflettere gli stiletti attraverso l'azione dei muscoli protrattori, perforando e penetrando i vari tessuti fogliari. Gli stiletti a questo punto rimangono esposti, nella porzione non penetrata nella foglia, all'ambiente esterno e di conseguenza è possibile il loro taglio.

Con l'inclusione in resina dei tessuti vegetali contenenti anche gli stiletti dell'insetto e grazie all'utilizzo della microscopia elettronica sono in grado di definire meglio il percorso degli stiletti e mettere in evidenza sia i tessuti coinvolti dal loro passaggio sia eventuali tessuti oggetto di suzione (Parthasarathy, 1975). La possibilità di eseguire il taglio in un preciso momento consente di correlare ogni fase, rilevabile con l'EPG, con la posizione degli stiletti all'interno dei tessuti fogliari (Backus, 1994). L'impiego dell'EPG, abbinato all'intervento di stilectomia, con l'ausilio della microscopia ottica ed elettronica a trasmissione può consentire di osservare l'esatta posizione degli stiletti recisi all'interno dei tessuti fogliari per ogni tipologia di *onda caratteristica* o fase individuata. La raccolta di queste importanti informazioni permette di studiare i tessuti vegetali coinvolti nell'alimentazione, riuscendo a stabilire il livello di specializzazione alimentare del fitofago.

Poiché alcuni Emitteri si alimentano inserendo gli stiletti all'interno del floema e poiché alcune Famiglie di Rincoti anche le Tingidi mostrano la presenza di specie in grado di effettuare

una scelta della pianta mediante analisi qualitativa dell'insetto, come nel caso di *Stephanitis pyrioides* (Scott) (Stewart et al., 2002) lo studio intrapreso vuole individuare le fasi di alimentazione della specie *Stephanitis pyri* e correlare la posizione degli stiletti nel mesofillo fogliare in relazione a tali fasi.

Inoltre la ricerca vuole effettuare confronti sulla durata delle varie fasi e su altri parametri riguardanti le fasi stesse su differenti tipi di ospite, rappresentati da due genotipi di *Pyrus communis*: William e Conference, entrambe, come precedentemente visto (cap. 1.1) di rilevante importanza economica per la loro diffusione come coltura tradizionale nella Regione Emilia Romagna. La correlazione, con l'impiego delle metodologie menzionate ed attraverso l'analisi dei periodi di penetrazione degli stiletti (*during stylet penetration*), consente di effettuare confronti tra varietà e può consentire di localizzare eventuali meccanismi di resistenza nelle piante, stabilendo quali varietà sono suscettibili o resistenti all'attacco da parte dei fitofagi (Spiller et al., 1985; Kimmins et al., 1985; Campbell and Dreyer, 1990; Van Helden and Tjallingii, 1990; Givovich and Niemeyer, 1991; Van Helden and Tjallingii, 1993).

Molti sono stati gli studi, con l'utilizzo dell'EPG, che hanno consentito di correlare i comportamenti dei fitofagi alle informazioni fornite dallo strumento. Tra i principali insetti oggetto di studi troviamo quelli appartenenti alle famiglie degli Afididi (Reese et al., 1993), dei Cicadellidi (Hunter and Backus, 1989; Kabrick and Backus, 1990; Wayadande and Nault, 1993; Malone et al., 1999; Stafford and Walzer 2008), dei Tripidi (van de Wetering et al., 1998; Kindt et al., 2003) ed Aleirodidi (Walker and Perrig, 1994; Johnson and Walker, 1999; Walker and Janssen, 2000; Johnson et al., 2002; Jiang and Walker, 2003). Questi ed altri studi hanno spesso evidenziato, tra i diversi Emitteri, differenze significative nel comportamento dell'insetto su differenti specie o genotipi di piante (Kimmins, 1989; Tjallingii et al., 1998; Jiang et al., 2001; Jiang et al., 2004; Jiang et al., 2007).

Inoltre uno studio condotto anche su alcune varietà di melo, altra specie di rosacee come il *Pyrus communis* da me considerato, ha messo in luce la proprietà di resistenza all'attacco da parte dell'afide lanigero *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) (Sandanayaka et al., 2003) per alcune di queste piante, successivamente confermata grazie ad indagini di tipo genetico.

Questi studi hanno ispirato la mia indagine per osservare se esistono differenze nel comportamento alimentare di *Stephanitis pyri* su ospiti diversi, rappresentati in questo caso dalle due varietà William e Conference.

L'identificazione del numero di fasi alimentari, l'individuazione di differenze significative nella durata di alcune di queste tra i due genotipi e l'identificazione della posizione degli stiletti per ciascuna fase può consentire di osservare a quale livello del mesofillo fogliare si esplicano tali differenze.

Le caratteristiche interne delle piante, sia di natura chimica sia di natura fisica-meccanica possono influenzare il comportamento alimentare dell'insetto durante la penetrazione degli stiletti a livello di epidermide, mesofillo e tessuti vascolari (Pollard, 1973; Harrewijn, 1990; Montllor, 1991; Pickett et al., 1992). La determinazione delle fasi di alimentazione di un insetto, l'individuazione della posizione degli stiletti all'interno dei tessuti vegetali per ciascuna fase individuata (*during stylet penetration*) può consentire, attraverso confronti tra differenti varietà di piante, di localizzare meccanismi di resistenza o fenomeni di maggiore o minore suscettibilità all'attacco da parte degli insetti fitofagi (Campbell and Dreyer, 1990; Van Helden and Tjallingii, 1990; Givovich and Niemeyer, 1991; Van Helden and Tjallingii, 1993). I meccanismi di resistenza che possono essere studiati o localizzati con l'EPG sono di tipo *meccanico* o di tipo *chimico*. Questi meccanismi si possono trovare nel floema oppure in altri tessuti (cuticola, mesofillo, epidermide, ecc...) che vengono attraversati dagli stiletti.

Il probing rimane comunque quella fase che anticipa l'alimentazione vera e propria e la decisione finale dell'insetto di alimentarsi viene presa dopo la fase di probing. Negli afidi si è evidenziata la presenza di stimoli negativi a livello floematico, con differenze di alimentazione tra due genotipi di *Lactuca sativa* (Composite), dovute probabilmente a sostanze deterrenti presenti a livello floematico (Van Helden and Tjallingii, 1993). Inoltre nella fase che precede il contatto con l'ospite diversi esperimenti hanno dimostrato che Afidi, Coleotteri, Miridi e Lepidotteri selezionano il proprio ospite per alimentarsi o per deporre le uova in base alla presenza di sostanze volatili presenti nell'aria emesse dalla pianta o presenti sulla superficie fogliare (Guerrieri et al.; 1999; Coracini et al., 2003; Mauchline et al., 2004; Margaritopoulos et al., 2005; Janz et al., 2005;).

La ricerca su *Stephanitis pyri* prevede anche lo studio del comportamento alimentare nella fase di pre-contatto e pre-penetrazione con l'ospite attraverso dei test di scelta (choice test) eseguiti sempre sui genotipi William e Conference, realizzando diversi esperimenti sia in campo sia in laboratorio.

I test di confronto tra le due varietà in laboratorio hanno previsto l'utilizzo di foglie o porzioni di foglia. L'impiego di materiale vegetale asportato dalle piante è sempre stata una prassi impiegata per testare la palatabilità ed eventualmente la presenza di resistenza nella pianta (Barnes e Ratcliffe, 1967; Barnes et al., 1969; Sams et al. 1975; Kogan e Golden, 1970; Kogan, 1972 a,b; 1975; Shalk and Stoner, 1976; Raina et al. 1980; Kogan e Paxton, 1983; Reynolds e Smith, 1985; Risch, 1985; Jones and Coleman, 1988; Khan et al., 1990; Ventura et al., 2004).

Le foglie appartenenti alle due varietà si diversificano notevolmente tra loro per alcuni aspetti morfologici, infatti quelle appartenenti a Conference appaiono nettamente più ricurve su se stesse e spesso si sovrappongono, offrendo un riparo maggiore all'insetto, al contrario le foglie appartenenti alla varietà William sono meno ricurve e ben separate tra loro offrendo un riparo minore.

Per escludere il fattore morfologico tra le foglie appartenenti alle due varietà l'esperimento in laboratorio è stato ripetuto utilizzando porzioni circolari di foglie che risultano prive di curvatura. Eventuali differenze significative nella preferenza alimentare dell'insetto sarebbero a questo punto attribuibili a caratteristiche di tipo meccanico-strutturali oppure alla presenza di sostanze chimiche e/o alla loro concentrazione nelle foglie (Harborne, 1988, Lei et al., 1999).

Per gli esperimenti in campo, svolti al fine di riprodurre il più possibile le condizioni ambientali presenti in ambiente aperto, ho realizzato delle serre in grado di circondare e racchiudere tutti gli individui di tingide introdotti e nati, consentendo di monitorare il numero di tingidi nel tempo e la distribuzione di questi sulle piante. Inoltre la realizzazione di opportune strutture in grado di ricreare il più possibile le reali condizioni ambientali che si riscontrano nelle aree coltivate, permette di mettere in luce diversi aspetti comportamentali e legati al ciclo biologico dell'insetto come orientamento, preferenza alimentare, fenomeni di suscettibilità o di resistenza della pianta all'attacco del fitofago, longevità, fitness, luogo di ovodeposizione ecc. Tutto questo permette di effettuare studi basati sul confronto di questi aspetti tra più varietà potendo anche decidere quale generazione e/o fase del ciclo biologico di un insetto prendere in considerazione (Safena, 1969; Chalfant e Mitchell, 1970; Saxena et al., 1974; Schalk e Stoner, 1976; Birch, 1989; Awmack and Leather, 2002). Inoltre ho realizzato esperimenti in campo perchè utili ad ovviare eventuali alterazioni comportamentali che possono avvenire in laboratorio e questa prassi viene generalmente utilizzata per questa tipologia di esperimenti (Jones and Sullivan, 1979; Lyman and Cardona, 1982; Dickson et al., 1990; Pfanneistiel and Meagher, 1991).

Oltre ai test di scelta ho eseguito anche test di non scelta (no-choice test) per osservare lo sviluppo della popolazione di *S pyri*, sia degli adulti sia delle ninfe, sulle due varietà di *Pyrus communis* testate in modo indipendente cioè evitando che una varietà influenzi l'insetto nella scelta dell'ospite. Questo esperimento è stato eseguito in campo secondo le modalità applicate per gli altri esperimenti con l'unica differenza di aver tenuto separate le piante in base al tipo di varietà. Mantenendo separate le varietà ho cercato di mettere in evidenza la reale capacità di sviluppo di una popolazione della tingide su una determinata varietà e di confrontare i risultati ottenuti osservando eventuali differenze significative nello sviluppo delle popolazioni tra le varietà testate.

In sintesi quindi tra gli scopi di questa tesi vi sono: l'individuazione delle fasi di alimentazione del fitofago sulla pianta durante la penetrazione degli stiletti, lo studio della posizione degli stiletti all'interno del tessuto fogliare e la sua correlazione ad ogni fase, il confronto della durata e di altri parametri relativi di ciascuna fase tra due varietà testate, la preferenza nella scelta dell'ospite ed il confronto della capacità di sviluppo della popolazione tra le due varietà serviranno

a dare un importante contributo allo studio del comportamento alimentare di questo temibile fitofago.

Inoltre i dati raccolti permetteranno di ampliare le conoscenze inerenti alle varietà di piante testate, contribuendo all'individuazione di caratteri degni di attenzione, sui quali focalizzare l'interesse nell'ottica di un'agricoltura che si basa su scelte a minor impatto ambientale.

Capitolo 3. MATERIALI E METODI

3.1 Insetti

In tutti gli esperimenti ho utilizzato individui adulti, maschi e femmine, di *Stephanitis pyri* discendenti da quelli prelevati da zone comprese tra la Provincia di Ferrara e quella di Rovigo. Gli insetti capostipite sono stati raccolti con l'ombrello entomologico su piante di pero selvatico *Pyrus pyraster* (Burgsd.), di pero comune *Pyrus communis* (L.) e di melo *Malus pumila* (Mill.). Gli insetti che sono stati impiegati in ogni esperimento erano adulti, maschi e femmine di prima, seconda e terza generazione, allevati su piante di *Pyrus communis* appartenenti alla varietà indipendente Abate in piena fase vegetativa, in celle a temperatura controllata a 22 C° con illuminazione 16:8 d/n.

Solo per l'esperimento relativo ad uno dei Choice test con utilizzo di dischi fogliari, sono stati utilizzati esemplari adulti di *S. pyri* appartenenti alla prima generazione allevati sulla varietà Conference ritenuta, rispetto alla William, quella maggiormente suscettibile all'attacco di *S. pyri*.

3.2 Piante

Le piante utilizzate in tutti gli esperimenti sono astoni di un anno appartenenti alla specie *Pyrus communis*, delle varietà William, Abate e Conference, innestati rispettivamente su Butyrra Hardi / BA29 per William ed Abate e su cotogno Sydo per Conference. Tutte piante utilizzate negli esperimenti sono esenti da trattamenti chimici contro fitofagi e malattie fungine e sono state allevate in vasi di plastica, con terreno standard per colture arboree e innaffiati periodicamente.

3.3 Individuazione delle fasi di alimentazione e correlazione della posizione degli stiletti nella condizione di contatto con l'ospite

3.3.1 Strumentazione utilizzata

Il mio studio prevede l'utilizzo simultaneo di più strumentazioni che sono: Electrical Penetration Graph (EPG-DC, Wageningen University), il software per la lettura dei dati (PROBE 3), il microbisturi elettrico (RF microcautery unit), la gabbia di Faraday, il micromanipolatore NARISCHIGE (Japan), il binoculare Nikon 48161, il microscopio ottico Nikon Eclipse E200, (Tokyo, Japan), il programma di analisi d'immagine photoshop, il Microscopio Elettronico a Trasmissione HITACHI H-800 TEM presso il Centro di Microscopia Elettronica dell'Università di Ferrara, l'ultramicrotomo Reichart Om U2, (Germany). Le sezioni semifini, di 1 µm di spessore, prima dell'osservazione al microscopio ottico sono state colorate con Blue di metilene. Le sezioni ultrasottili di 600 Å sono state poste su retini e contrastate con Acetato di Uranile e Citrato di Piombo.

3.3.2 L'Electrical Penetration Graph

Nel 1960 McLean and Kinsey svilupparono il primo elettronico monitor, diventato uno dei principali strumenti per studiare le interazioni tra le piante ed insetti appartenenti all'Ordine degli Omotteri. Dal 1985, dopo la convenzione di Tjallingii, questo strumento venne chiamato *Electrical Penetration Graph* (EPG). Lo studio attraverso l'impiego dell'EPG consente di monitorare gli insetti nelle fasi di puntura e di suzione (*piercing-sucking*), fasi non direttamente osservabili (Walzer and Backus, 2000). Lo strumento si basa su due concetti quali: *voltaggio* e *resistenza*. In particolare nella metodologia impiegata ho utilizzato una versione di ultima generazione dello strumento che si chiama EPG-DC, risultato finale di una serie di modificazioni della versione precedente dello strumento (Shaefers, 1966; Tjallingii, 1978, 1985a, 1988) che si chiamava EPG-AC.

Funzionamento dell'Electrical Penetration Graph (EPG-DC)

L'EPG-DC (fig. 2; fig. 3) è composto da due elettrodi, una sorgente di corrente (voltage) ed una resistenza, tutti collegati tra loro. La sorgente di corrente (Vs) origina un input di corrente che attraverso un filo d'oro con diametro pari a 2,5- 25 micron, arriva direttamente all'elettrodo posto sull'insetto. La preparazione consiste nel posizionare sul dorso dell'insetto un elettrodo costituito da un filamento d'oro di diametro pari a 10 micron e lunghezza variabile tra i 4-5 centimetri. Il filamento d'oro viene attaccato sul dorso dell'insetto tramite colla conduttiva a base di argento, mentre l'altra estremità viene collegata, attraverso un'apposita presa, all'EPG (Walker and Backus, 2000). L'insetto poi è posizionato nella pagina superiore di una foglia, nel nostro esperimento, di *Pyrus communis*.

Quando l'insetto, con il proprio apparato boccale pungente succhiante, penetra i tessuti per succhiare la linfa permette alla corrente elettrica di passare alla pianta e di diffondersi immediatamente al terreno sottostante tramite la soluzione circolante e l'umidità del terreno. Attraverso il secondo elettrodo, posto nel terreno, la corrente ritorna alla sorgente (Vs) passando per un filo d'oro del medesimo spessore di quello precedente.

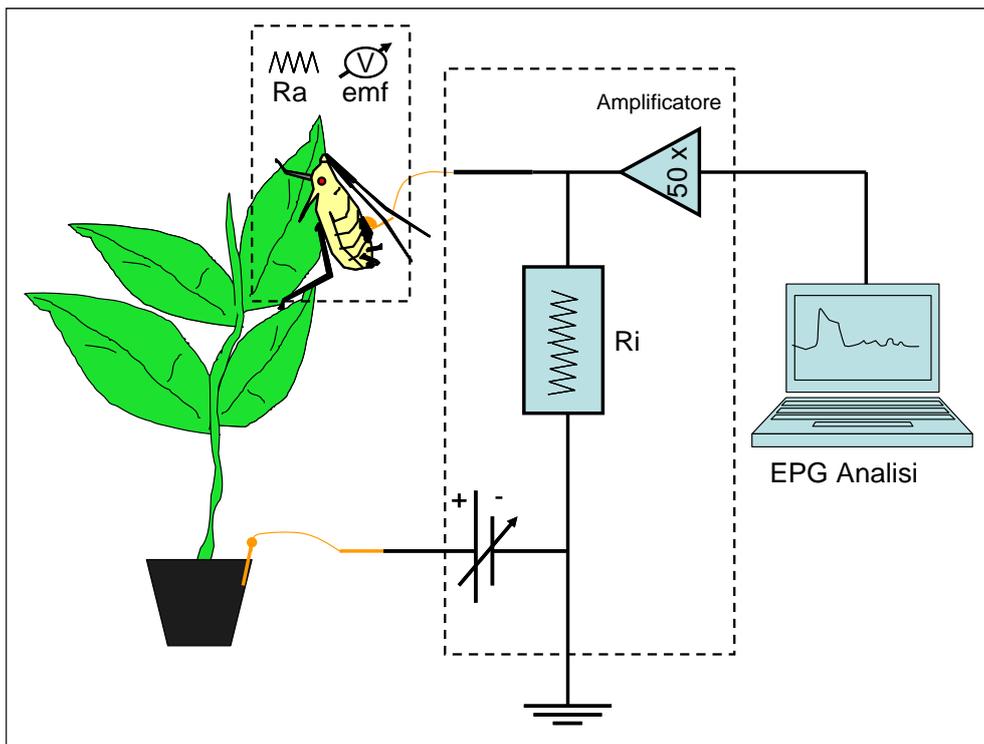


Fig 2: schema dell'EPG-DC. Sono evidenziati in arancione gli elettrodi posti sul dorso dell'insetto e nel terreno del vaso contenente la pianta. In nero è segnato lo schema del circuito elettrico.

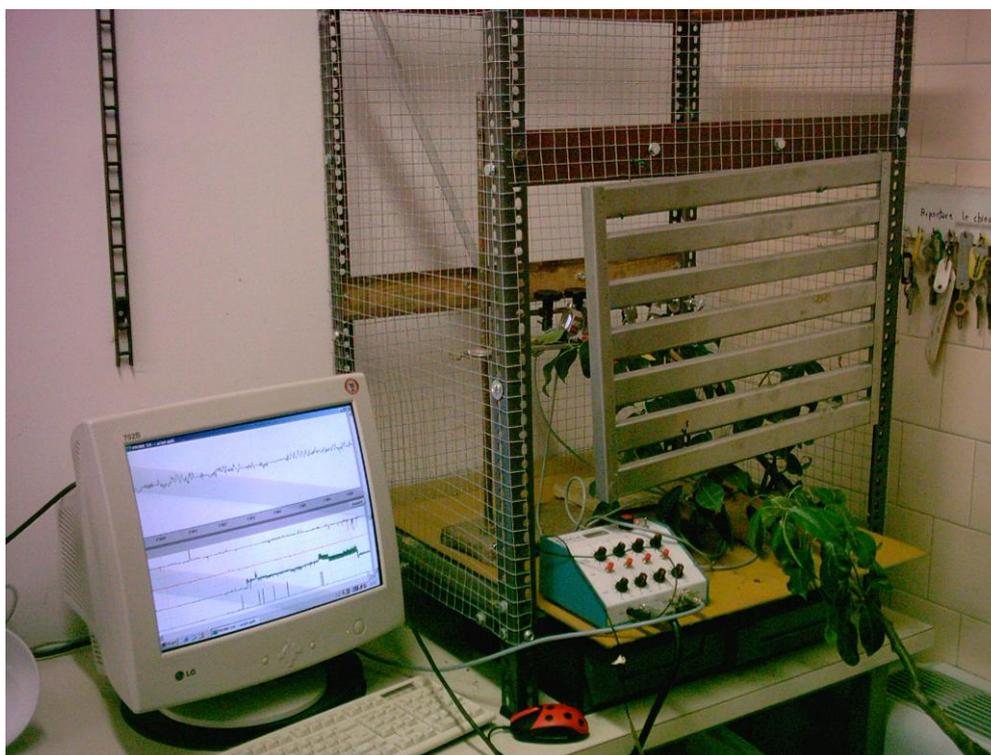


Fig. 3: fotografia dell'EPG-DC in funzione, nel monitor sono visibili i tracciati delle onde registrate durante le fasi di alimentazione di *S. pyri*.

Questo percorso che compie la corrente elettrica viene definito il *circuito primario*. Durante il passaggio della corrente si generano due resistenze elettriche: una prima resistenza (R_i) fissa, vicino alla sorgente (V_s) ed una seconda resistenza (R_a) variabile che dipende dalla interazione pianta-insetto. *Ogni volta che la corrente incontra ed attraversa una resistenza (misurata in Ohm Ω) si determina contemporaneamente un calo di voltaggio*; tale fenomeno è conosciuto come *voltage drop across the resistor* (V_x); per esempio il *voltage drop across the resistor* R_a avrà il simbolo V_a . Analogamente R_i determinerà V_i , quindi $V = V_i + V_a$. La variazione del voltaggio viene rilevato tramite l'applicazione di un voltmetro che legge la variazione di V_i . Dal valore di V_i si ottiene indirettamente il valore di V_a , funzione diretta dell'attività dell'insetto sulla pianta. I dati registrati relativi alle variazioni del voltaggio sono trasformate da uno specifico programma informatico (PROBE 3) in un tracciato grafico, visibile da un monitor, che riporta in ordinata il valore del voltaggio ed in ascissa il tempo.

Il valore del voltaggio V *non è mai costante* perché $V = V_s + emf$ (dove v_s rappresenta il rifornimento di voltaggio ed *emf* le *forze elettromotrici* misurabili solo con la versione EPG-DC, a disposizione per la mia ricerca, e non con la versione EPG-AC) ed il valore di *emf* non è mai costante ma fluttua a seconda dei differenti eventi biologici (Tjallingii, 1988).

Il salto di potenziale R_i (*voltage drop across resistor* R_i) viene calcolato attraverso questa formula:

$$V_i = V (R_i / (R_i + R_a))$$

Il salto di potenziale R_a (*voltage drop across resistor* R_a) viene calcolato attraverso questa formula:

$$V_a = V (R_a / (R_i + R_a))$$

V_s e R_i sono *costanti*

V_i : *inversamente proporzionale* a R_a .

V_i : *direttamente proporzionale* ad *emf*.

La registrazione delle variazioni di voltaggio V è chiamato *Electrical Penetration Graph* o EPG (Walker and Backus, 2000).

Quando gli stiletto di un apparato boccale pungente succhiante, completamente rinchiusi nell'astuccio salivare dell'insetto, incominciano a scorrere spuntano con le loro estremità

dall'astuccio salivare. A questo punto, a seconda della specie studiata, si incominciano a rilevare le prime differenze nel comportamento alimentare del fitofago, osservabili dalla variazione di voltaggio nel grafico. La resistenza (R_a) cambia in base alle caratteristiche della saliva, alla variazione di concentrazione ionica della linfa succhiata dall'insetto oppure se le valvole salivari siano aperte o chiuse. Per esempio in alcuni insetti molto studiati come gli afidi, si ha emissione di saliva che, gelificando attorno la punta degli stiletti, li richiude nuovamente. Gli stiletti effettueranno subito dopo un'altra perforazione della saliva appena gelificata e questa successione di eventi si ripete per un numero variabile di volte (*shaft and tips*). La resistenza generata dalla corrente elettrica durante il passaggio nella saliva aumenta, in questo caso, durante la gelificazione della saliva stessa e tale fenomeno genera un tracciato grafico caratteristico (Tjallingii, 1988).

Tramite il monitor possiamo osservare in tempo reale le fluttuazioni del voltaggio V e valutare la presenza di onde caratteristiche ovvero di fluttuazioni contraddistinte da elementi distintivi che si ripetono nel tempo. Tale fase di studio è comunemente conosciuta come la *caratterizzazione dell'onda*.

Correlando le differenze di fluttuazione di voltaggio a specifici eventi biologici (ingestione della linfa dal floema, ingestione della linfa dallo xilema, produzione di astucci salivari, salivazione ecc...) possiamo determinare la durata, la frequenza e la sequenza degli avvenimenti o delle diverse fasi che caratterizzano l'alimentazione dell'insetto, ottenendo pertanto informazioni di base per lo studio delle interazioni pianta-insetto.

Riassumendo le fluttuazioni di potenziale (V_i) sono determinate da due fattori: R_a ed emf. La variazione di R_a può dipendere da diversi fattori (concentrazione ionica del cibo nel canale alimentare dell'insetto e della saliva nel canale salivare nell'apparato boccale dell'insetto durante le fasi di ingestione e salivazione, dall'apertura o dalla chiusura delle valvole salivari e cibariali, dalla rottura della saliva gelificata e dalla fuoriuscita della saliva).

I tre maggiori contributi alla costituzione dell'emf sono: *potenziale di membrana*, *potenziale di flusso* e *potenziale elettrodo* (Walker and Backus, 2000).

Il *potenziale di membrana* è la componente più importante dell'emf e deriva dalla differenza di carica elettrica tra i due lati della membrana semipermeabile della cellula. La membrana plasmatica possiede una permeabilità che varia nei confronti di ioni differenti e questo è alla base della differente carica elettrica tra esterno ed interno della cellula. Il salto di potenziale tra esterno ed interno della cellula varia tra 100 e 180 mV ed il potenziale del fluido all'esterno della cellula risulta essere di solito positivo. Quando gli stiletti dell'insetto perforano il plasmalemma il potenziale negativo intracellulare determinerà un calo di potenziale, *potenzial-drop (pd)* che l'EPG-DC è in grado di evidenziare (Tjallingii, 1985b).

Potenziale di flusso: si genera all'interno del canale alimentare e salivare degli insetti durante le fasi di alimentazione. I soluti presenti in un fluido all'interno di un capillare tendono a disporsi più esternamente quelli con carica negativa e più internamente quelli con carica positiva. Quando il fluido incomincia a scorrere (es. durante la fase di alimentazione degli insetti Omotteri) le cariche elettriche tendono a spostarsi nella parte inferiore del capillare dando origine ad una differenza di potenziale. Di conseguenza questo potenziale si osserva soltanto quando scorre un fluido all'interno degli stiletti mentre scompare completamente quando l'insetto termina la fase di alimentazione o di salivazione. Inoltre il potenziale, una volta generato, può variare anche a seconda della pressione idrostatica e della conduttività del soluto.

Potenziale elettrodo: si genera quando due elettrodi sono connessi ad una soluzione elettrolitica. Questo potenziale non dipende dal comportamento alimentare dell'insetto e dalle interazioni con la pianta.

Standardizzazione dei materiali e dei metodi utilizzati con l'EPG

Piante: Le piante utilizzate per i test con l'EPG devono essere standardizzate (per età, specie, varietà, stadio vegetativo e non trattate con prodotti chimici o biologici, ecc.). Eventuali fenomeni noti di resistenze o suscettibilità di talune specie di piante o varietà nei confronti di determinati fitofagi devono essere considerate (Kolima et al., 1979; Bilyk et al., 1984; Argandoña and Corcuera, 1985; Weibull et al., 1986; Weibull, 1988; Rahbè et al., 1990). Le foglie devono essere immobilizzate al fine di prevenire quei movimenti dovuti all'aumento o alla diminuzione del turgore cellulare della pianta oltre che per ridurre il rischio di spostamenti legati ad altre cause.

Eventuali movimenti della pianta possono infatti determinare il distacco dell'insetto dalla superficie fogliare, interrompendo nella peggiore delle ipotesi la fase di alimentazione dell'insetto stesso. Inoltre l'asportazione o il taglio di porzioni di pianta ne alterano le caratteristiche ed è per questo motivo che si dovrebbero utilizzare piante intatte (Montllor et al., 1991).

Per ottenere uno spettro rappresentativo della variabilità delle piante e degli insetti oltre che del tipo di interazione pianta-insetto che si studia è necessario eseguire ogni volta il test con l'EPG su un insetto diverso ed allo stesso modo sostituire di volta in volta la pianta con un'altra (Niemeyer et al., 1989; Kabrick and Backus, 1990).

Inoltre per testare insetti su varietà differenti è opportuno allevarli su un genotipo diverso da quelli che vengono testati e che quest'ultimo sia geneticamente equidistante da quello che si va a testare (Walker and Backus, 2000).

Insetti: La posizione degli insetti deve essere standardizzata ovvero essi devono essere posti sulla stessa parte o luogo della pianta (Argañona et al., 1981; Mackenzie and Vernon, 1988; Berberet et al., 1991) ed è preferibile testare quelli della stessa età e dello stesso sesso. Sarebbe preferibile inoltre testare individui adulti di età inferiore alle 24 ore; esperimenti sulle ninfe sono molto difficili da eseguire causa le loro ridotte dimensioni (Walker and Backus, 2000).

Localizzazione dell'esperimento: I test con l'EPG sono molto sensibili a qualsiasi fonte di disturbo che normalmente presenta l'ambiente (rumore, sbalzi di temperatura, precipitazioni, vento ecc.), perciò un luogo adatto è il laboratorio, dove le condizioni ambientali possono essere controllate e, se necessario, stabilite. Al fine di ridurre ulteriormente il disturbo magnetico proveniente dall'ambiente circostante è molto utile utilizzare, sopra lo strumento, una gabbia di Faraday (Backus e Bennet, 1992).

Durata degli screening con EPG: I test con l'EPG non hanno una durata stabilita che possa essere adatta ai diversi casi che vengono studiati. Infatti negli esperimenti che sono stati eseguiti si possono trovare differenze, in termini di durata, con range che varia da pochi minuti fino a molti giorni. Se noi vogliamo registrare tutte le waveform che caratterizzano gli individui appartenenti ad una determinata specie può essere necessario un lungo periodo di registrazione. Nel momento in cui si studiano individui appartenenti ad una specie mai studiata precedentemente con l'EPG diventa ancora più difficile dare una risposta sul periodo necessario per ottenere le informazioni che ci interessano (Walker and Backus, 2000). Nel caso degli afidi, ad esempio, la letteratura scientifica cita molti casi dove la waveform E2, correlata all'attività di alimentazione degli afidi nel floema, si caratterizza per essere particolarmente lunga (Van Helden, 1990, 1992; Tjallingii and Mayoral, 1992; Van Helden and Tjallingii, 1993) quindi si possono ipotizzare tempi più lunghi di registrazione in questi casi.

Un parametro utile per determinare la durata dell'analisi con l'EPG è rappresentato dal tempo necessario, ad un certo numero di insetti, per raggiungere, dalla prima emissione di saliva, la fase floematica (E2).

Secondo Van Helden and Tjallingii (1993) 16 ore sono considerate un periodo di tempo necessario per ottenere una registrazione completa (registrazione che comprenda tutte le fasi di alimentazione dell'insetto) e successive analisi hanno constatato che le seconde otto ore di registrazione non fornivano ulteriori informazioni. Secondo Van Helden (1992) otto ore rappresentano un periodo di tempo, seppur approssimativo, per riuscire ad individuare la fase floematica E2.

Quando effettuare l'esperimento: Effetti circadiani sono stati osservati sul comportamento alimentare degli afidi e probabilmente sono causati dai periodi circadiani delle piante o degli insetti oppure dalla variazione di illuminazione luce/buio (Cull e Van Emden, 1977). In certi casi i cicli circadiani sono stati osservati anche con illuminazione continua (Van Helden and Tjallingii, 1993), come sono stati altrettanto osservati casi in cui non vi erano differenze del comportamento alimentare tra fase luminosa e fase oscura (Tjallingii, 1985).

Uno studio ha dimostrato però che i cicli circadiani portano alla variazione del contenuto in aminoacidi nel floema mentre non avvengono cambiamenti di livello nel contenuto in zuccheri (Winter et al., 1992). Infatti il livello di zuccheri nel floema è mantenuto costante all'interno della pianta indipendentemente dalla concentrazione dello stesso negli altri tessuti. Quindi per evitare complicazioni derivanti dai ritmi circadiani è opportuno standardizzare l'inizio delle registrazioni con l'EPG alla stessa ora del giorno.

Numero di repliche: Le registrazioni con l'EPG hanno evidenziato una certa variabilità. Per poter determinare differenze significative il numero di repliche deve essere di almeno 15-20 per trattamento, dove una replica consiste in un nuovo insetto testato su una nuova pianta. La deviazione standard di molti parametri è spesso vicina alla media oppure superiore alla media. Questo implica la necessità di periodi adeguati per raccogliere un numero di dati sufficienti da poter effettuare delle comparazioni tra trattamenti (Walker and Bakus, 2000).

Effetti dei pre-trattamenti o fase di preparazione: Gli effetti di pre-trattamenti (preparazione dell'insetto, delle piante, ecc.) sono un'importante sorgente aggiuntiva di variabilità (Montllor e Tjallingii, 1989; Van Helden e Tjallingii, 1993). Gli effetti del pre-trattamento o preparazione si sono osservati sugli afidi sia prima della fase di alimentazione (Van Helden e Tjallingii, 1993) sia durante la fase di alimentazione. Per esempio su afidi non alimentati durante la fase di preparazione si è osservato un incremento di attività nella fase di ingestione xilematica (G) (Spiller et al., 1990) rispetto a quelli ben alimentati che infatti mostravano un'attività xilematica inferiore. Bisogna cercare, per queste ragioni, di ridurre il più possibile il periodo di pre-trattamento e di standardizzarlo per tutti gli individui utilizzati. Viene considerato una buona misura dell'effetto del disturbo recato agli insetti nella fase preparatoria il tempo impiegato dall'insetto per effettuare la prima penetrazione (*time before 1st penetration*), dall'inizio della registrazione (Van Helden e Tjallingii, 1993).

Altri effetti: Durante gli esperimenti con l'EPG l'insetto viene collegato allo strumento attraverso un sottile filo d'oro che serve per la trasmissione del segnale elettrico. Questa

metodologia offre però l'inconveniente di limitare il movimento che l'insetto avrebbe in condizioni naturali oltre a determinare uno stress che può causare variazioni nell'attività di alimentazione. Nei casi di disturbo l'insetto non si alimenta (*non penetration behavior*) (Hardie and Powel, 2000). Misurare quanto queste cause di stress influenzano il naturale comportamento dell'insetto non è semplice (Walker and Backus 2000).

Raccolta dei dati: La raccolta dei dati avviene attraverso l'impiego del software PROBE 3, in grado di tradurre il segnale elettrico in un tracciato all'interno di un grafico. Il tracciato grafico, che si caratterizza per un numero variabile di onde (waveforms), indica in ogni punto il tempo, riportato in ascissa, ed il voltaggio, riportato in ordinata. Tutte queste informazioni sono memorizzate in apposite cartelle informatiche.

Analisi dei risultati: Durante l'esperimento si possono osservare direttamente i tracciati delle diverse waveform che si originano. Questa possibilità permette lo studio dei tracciati delle onde incominciando dal momento stesso nel quale esse si formano. Il software permette di rendere visibile, attraverso il monitor del computer, un tracciato di una lunghezza equivalente a 30 minuti di registrazione. Questo è molto utile perché consente allo studioso di osservare contemporaneamente l'insetto e l'attività di alimentazione.

Parametri valutati con l' EPG.

Molti sono i parametri che si possono studiare e che sono forniti dall'EPG. Le analisi dei parametri devono prima essere affrontate per un individuo ed in seguito per tutti gli individui.

➤ *Parametri non sequenziali:* i parametri non sequenziali (Van Hende e Tjallingii, 1993) comprendono, per ogni tipologia di onda rilevata la *durata totale*, la *frequenza di comparsa* e la *durata media* (durata totale/frequenza). Inoltre viene calcolata la *sommatoria della durata totale di tutte le onde*. Questi parametri non prendono in considerazione l'ordine con il quale si generano le onde e non spiegano le cause della differenza tra un'onda ed un'altra. Questi parametri sono utilizzati per ottenere un'impressione generale. Tra i parametri non sequenziali rientra anche la durata totale dei periodi in cui l'insetto non penetra il tessuto vegetale con gli stilette. Come per le tipologie di onde anche per i periodi di non penetrazione viene calcolata la *durata totale* comunemente chiamata *durata no-penetration* o *no-probe*. Il calcolo della frequenza e della durata media dei *no-probe* rientra invece tra i *pre-penetration parameters* descritti di seguito.

➤ *Parametri sequenziali*: Sono parametri in grado di fornire molte informazioni sulle fasi di alimentazione dell'insetto ed inoltre, a differenza dei parametri non sequenziali, questi sono in grado di evidenziare meglio le differenze tra differenti linee di piante impiegate e di trarre, con maggior chiarezza, le conclusioni (Tjallingii e Van Hendell, 1993). Tra i principali parametri sequenziali utilizzati abbiamo:

1. Durata del primo periodo di non-alimentazione (*duration of 1st no-penetration* o *no-probe*): parametro sensibile allo stress dell'insetto dovuto alla fase preparatoria ed all'eventuale presenza di sostanze sulla superficie fogliare. Normalmente si usa scrivere *np* per abbreviare la scritta *no-probe*.
2. Durata della prima penetrazione (*duration of 1st penetration* o *1st probe*): parametro sensibile allo stress dell'insetto durante la fase di preparazione ed al contenuto cellulare durante la fase di penetrazione.
3. Durata del secondo periodo di non-alimentazione (*duration of 2nd np.*): evidenzia il comportamento dell'insetto dopo la prima penetrazione.
4. Durata del primo periodo di non alimentazione dopo la prima onda (*duration of np after 1st waveform*): evidenzia il comportamento dell'insetto dopo la prima fase di alimentazione e viene confrontato con la durata del secondo periodo di non alimentazione.

➤ *Pre-Penetration Parameter*: sono parametri utilizzati in combinazione con i parametri sequenziali e sono ricavati dai periodi di tempo trascorsi da una fase di penetrazione alla successiva ovvero dai periodi di *no-probe* (*np*). In questo modo possiamo ricavare la *durata media degli np* e la *frequenza degli np*.

Calcolo degli errori

Una delle principali cause che determinano un errore nella valutazione dei dati forniti dall'EPG può derivare dal momento in cui si decide di interrompere la registrazione dell'esperimento. A volte può capitare che l'esperimento si concluda prima che l'ultima waveform sia terminata ovvero si interrompa artificialmente la registrazione del segnale provocando così una sottostima dell'attività dell'insetto. Una soluzione potrebbe venire dallo scarto dell'ultima waveform ma questo non risolve il problema della sottostima, per questo l'ideale resta quello di includere nelle registrazioni ogni waveform e di programmare un periodo di registrazione

sufficientemente lungo per riuscire ad osservare ogni fase di alimentazione dell'insetto (Van Heddell and Tjallingi, 1993).

3.3.3 I test con *Stephanitis pyri*

Il mio esperimento, realizzato nel Laboratorio di ecologia applicata all'ambiente terrestre del Dipartimento di Biologia ed Evoluzione dell'Università di Ferrara ha previsto l'osservazione, per la prima volta, del comportamento alimentare di *Stephanitis pyri* attraverso l'utilizzo dell'EPG-DC. La sperimentazione ha previsto l'esecuzione di un numero adeguato di screening riguardanti esemplari adulti di tingide del pero, per descrivere, in questa specie, le caratteristiche del tracciato grafico o *caratterizzazione dell'onda* EPG-DC, stabilendo pertanto le tipologie delle *onde* che lo compongono. Gli screening sono stati effettuati ciascuno su un individuo diverso per un numero complessivo di venti prove realizzate. Ciascun insetto utilizzato per uno screening è stato preparato e collocato sulla pianta per i test con l'EPG-DC, secondo la tecnica convenzionale (Walker et al., 2000) (vedi cap. 3.3.2).

Ogni insetto è stato dunque posizionato sulla pagina superiore di foglie appartenenti a piante di *Pyrus communis* delle quali si nutre e successivamente si spostava su quella inferiore. La scelta di posizionare l'insetto sulla pagina superiore rispetto a quella inferiore è stata dettata dal fatto che, sebbene *S. pyri* si alimenti dalla pagina inferiore, in questo modo l'insetto subiva un minor stress. Per l'esperimento di caratterizzazione dell'onda e correlazione della posizione degli stiletti ho utilizzato piante appartenenti alla specie *Pyrus communis*, varietà William e Conference (cap. 3.2). Queste sono state impiegate in modo alternato tra loro utilizzando sempre una pianta diversa per ogni test con un individuo di *S. pyri* anch'esso sostituito in ogni nuova prova.

L'EPG-DC in dotazione permette di eseguire fino a quattro screening di durata variabile a seconda dell'esigenza e di registrare tutti i tracciati degli insetti testati contemporaneamente. La raccolta delle informazioni relative ai tracciati EPG-DC tramite un computer, che negli esperimenti effettuati ho impostato per un periodo di tempo pari a otto ore, mi ha consentito poi di esaminarli uno alla volta e di individuare, grazie al software PROBE 3, tipologie di *onde* differenti che nel loro insieme permettono di ottenere la *caratterizzazione dell'onda* EPG-DC per la specie *S. pyri*. Lo stesso programma di lettura mi ha permesso anche di stabilire la lunghezza temporale di ogni singola tipologia di onda e di raccogliere informazioni utili per lo studio di alcuni parametri (cap. 3.3.2).

L'esperimento nella seconda fase ha visto il tentativo di correlare le diverse *onde* EPG-DC o waveform, individuate attraverso i precedenti screening, con la posizione degli stiletti nei tessuti fogliari. Ad ogni nuova waveform ho tentato il taglio dello stiletto dell'insetto attraverso una scossa elettrica prodotta dal microcautery secondo la tecnica di Fischer and Frame (1984). Il taglio

dell'apparato boccale deve essere effettuato contemporaneamente all'onda EPG-DC che si desidera correlare. Per agevolare l'operazione di taglio degli stiletti mi sono avvalso dell'ausilio di un micromanipolatore (cap. 3.3.1) che permette di effettuare piccoli movimenti e di ottimizzare il posizionamento del bisturi in corrispondenza dell'apparato boccale e dell'ausilio un binoculare (cap. 3.3.1) per poter osservare, ad ingrandimento maggiore, le operazioni di avvicinamento. Dopo ogni taglio dell'apparato boccale ho provveduto a sostituire l'insetto tagliato con un nuovo individuo. Le porzioni di tessuto vegetale contenenti gli stiletti dell'insetto sono state asportate e preparate per l'inclusione in resina. Successivamente, dopo aver osservato i preparati in microscopia ottica, per quei preparati che presentavano una disposizione ottimale degli stiletti nel mesofillo fogliare oltre che un buon stato di conservazione dei tessuti e delle strutture, ho proceduto all'osservazione in microscopia elettronica a trasmissione. L'inclusione in resina è avvenuta secondo metodiche standard (Uwin, 1978; Calatayud et al., 1996).

3.4 Confronto delle fasi individuate e dei parametri osservabili con l'EPG-DC tra le due varietà

Il confronto è stato eseguito tra le varietà Conference e William (cap. 3.2) appartenenti alla specie *Pyrus communis*, utilizzando individui adulti di *S. pyri* prelevati dalla prima generazione di individui di una popolazione sviluppata su piante appartenenti alla cultivar indipendente Abate. Ogni individuo utilizzato nei test con l'impiego dell'EPG-DC è stato preparato secondo le modalità prima descritte (cap. 3.3.1) adottate per la fase sperimentale riguardante la caratterizzazione dell'onda EPG-DC e la correlazione della posizione degli stiletti all'interno del mesofillo fogliare (cap 3.3).

L'esperimento ha previsto per ogni test l'impiego di un diverso individuo oltre che la sostituzione della pianta impiegata con una nuova. Una volta che gli insetti sono stati preparati per l'esperimento sono stati posizionati su una pianta cercando di standardizzarne il più possibile la posizione su di essa. Pertanto gli adulti di tingide venivano posizionati sulla stessa parte o luogo di pianta che, nel mio esperimento, era la zona centrale della pagina superiore di una foglia. Come nel caso del precedente esperimento la scelta di posizionare l'insetto sulla pagina superiore rispetto a quella inferiore è stata dettata dal fatto che, sebbene *S. pyri* si alimenti dalla pagina inferiore, l'insetto in questo modo subiva un minor stress. Al contrario tentativi di posizionamento degli individui sulla pagina inferiore risultavano complicati dato che spesso l'insetto, per effetto della forza di gravità, non si aggrappava alla foglia stessa. Gli insetti posizionati invece sulla pagina superiore nell'arco di alcuni secondi si portavano da soli sulla pagina inferiore. Tutte le repliche sono state effettuate durante il giorno e mai durante le ore notturne al fine di limitare al massimo differenze dovute a ritmi circadiani, con intensità di illuminazione e livelli di temperatura costanti.

Numero di repliche: Ogni replica consisteva nel realizzare un test con l'EPG-DC della durata di 8 ore con un diverso individuo adulto di *Stephanitis pyri*. Ho previsto di ottenere almeno venti prove per ogni varietà, quindi venti tracciati appartenenti ad altrettanti individui diversi per varietà. Tutte le prove ottenute sono state validate, cioè sono state prese in considerazione per lo studio solo quelle nelle quali non si fossero verificate interruzioni di registrazione del periodo impostato. Questi dati, correlati alla posizione degli stiletti nei tessuti vegetali, sono sufficienti (Walker and Backus, 2000) per completare il lavoro di analisi dei parametri valutabili con l'EPG precedentemente descritti (cap. 3.3.1), potendo così dimostrare se esistono differenze significative tra le varietà in termini di suscettibilità o di resistenza all'attacco della tingide.

L'analisi statistica di tutti i parametri ottenuti con EPG e dei dati ottenuti dal confronto del comportamento alimentare dell'insetto in relazione alle due varietà è stata eseguita con il test di Mann-Whitney ($p < 0,05$), uno dei più potenti test non parametrici utilizzati per confrontare valori ordinali provenienti da una distribuzione continua (Siegel and Castellan, 1988)

3.5 Influenza di Conference e William sul comportamento di S. pyri nella fase di pre-feeding e sulla permanenza dell'insetto sull'ospite.

3.5.1 Allestimento dei choice test in laboratorio

Choice test con utilizzo di foglie: L'esperimento si basava sulla preferenza dell'insetto nei confronti di foglie ottenute dalle varietà William e Conference (cap. 3.2). Per la sua realizzazione ho utilizzato delle scatole petri del diametro di 15 cm dentro le quali sono stati disposte 6 foglie (3 di Conference e 3 di William) di ugual dimensione, in modo alternato tra loro per varietà. Le foglie sono state raccolte, per ciascuna varietà, da piante differenti ed utilizzate immediatamente dopo esser state prelevate. Sono stati impiegati 492 individui adulti maschi e femmine di *S. pyri*, della III generazione, allevati su varietà Abate (cap. 3.1) e a digiuno da 2h.

Ogni gruppo di esemplari testati era costituito da 6 individui e posto al centro della petri. Di seguito veniva eseguito il conteggio degli insetti presenti sui due tipi di foglie, ogni 5 minuti per un'ora consecutiva. I dati raccolti sono stati elaborati attraverso un confronto tra le medie del numero di insetti presenti sui dischi di ogni varietà, utilizzando il calcolo del t di Student. Il periodo in cui ho svolto gli esperimenti in questione è stato quello dei mesi di Settembre ed Ottobre 2006 .

Choice test con utilizzo di dischi fogliari: Le foglie appartenenti alle due varietà presentano caratteristiche morfologiche notevolmente diverse tra loro in particolare per la diversa curvatura (fig. 5a; fig. 5b). Le foglie di Conference appaiono maggiormente ricurve offrendo maggior

possibilità di riparo a specie di insetti che svolgono parte del ciclo biologico sulle foglie. Per escludere il fattore l'esperimento è stato ripetuto utilizzando porzioni circolari di foglie, ottenute dalle medesime varietà, che non presentavano più curvatura. Per realizzare questo esperimento ho utilizzato le scatole petri del diametro di 15 cm, prima descritte, dentro le quali sono stati disposti 6 dischi fogliari (3 di Conference e 3 di William), tagliati delle dimensioni di 2 cm, in modo alternato per varietà. Successivamente introducevo in ciascuna scatola petri sei insetti, adulti maschi e femmine di *S. pyri* della III generazione, allevati su varietà Abate. Ad intervalli di cinque minuti, per un tempo complessivo di un'ora, effettuavo il conteggio degli insetti presenti sui dischi fogliari per ciascuna varietà. Ho realizzato 46 repliche per un totale di 552 insetti utilizzati ed alla fine ho calcolato, per ogni frazione di tempo pari a 5 minuti il valore medio del numero di insetti presenti sopra i dischi delle due varietà. I dati raccolti sono stati elaborati attraverso un confronto tra le medie del numero di insetti presenti sui dischi di ogni varietà, utilizzando il calcolo del t di Student.

Choice test con utilizzo di dischi fogliari – insetti allevati su varietà Conference

L'esperimento si basa, come per l'esperimento precedente, sulla preferenza dell'insetto nei confronti di porzioni circolari di foglia, ottenute dalle medesime varietà e con le stesse metodiche degli esperimenti sopra citati, ma con la differenza di aver impiegato adulti di III generazione, maschi e femmine di *S. pyri*, allevati su piante provenienti dalla varietà Conference anziché di Abate. Ho realizzato 46 repliche per un totale di 552 insetti allevati su piante di Conference ed alla fine ho calcolato, per ogni frazione di tempo, il valore medio del numero di insetti presenti sopra i dischi delle due varietà. I dati raccolti sono stati elaborati attraverso un confronto tra le medie del numero di insetti presenti sui dischi di ogni varietà, utilizzando il calcolo del t di Student.

3.6 Influenza di Conference e William sul comportamento di S. pyri nella fase di permanenza dell'insetto sull'ospite e sulla variazione del numero di individui adulti e ninfe sulle piante.

3.6.1 Allestimento del choice test in campo

Per realizzare questo esperimento ho utilizzato quindici piante per entrambe le due varietà Conference e William. Gli astoni di un anno di età (cap. 3.1) sono stati posizionati in campo prima della fase fenologica di germogliazione e disposti su due file parallele ad una distanza, sulla fila, di 40 cm l'uno dall'altro. Gli astoni sono stati disposti su ciascuna fila in modo alternato per varietà, ottenendo quindi due file parallele composte da piante di Conference intervallate a piante di William (fig. 4). Al fine di isolare le piante da possibili attacchi da parte di fitofagi, parassiti e

predatori di *S. pyri*, ogni fila è stata ricoperta con la rete antiafidi, metodologia molto efficace per prevenire questi attacchi (Smith, 1989).

L'infestazione artificiale delle piante di pero ha avuto luogo il giorno 13 Giugno 2007 utilizzando adulti di *S. pyri* appartenenti alla I generazione, allevata su Abate. Sono stati introdotti due insetti adulti per pianta e l'infestazione è risultata uniforme, condizione molto importante per il successo dell'esperimento.

I rilievi sono iniziati dal terzo giorno dall'introduzione degli adulti, ad intervalli successivi di tre giorni, conteggiando il numero di insetti adulti presenti su ogni pianta e, successivamente, anche il numero di ninfe presenti in seguito alla schiusa delle uova deposte dagli adulti introdotti. Al termine della prova sono stati confrontati i valori medi di insetti presenti per varietà, ottenuti in ogni data di campionamento. L'esperimento si è concluso il giorno 25 Luglio 2007 causa il completo deperimento delle piante a seguito dell'infestazione da parte della popolazione di tingidi. Il confronto statistico tra le medie è stato effettuato attraverso il calcolo del t di Student.

3.6 2 Allestimento del no-choice test in campo

Per realizzare questo esperimento ho utilizzato quindici astoni di Conference e William (cap. 3.2) posizionandoli in campo, in modo tale da ottenere due file parallele, ognuna delle quali con piante appartenenti solo ad una varietà (fig. 4). Le singole piante erano distanziate lungo la fila di 40 cm l'una dall'altra. Al fine di isolare le piante da possibili attacchi da parte di fitofagi, parassiti e predatori di *S. pyri*, ogni fila è stata ricoperta con la rete antiafidi (Smith, 1989). Questo intervento consentiva anche di proteggere le piante da possibili danni da agenti atmosferici.

L'infestazione artificiale delle piante di pero ha avuto luogo il giorno 28 Aprile 2008 utilizzando adulti di *S. pyri* appartenenti alla I generazione, allevata sulla varietà Abate e l'infestazione è risultata uniforme. L'anticipo dell'inizio dell'esperimento rispetto al periodo del 2007 è dipeso dalla presenza anticipata degli insetti adulti, che sono stati catturati per dar inizio all'allevamento su piante di varietà Abate, negli ultimi giorni del mese d'Aprile.

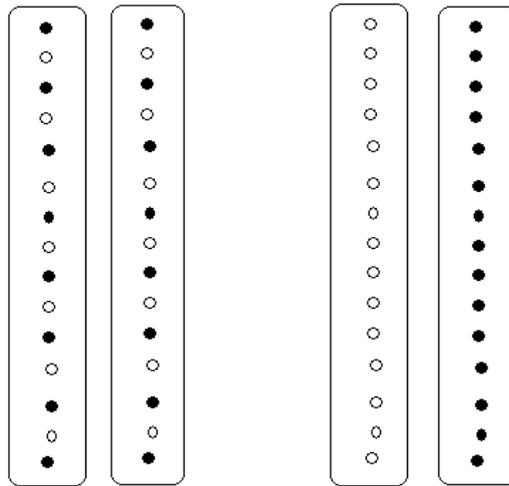


Fig. 4: rappresentazione schematica della disposizione delle piante nel corso del choice test (prime due colonne partendo da sinistra) e del no-choice test (ultime due colonne). In nero sono rappresentate le piante appartenenti alla varietà William, in bianco quelle appartenenti alla Conference.

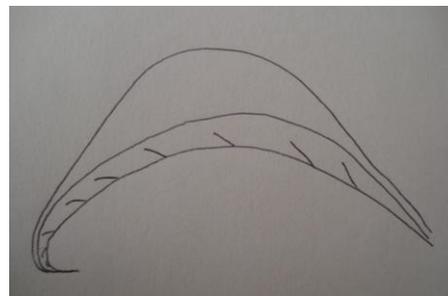
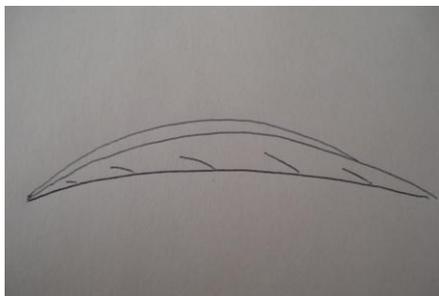


Fig. 5a: schema del profilo della foglia di William; 5b: schema del profilo della foglia di Conference.

Capitolo 4. RISULTATI

4.1 Individuazione delle fasi di alimentazione e correlazione della posizione degli stiletti nella condizione di contatto con l'ospite

Lo studio condotto su *Stephanitis pyri* mi ha permesso di monitorare, per la prima volta, il comportamento alimentare dell'insetto attraverso la registrazione dei tracciati EPG-DC. L'analisi dei tracciati mi ha consentito di effettuare la *caratterizzazione dell'onda EPG-DC*, individuandone i differenti tipi di *onda* e le diverse fasi che la compongono. Attraverso l'osservazione dei tracciati registrati ho individuato due tipologie di *onde* che concorrono alla caratterizzazione dell'onda EPG-DC. Le due tipologie, chiamate *onda 1* e *onda 2*, rappresentano due distinte fasi dell'alimentazione dell'insetto. Oltre alle due fasi osservabili, l'*onda 1* e l'*onda 2* la caratterizzazione dell'onda EPG-DC di *S. pyri* si compone di altre due fasi rappresentate da quella di inizio (fase 1), relativa alla penetrazione degli stiletti all'interno dei tessuti fogliari, osservabili con l'impiego del binoculare, e dalla fase conclusiva (fase 4) dove si possono osservare, sempre tramite binoculare, gli stiletti fuoriuscire dai tessuti fogliari. Complessivamente la caratterizzazione dell'onda EPG-DC di *S. pyri* si compone di quattro fasi due delle quali, fase 2 e fase 3, sono rispettivamente individuabili attraverso la comparsa delle due onde caratteristiche quali: l'*onda 1* e l'*onda 2*.

Il numero totale degli screening effettuati e validati, considerando anche i tracciati ottenuti nei test per l'esperimento di confronto della durata delle fasi tra le due varietà (cap. 3.4), si attesta a 85, tutti di durata pari a 8 ore. In tutti questi screening lo studio del tracciato grafico ha escluso la presenza di altre tipologie di *onde* potendo stabilire anche che il numero massimo di fasi tipologicamente diverse che per *S. pyri* è di quattro, seppur con durata e frequenza diversa per ciascun individuo.

Nella grande maggioranza dei tracciati grafici osservati, che registrano attività alimentare dell'insetto, viene messa in luce almeno una volta la comparsa della fase 1, rappresentativa del momento di perforazione degli stiletti dei tessuti fogliari e della fase 4, associata al termine dell'attività assieme all'estrazione degli stiletti dalla foglia. Le diverse fasi, come spiegherò di seguito, seppur contraddistinte da caratteristiche proprie, variano nella loro frequenza e nella loro lunghezza a seconda dell'individuo e della pianta testata. In diversi tracciati l'attività alimentare dell'insetto si registra più volte lungo l'intero arco delle otto ore di osservazione. In questi casi, alla ripresa dell'attività alimentare può capitare di non osservare la fase 1, o che essa sia quasi del tutto impercettibile, e questo accade, come riscontrato dalle mie osservazioni, quando l'insetto, mantenendo la stessa posizione sulla foglia, utilizza la stessa perforazione più volte.

In alcuni tracciati si osserva solo la fase 1 e questo fenomeno è stato osservato ripetersi diverse volte per lo stesso individuo. In questi casi le caratteristiche grafiche tipiche della fase 1,

descritte di seguito, non vengono espletate pienamente. Un'altra caratteristica che accomuna tutti i tracciati è che di seguito alla fase 1 può comparire soltanto la fase 2 o *onda 1*. Solo a quel punto può apparire la fase 3 o *onda 2*, non essendo infatti mai apparsa la fase 3 direttamente di seguito alla fase 1. Alla fase 2 può seguire occasionalmente la fase 3 o *onda 2* che ha una frequenza di comparsa inferiore alla fase 2. Durante l'intero arco delle 8 ore di registrazione l'insetto, come si è osservato, effettua degli intervalli, in corrispondenza dei quali si verifica un tracciato grafico piatto, che possono variare di lunghezza e la ripresa dell'attività alimentare può avvenire anche per alcune decine di volte e per ogni ripresa dell'attività si osserva la sequenza di fasi sopra descritta.

4.1.1 La fase 1

Questa fase rappresenta la prima, in ordine sequenziale, di quelle individuabili tramite l'EPG-DC durante l'attività alimentare di *S. pyri*. Questa fase trova come esempio rappresentativo il tracciato grafico EPG-DC, relativo alla fase 1 riportato di seguito (fig. 6). L'immagine rappresenta esattamente quello che si osserva dal monitor del computer nel corso dell'esperimento. Le due immagini con sfondo bianco rappresentano entrambe lo stesso tracciato grafico relativo all'attività alimentare di un solo insetto con la differenza che l'immagine in alto riassume il periodo di un'ora mentre quella sotto evidenzia un dettaglio della prima immagine su un periodo temporale molto più breve pari a dieci secondi, permettendo inoltre di ottenere la visione più dettagliata di elementi grafici del tracciato.

Questa fase si manifesta in un arco temporale relativamente breve che può variare da circa un secondo fino a quasi dieci secondi. Come si può osservare dal secondo tracciato grafico, quello riportato in basso, la fase 1 si caratterizza, nella sua prima parte, per la presenza di picchi generalmente di notevole dimensioni, con oscillazioni in termini di voltaggio difficilmente raggiunte nelle altre fasi, in particolare la fase 2 e la fase 3. Le oscillazioni del voltaggio nella prima parte della fase 1 possono variare da meno di un volt fino a 8-9 volt, con un'ampiezza relativa che può arrivare fino a 0,2 secondi, valore relativamente elevato per la specie dato e raggiungibile soprattutto nella fase 2.

La parte iniziale della fase 1 si caratterizza anche per l'incremento repentino di attività del segnale elettrico, che in tutti i casi osservati non compare mai in misura graduale ma improvvisamente. Nell'arco di un periodo di tempo che può variare da 0,2 fino a circa 7-8 secondi, che rappresenta il tempo massimo della prima parte della fase 1, il segnale può raggiungere infatti valori tra i più elevati osservabili nell'analisi dei tracciati di questa specie. Come si nota dall'immagine (fig. 6) del tracciato relativo al periodo di un'ora (tracciato superiore nell'immagine) si possono notare, all'inizio di ogni attività del segnale elettrico, i picchi appartenenti alla prima parte della fase 1 che raggiungono livelli di voltaggio superiori alla quasi totalità di quelli

osservabili nell'intero tracciato. Dallo stesso tracciato si possono notare due momenti nei quali l'insetto si alimenta, separati da un periodo di tempo dove il segnale dell'EPG-DC è piatto. In entrambi i periodi di alimentazione l'inizio dell'attività alimentare, come risulta dal grafico, si possono apprezzare improvvisi sbalzi di voltaggio relativi alla prima parte della fase 1. Da questa immagine si possono notare le altre tipologie di onde elencate precedentemente e delle quali parleremo in seguito.

Dopo la prima parte della fase 1, che si caratterizza per la presenza di picchi ravvicinati di notevole altezza, si osserva un progressivo smorzamento dei picchi fino ad ottenere oscillazioni di voltaggio, molto spesso inferiori ad 1 Volt.

Una volta che la diminuzione delle oscillazioni di voltaggio si è conclusa, portandosi su valori costanti, prende inizio la seconda parte della fase 1. In questa fase gli stiletti, all'osservazione tramite stereomicroscopio, appaiono inseriti all'interno del mesofillo fogliare e la posizione dell'insetto rimane costante. Le oscillazioni del tracciato come detto possono, a questo punto, mantenersi costanti al massimo per alcuni secondi prima di variare di nuovo, nel passaggio tra la fase 1 e la fase 2. La fase 1 si concluderà solo quando le caratteristiche morfologiche dell'onda cambieranno divenendo quelle tipiche della fase 2.

4.1.2 La fase 2

Questa fase segue sempre e solo la fase 1 ma, al contrario di questa, possiede caratteristiche in termini di durata e di morfologia del tracciato che la rendono quella mediamente più lunga, fino a quattro ore (tab. 1), e più standardizzata lungo il suo percorso. Alla fase 2 (fig. 7), per le caratteristiche sopra menzionate, ho anche assegnato il titolo di *onda* tipica per questa specie o *onda 1*. Oltre alla durata complessiva più elevata la fase 2 possiede anche la frequenza più alta rispetto alle altre fasi, in particolare, all'onda 2 (tab. 1), con valori che variano da circa venti ad oltre trenta apparizioni, mediamente, a seconda dell'individuo testato e della varietà di pianta presa in considerazione, lungo le otto ore di registrazione.

L'*onda 1* si caratterizza per picchi di dimensione variabile, suddivisibili per altezza in due gruppi. Un tipo è contraddistinto da oscillazioni di voltaggio che variano da un minimo di circa 1 volt fino ad un massimo di circa quattro volt. L'ampiezza di questi picchi può variare da alcuni centesimi di secondo fino circa 0,2 secondi, valore relativamente elevato per questa specie considerando che ampiezze analoghe si osservano soltanto nella prima parte della fase 1. Infine la frequenza per questo primo gruppo di picchi è variabile tra i circa 0,5 secondi e 2 secondi.

Il secondo gruppo di picchi, suddivisi come accennato in base ad alcune caratteristiche che li accomunano, si distinguono per ampiezza dell'ordine del centesimo di secondo ed altezze che si aggirano attorno al valore di 0,5 volt, decisamente inferiori e molto più regolari di quelle del primo

gruppo. Le loro frequenze sono costanti e i picchi regolari. Essi vengono interrotti dai picchi più grandi che, come detto, appaiono con un tempo che varia da 0,5 a 2 secondi. All'osservazione dell'insetto tramite stereomicroscopio durante la fase 2 esso appare immobile, con stilette inserite nel mesofillo fogliare. La fase 2 può terminare lasciando spazio a due tipi di fasi. Nella maggioranza dei casi essa viene seguita dalla fase 4, quindi dal termine dell'attività alimentare dell'insetto, mentre in alcuni casi si ha l'inizio della fase 3 o *onda 2*. Il passaggio tra una fase e l'altra in entrambi i casi avviene in modo repentino, con il termine improvviso della fase 2 e l'inizio altrettanto veloce di una delle altre due fasi.

4.1.3 La fase 3

Questa è una fase che, come quella precedentemente descritta, possiede caratteristiche legate al tracciato grafico tali da permetterne la classificazione con il grado di *onda*, che in questo caso ho chiamato *onda 2*. Il tracciato dell'*onda 2* (fig. 8) infatti mantiene caratteristiche costanti per un tempo che a volte può essere lungo, anche se decisamente inferiore all'*onda 1*, aggirandosi in media a valori di circa mezz'ora (tab. 1). Come detto la fase 3 si origina dal termine della fase 2 ed il passaggio avviene nell'arco di 2-3 secondi, nella grande maggioranza dei casi. In questo breve periodo di passaggio da una fase ad un'altra il tracciato evidenzia un graduale transito dalle caratteristiche dell'*onda 1* a quelle dell'*onda 2*. Soltanto in qualche caso il passaggio avviene con qualche secondo in più. L'*onda 2* si caratterizza per la presenza di una sola tipologia di picchi (fig. 8) con cadenza molto regolare, che può variare, da individuo ad individuo, da valori di circa 0,7-0,8 secondi a 1,2-1,5 secondi in media. Varia invece molto di più l'altezza che possono raggiungere i picchi, in relazione non solo alle caratteristiche individuali ma anche all'intensità di attività alimentare che può variare notevolmente in relazione al periodo di digiuno. I valori più elevati per quanto riguarda l'altezza dei picchi si possono osservare non solo nella parte iniziale della fase 3 ma anche successivamente, con soglie anche di 3 volt. Cali di attività si osservano talvolta durante la fase 3, passando da valori prossimi a 3 volt a valori anche inferiori al volt. Interessante è osservare come, in tutti i casi sopra descritti, l'ampiezza dei picchi rimane costante. A differenza dell'*onda 1* l'*onda 2* si manifesta con frequenza decisamente più bassa e che si attesta su valori, a seconda delle varietà utilizzate, di 9-10 eventi nell'arco di tempo considerato, rispetto ai 25-32 dell'altra *onda* (tab. 1).

Il comportamento dell'insetto tramite stereomicroscopio, durante la fase 3, è, come per la fase 2, statico, con stilette inserite nella foglia.

Dopo la fase 3 può seguire nuovamente e solo la fase 2, seppur con variabilità in termini di durata. Questo (il passaggio tra *onda 2* ad *onda 1*) avviene in modo repentino, nel breve tempo di circa un secondo, talvolta ancora meno.

L'onda 2, come vedremo descritto in seguito (cap. 4.1.2), è risultata quella con differenze significative in termini di durata media osservata nel confronto tra le due varietà.

4.1.4 La fase 4

Questa fase (fig. 9) segna la conclusione dell'attività alimentare da parte dell'insetto, infatti rappresenta quel periodo di tempo necessario ad estrarre gli stiletti dai tessuti fogliari, come ho potuto osservare tramite l'impiego dello stereomicroscopio. Questa fase si caratterizza per un tracciato grafico che denota oscillazioni di piccola entità, tutte al disotto del volt e con un'ampiezza limitata a qualche centesimo di secondo. È una fase di durata molto breve che, come detto, può essere preceduta soltanto dalla fase 2. Il transito tra le due fasi consecutive avviene in modo repentino e quantificabile in qualche centesimo di secondo. La fase 4, come detto sopra, rappresenta in tutti i casi il termine dell'attività alimentare che si conclude, osservando il tracciato, in maniera altrettanto improvvisa, con un crollo deciso e totale del segnale, nel momento esatto in cui non si ha più contatto tra stiletti e tessuto fogliare: pertanto il segnale ritorna ad essere piatto.



Fig. 6: grafico EPG relativo alla fase 1, delimitata dalla linea tratteggiata. Come si può osservare essa presenta picchi di notevole ampiezza nella prima parte che progressivamente tendono ad attenuarsi, con oscillazioni inferiori ad 1 volt. In ordinate il voltaggio ed in ascisse il tempo in secondi. Lo stesso tracciato è riportato con due scale temporali diverse (sopra e sotto).

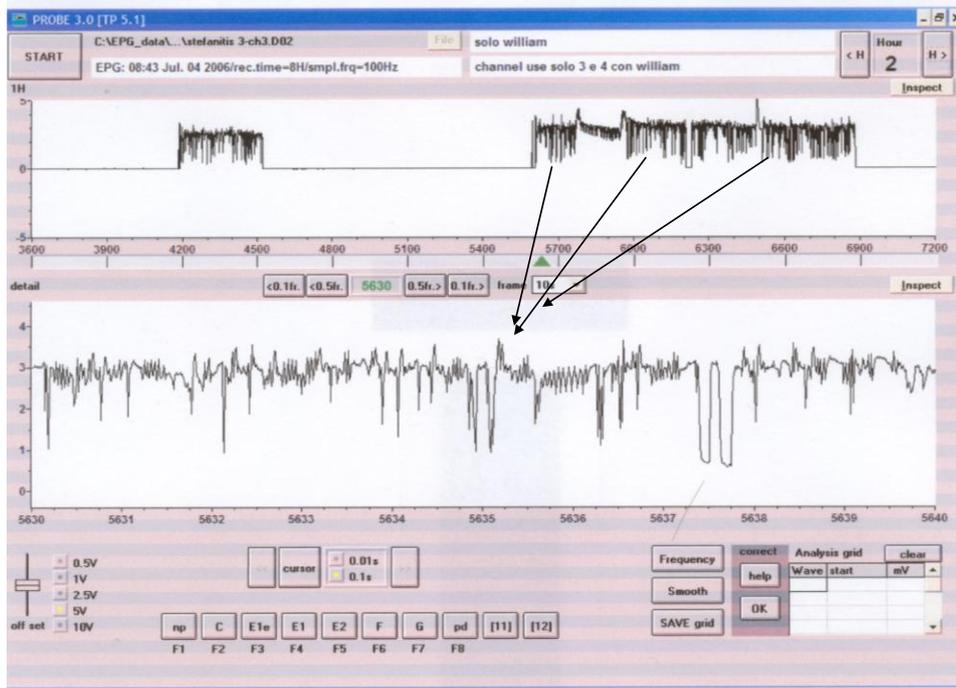


Fig. 7: grafico EPG rappresentativo dell'onda 1 (fase 2) visibile simultaneamente su scale temporali differenti. Come si può osservare questa tipologia di onda può protrarsi nel tempo per lunghi periodi.



Fig. 8: grafico EPG rappresentativo dell'onda 2 (fase 4) che si caratterizza per la presenza di piccoli picchi regolari e per una durata lunga quasi come l'onda 1 ma con frequenza inferiore rispetto all'onda 1.

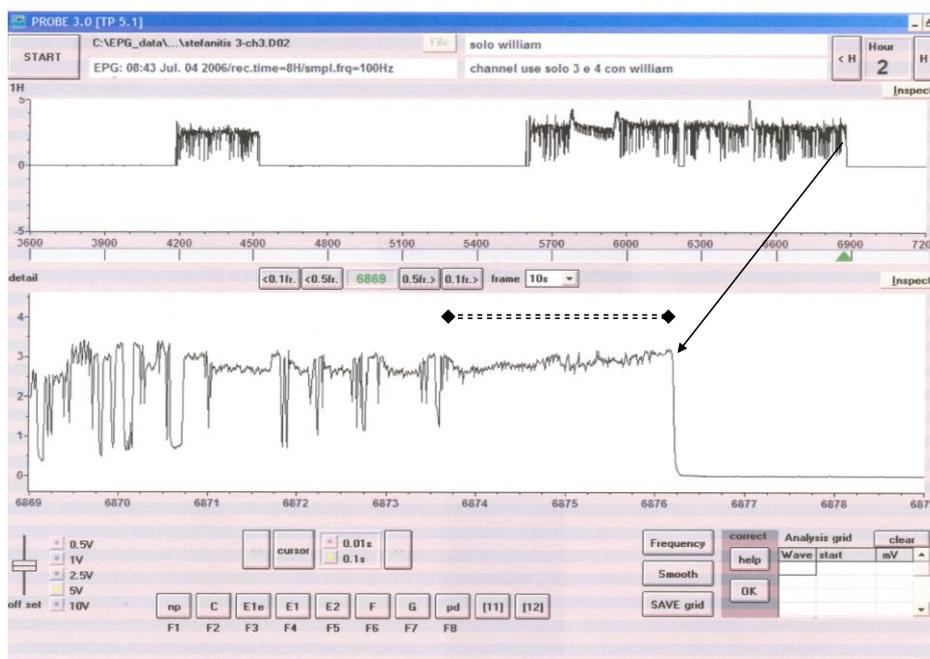


Fig. 9: grafico EPG rappresentativo della fase 4, delimitata dalla linea tratteggiata, che segna sempre il termine dell'attività alimentare dell'insetto, quando estrae gli stiletti dal mesofillo fogliare.

4.1.5 Correlazione della posizione degli stiletti rispetto all'onda EPG-DC 1 e 2

I tentativi di taglio, peraltro estremamente difficili da realizzare, dell'apparato boccale di *S. pyri*, per individuare la posizione degli stiletti in rapporto al tipo di *onda* hanno permesso di illustrare la loro posizione rispetto all'*onda 2* o fase 3 attraverso l'osservazione di 4 preparati. L'identificazione esatta della posizione degli stiletti all'interno dei tessuti fogliari è risultata estremamente difficoltosa sia a causa della difficoltà nel taglio dell'apparato boccale di *S. pyri* sia per le ridotte dimensioni dello stiletto all'interno del tessuto fogliare e per il distacco dalla resina (fig. 10; fig. 11).

Dalle osservazioni del percorso e della posizione degli stiletti, relativi all'*onda 2* si può evidenziare come l'entrata di questi nell'epidermide avvenga attraverso la perforazione delle cellule. Dei quattro preparati ottenuti la perforazione epidermica è stata osservata solo in tre poiché in un caso si è potuto osservare lo stiletto già all'interno del tessuto fogliare. Nei tre preparati si osserva chiaramente la perforazione epidermica (fig. 12 b; fig. 12 c; fig. 12 d) da parte degli stiletti che avviene con asse inclinato degli stessi rispetto alla superficie fogliare e che avviene attraverso le singole cellule epidermiche, escludendo in maniera chiara la produzione di guaina salivare attorno agli stiletti stessi. Interessante un dettaglio visibile dalle immagini che riguarda l'epidermide inferiore delle foglie di pero, ricoperta superficialmente da un sottile strato di cera. In uno dei tre preparati (fig. 12 a; fig. 12 b) si osserva in sequenza l'avvicinamento degli stiletti all'epidermide in corrispondenza di una struttura simile ad uno stoma. Non è infatti chiaro se il passaggio degli stiletti avvenga in una cellula di guardia rispetto ad una cellula epidermica.

Il percorso degli stiletti all'interno del mesofillo fogliare (fig. 13 a; fig. 13 b; fig. 13 c; fig. 13 d) continua, nei quattro casi esaminati, attraversando il tessuto parenchimatico lacunoso, che solo comprende metà dello spessore di tutto il mesofillo. Tutti gli stiletti osservati si sono spinti in profondità all'interno del tessuto parenchimatico lacunoso oltrepassando rapidamente l'epidermide e spingendosi in tutti i casi in profondità rispetto allo strato epidermico.

Gli stiletti in tutti i casi esaminati effettuano un percorso leggermente ricurvo, che varia progressivamente l'inclinazione rispetto a quella che si osserva al momento della perforazione del tessuto epidermico. Come all'inizio della penetrazione anche a profondità maggiori, all'interno del tessuto lacunoso, si nota attorno agli stiletti l'assenza di guaina salivare. Nel loro percorso all'interno del parenchima lacunoso oltrepassano sia gli spazi intercellulari che le cellule, dimostrando in questo modo di non svolgere una selezione nella scelta del tragitto che comprende tutti gli elementi costitutivi del tessuto parenchimatico lacunoso. Le immagini illustrano bene questi aspetti, dato che si può osservare il passaggio dello stiletto durante la penetrazione di una cellula in una foto (fig. 13 d) e la traccia lasciata dal suo passaggio all'interno di una cellula nelle altre immagini (fig. 13 e; fig. 13 f). Le altre figure (fig. 13 a; fig. 13 b, fig. 13 c) illustrano il passaggio degli stiletti negli spazi intercellulari.

L'osservazione della posizione degli stiletti di *S. pyri* all'interno della foglia ed in relazione all'*onda 2*, nei casi studiati, si conclude con la porzione apicale all'interno del mesofillo fogliare (fig. 14 a; fig. 14 b; fig. 14 c). In due casi si può affermare che essi si spingono fino all'altezza del fascio cribro-vascolare e in altri due casi più in profondità ma non oltrepassando lo strato del parenchima lacunoso. Questi quadri morfologici permettono di stabilire in modo definitivo che per quanto riguarda *l'onda 2* la tingide non manifesta una specializzazione nella scelta dei tessuti. Interessante notare che non si osserva il passaggio degli stiletti oltre il livello dei fasci vascolari, che coinvolge pertanto lo strato del parenchima lacunoso fin quasi adiacente al suo strato inferiore.

Nei due casi in cui l'apice dello stiletto giunge all'altezza dei fasci vascolari si osserva che il percorso si conclude in un caso tra due fasci (fig. 14 c) mentre nell'altro proprio a contatto di una cellula appartenente al fascio vascolare.

In tutti i casi, tranne uno, lo stiletto attraversa per intero la sezione del parenchima lacunoso e si osserva il suo passaggio sia all'interno degli spazi aeriferi sia attraverso le cellule parenchimatiche (fig. 13 c; fig. 13d) portandosi all'altezza dei fasci vascolari. Solo in un caso lo stiletto conclude il suo percorso prima di giungere nella zona interessata dal passaggio dei fasci (fig. 14 b). Dei tre stiletti che si spingono nella regione dei fasci vascolari, due concludono il percorso in prossimità dei fasci stessi, nelle cellule che avvolgono il floema, mentre uno all'interno di uno spazio aerifero (fig. 15 a).

Posso pertanto sostenere che la fase riconducibile all'*onda 2* non si manifesta in un solo tipo di tessuto fogliare ma si esplica sia all'interno delle cellule sia negli spazi aeriferi.

L'analisi dei campioni ha permesso di sottolineare un aspetto molto importante inerente il comportamento alimentare di *S. pyri*. Questo fitofago è adattato ad alimentarsi dalla pagina inferiore della foglia di *Pyrus communis*, non solo per una maggior protezione da parte della foglia quando l'insetto permane sulla pagina inferiore, ma per le caratteristiche morfologiche della parte inferiore della foglia, come si osserva in fig. 16 a e fig. 16 b. .

I fasci vascolari come illustra molto bene l'immagine della foglia vista in sezione trasversale si caratterizzano per una disposizione spaziale tale da porre il floema, più ricco di sostanze nutritive, rivolto verso la pagina inferiore mentre lo xilema, più povero è rivolto verso la pagina superiore. Inoltre il floema si pone ad un livello di profondità che, sulla base delle informazioni ottenute dagli esperimenti, è stato raggiunto visto che la sua localizzazione si pone entro il livello del tessuto parenchimatico lacunoso il quale è stato, come si è visto, superato quasi del tutto dal percorso degli stiletti. In relazione all'*onda 2* non emergono informazioni sui tessuti coinvolti dal passaggio degli stiletti che facciano pensare ad un coinvolgimento dei tessuti del parenchima a palizzata e dell'epidermide superiore.

Le indagini eseguite attraverso l'impiego della microscopia ottica sono state affiancate da quelle della microscopia elettronica a trasmissione. Come testimoniano le immagini (fig. 15 a; 15 b; 15 c; 15 d) posso escludere completamente la presenza di guaina salivare ed anche di eventuali tracce di una possibile emissione di saliva, non viste attraverso le immagini della microscopia ottica, che in qualche modo vada a ricoprire gli stiletti durante la sua penetrazione. Inoltre anche le immagini ottenute con impiego della microscopia elettronica illustrano, con maggior dettaglio, le osservazioni ed i risultati raggiunti con la microscopia ottica relativi al comportamento alimentare di *S. pyri* in relazione all'*onda 2* che si è rivelata essere non specifica verso un solo tipo di tessuto o di spazio intercellulare. Si può osservare molto bene il passaggio degli stiletti all'interno delle cellule parenchimatiche prima di concludere il tragitto nello spazio intercellulare del parenchima lacunoso, caso osservato già in microscopia ottica e che si aggiunge, come detto, agli altri due casi in cui gli stiletti terminano il tragitto o all'interno di cellule in prossimità dei fasci vascolari o tra due fasci.

Attraverso le immagini ottenute con l'impiego della microscopia ottica ed elettronica ho potuto osservare, in sezione trasversale, anche la conformazione esterna ed interna degli stiletti di *S. pyri*. Le immagini ottenute prima che gli stiletti penetrino nella foglia (fig. 15 d) evidenziano molto bene la struttura interna ovvero le lamine mandibolari e le lamine mascellari, unica vera caratteristica che accomuna gli appartenenti a questo Ordine. Mandibole e mascelle, trasformate in

fini stilette, risultano per questa specie entrambe di notevoli dimensioni e vanno a costituire il canale alimentare ed il canale salivare, ambedue con un diametro simile e di notevole ampiezza.

La doccia del labium, conosciuto comunemente come rostro, luogo deputato all'alloggio degli stilette, dall'immagine e dalle altre sezioni effettuate non appare visibile, essendo posto a monte rispetto alle porzioni studiate. La struttura della porzione terminale, come si vede chiaramente dall'immagine (fig. 15 a), si compone degli stilette mandibolari che esternamente avvolgono quelli mascellari più sottili e si caratterizza per la presenza di seghettature poste sulla superficie esterna delle mandibole.

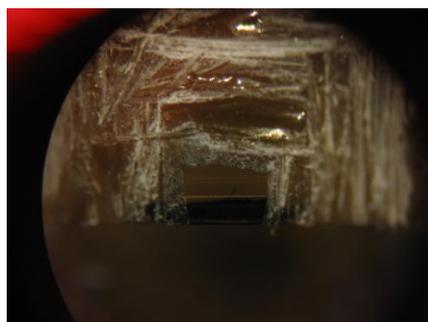
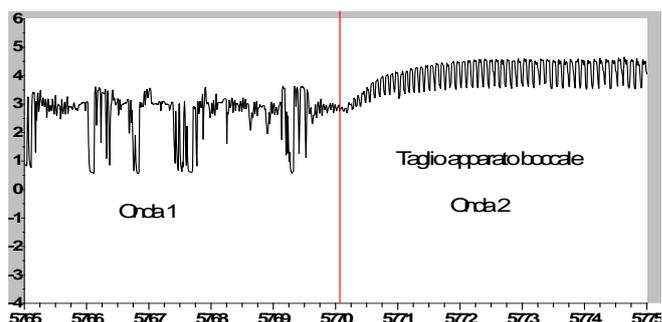


Fig. 10: Grafico EPG illustrante le onde 1 e 2, la linea rossa segna il passaggio dall'onda 1 all'onda 2. Il taglio dell'apparato boccale deve avvenire in una fase precisa. Fig. 11: un particolare della resina con inclusa la porzione di foglia contenente gli stilette recisi dal microbisturi elettrico, immagine ottenuta grazie all'utilizzo dello stereomicroscopio.

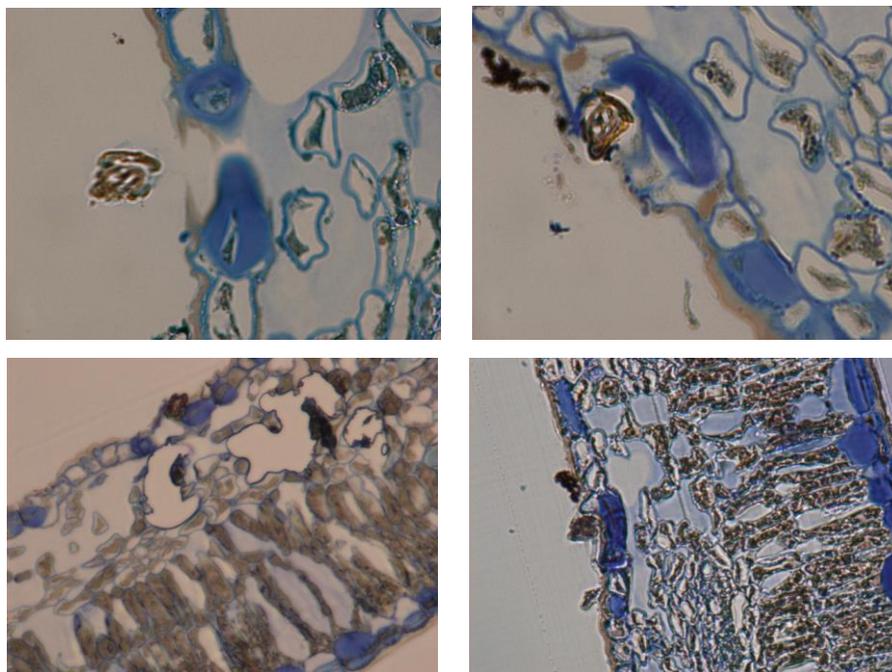


Fig. 12: a partire da in alto a sinistra (fig. 12a) sezione trasversale di stiletto in prossimità di due cellule di guardia; il passaggio all'interno di una cellula di guardia (fig. 12b); sezione trasversale degli stilette nella fase di perforazione della cuticola (fig. 12 c; fig. 12 d).

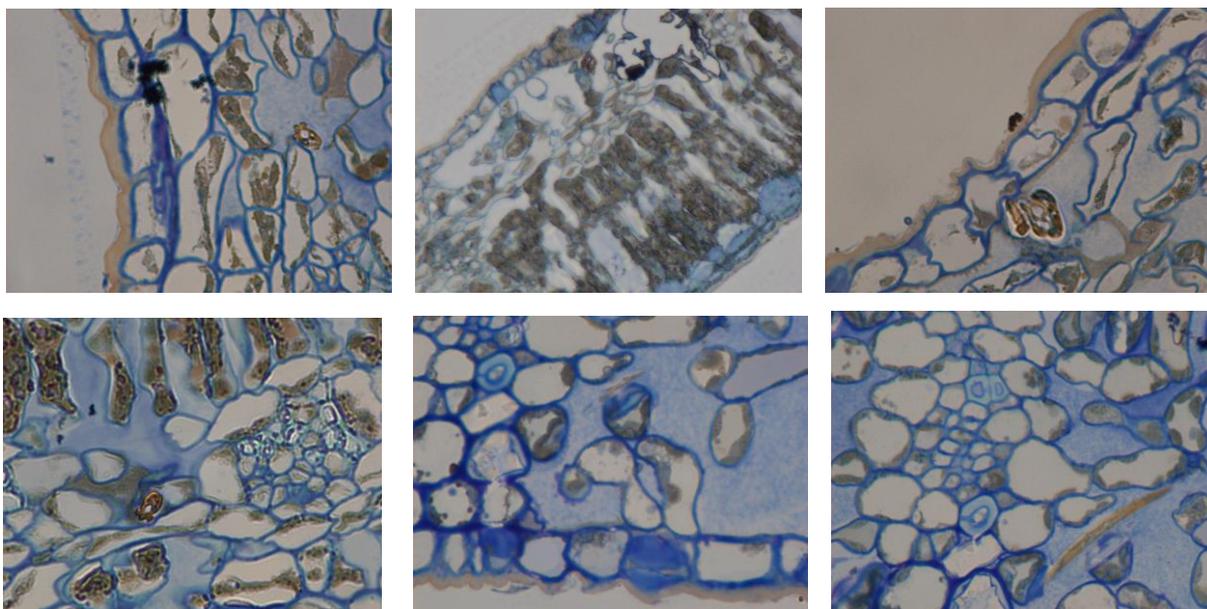


Fig 13: a partire da in alto a sinistra il percorso degli stiletti in profondità (fig. 13 a; fig. 13 b; fig. 13 c). In tre immagini (fig. 13 d; fig. 13 e; 13 f) lo stiletto perfora una cellula parenchimatrica nella prima foto e lascia invece la traccia del suo passaggio nelle altre due immagini; si può notare (fig. 13 e) la particolare conformazione esterna dello stiletto con le dentellature.

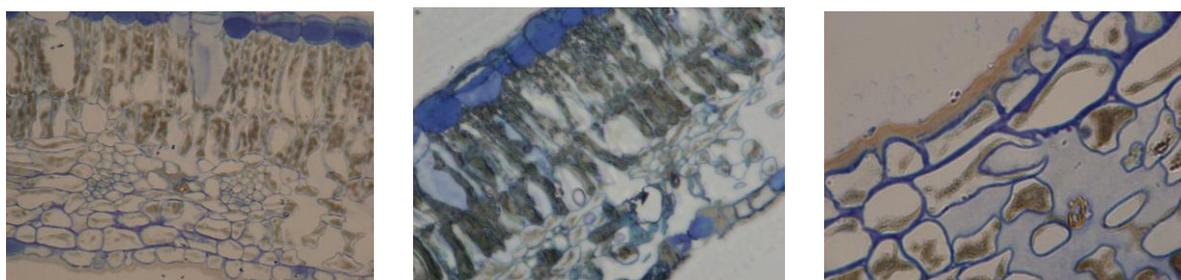


Fig. 14: da sinistra tre immagini rappresentanti la porzione terminale dello stiletto. Le immagini indicano il termine del percorso dello stiletto tra due fasci vascolari (14 a), in prossimità di un fascio vascolare (14 b) ed all'interno di uno spazio aurifero del parenchima lacunoso (14 c).

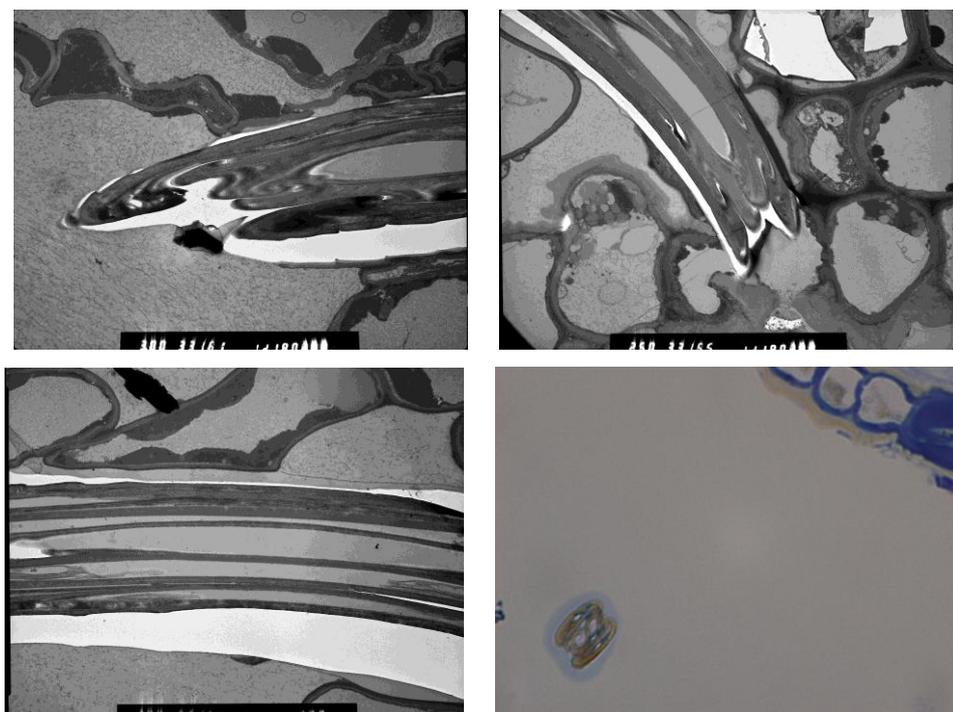


Fig. 15: da sinistra porzione terminale degli stiletti in sezione longitudinale in microscopia elettronica, caratterizzata dalla presenza di seghettature sulla superficie esterna delle mandibole e confluyente all'interno di uno spazio aerifero del parenchima lacunoso (15 a; 15 b); conformazione interna degli stiletti in sezione longitudinale (.fig. 15 c) che evidenzia la dislocazione delle lamine mascellari, all'interno, e delle lamine mandibolari all'esterno. L'immagine di microscopia ottica (.fig. 15 d) illustra la conformazione interna dell'apparato boccale della tingide trasversalmente fuori del tessuto vegetale. Come le altre esclude presenza di guaina salivare posta esternamente agli stiletti. In sezione trasversale appare facilmente visibile al centro la presenza di due canali ovvero quello salivare (con diametro leggermente più piccolo) e quello alimentare. Sono visibili in giallo le lamine mandibolari (esterne) e quelle mascellari, in blu si nota la muscolatura che permette agli stiletti di eseguire movimenti di avanzamento e di ritiro nel tessuto fogliare. Sono inoltre visibili quattro piccoli fori rappresentativi dei condotti percorsi dai nervi.

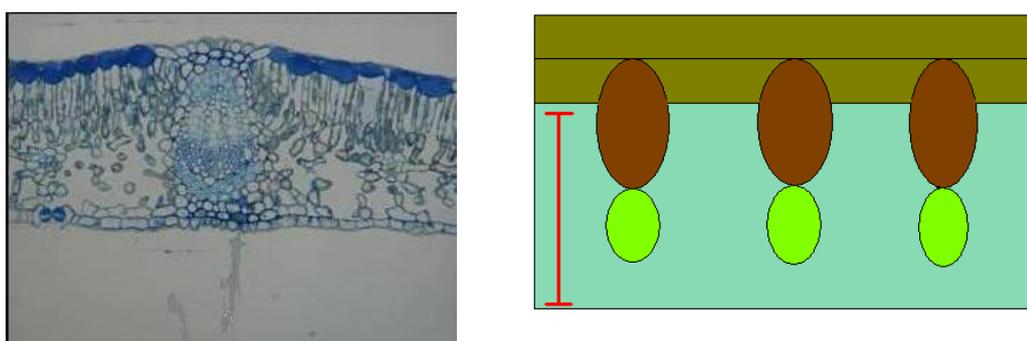


Fig. 16: da sinistra sezione di foglia di *Pyrus communis* (16 a); schema della sezione fogliare di *Pyrus communis* (16 b) dove in verde militare viene indicato il doppio strato di parenchima a palizzata che contraddistingue questa specie e presente sotto la pagina superiore della foglia. In azzurro lo strato di parenchima lacunoso, in marrone i fasci vascolari di tipo xilematico, in verde i fasci vascolari di tipo floematico, rivolti verso la pagina inferiore della foglia da dove si alimenta *S. pyri*. In rosso la profondità di penetrazione degli stiletti all'interno del mesofillo fogliare osservata nella mia ricerca.

4.2 Confronto delle fasi individuate e dei parametri osservabili con l'EPG-DC tra le due varietà

Le repliche, 65 in totale e con durata pari a 8 ore ciascuna, sono state effettuate utilizzando 31 individui adulti di *S. pyri* per Conference e di 34 per William. Il numero di insetti testati per ogni genotipo di pero supera abbondantemente il valore medio dei lavori presenti in letteratura scientifica. Sono stati esaminati, per ogni genotipo, i *parametri non sequenziali* (cap. 3.3.2) riguardanti l'onda 1 e l'onda 2 ovvero per ogni onda si sono calcolate la *durata totale* e la *frequenza di comparsa* (valori) e indicati come: durata 1; durata 2; frequenza 1; frequenza 2. Ho poi calcolato la *sommatoria della durata totale di tutte le onde* ovvero dell'onda 1 più l'onda 2 ed indicata come: durata 1 + 2. Come per l'onda 1 e l'onda 2 ho calcolato la *durata totale* e la *frequenza di comparsa* relative ai periodi di digiuno ed indicati come: no-probing (np). Come nei casi precedenti i valori sono espressi in valore medio tra gli individui (i valori della frequenza di comparsa ai periodi di no-probing o np rientrano tra i *pre-penetration parameter*, cap. 3.3.2)

Tra i *parametri non sequenziali* per l'onda 1, l'onda 2 e per i periodi di np (*pre-penetration parameter*) ho poi calcolato la loro *durata media* (durata totale/frequenza; anche in questo caso con valori espressi come valore medio tra gli individui) ed indicati come: frequenza media 1; frequenza media 2; frequenza media np.

Infine, tra i *parametri sequenziali* (cap. 3.3.2) ho calcolato la durata del primo periodo di non-alimentazione (*duration of 1st no-penetration* o *no-probe*), la durata della prima penetrazione (*duration of 1st penetration* o *1st probe*) e la durata del secondo periodo di non-alimentazione (*duration of 2nd np*) rispettivamente indicati come: periodo 1 np; durata 1 probe e durata 2 np.

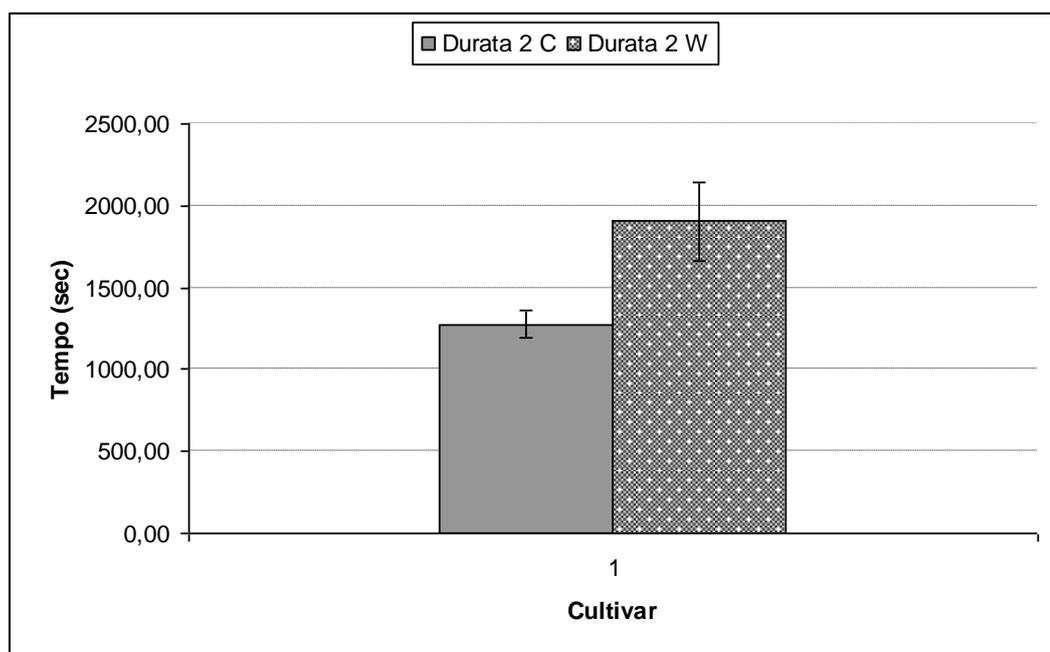
Dal confronto tra le due varietà (tab 1; graf. 1) è emersa tra i parametri analizzati una differenza significativa con valore di $p = 0,014$ ($p < 0,05$) della *durata totale* dell'onda 2 in favore della varietà William con un di tempo medio pari a 1906,65 rispetto ai 1275,73 secondi della varietà Conference e con un errore standard rispettivamente di 82,90 per William e 241,66 per Conference.

Gli altri parametri non hanno evidenziato differenze statisticamente significative. Dall'osservazione della tabella 1 si osservano alcuni parametri che dal confronto tra le due varietà hanno evidenziato valori di p relativamente contenuti ($p < 1$). In particolare questo aspetto riguarda la *durata media* dell'onda 1, la *frequenza di comparsa* degli np e la *frequenza di comparsa* dell'onda 1. Dei tre parametri quello che evidenzia un valore maggiore in favore di Conference rispetto a William è quello relativo alla *durata media dell'onda 1* rispettivamente con 328,82 sec contro i 280,33 sec ($p=0,09$) con errore standard di 21 e 17,84. La *frequenza di comparsa* degli np ha segnato per William valori di 22,75 rispetto ai 17,18 della Conference ($p=0,09$) con errore standard rispettivamente di 2,44 e 1,92 mentre la *frequenza di comparsa* dell'onda 1 ha segnato

32,13 per William contro i 25,24 di Conference ($p=0,09$) con errore standard rispettivamente di 3,15 e 2,6.

| | Conference | | | William | | |
|------------------------|------------|---------|--|----------|---------|---------|
| | Media | Er st | | Media | Err St | P level |
| Durata np | 18495,72 | 1107,45 | | 17277,11 | 1123,73 | 0,49 |
| Durata 1 | 8846,97 | 1045,12 | | 9291,88 | 1057,59 | 0,8 |
| Durata 2 | 1275,73 | 82,90 | | 1906,65 | 241,66 | 0,014 |
| Durata 1+2 | 10122,71 | 1080,46 | | 11198,53 | 1134,09 | 0,51 |
| Frequenza np | 17,18 | 1,92 | | 22,75 | 2,44 | 0,09 |
| Frequenza 1 | 25,24 | 2,60 | | 32,13 | 3,15 | 0,09 |
| Frequenza 2 | 9,06 | 0,83 | | 10,09 | 1,10 | 0,66 |
| Durata media np | 2316,50 | 439,32 | | 1965,00 | 575,44 | 0,17 |
| Durata media 1 | 328,82 | 21,00 | | 280,33 | 17,84 | 0,09 |
| Durata media 2 | 188,65 | 25,76 | | 249,10 | 42,07 | 0,1 |
| Durata 1 np | 3893,38 | 799,00 | | 2625,41 | 591,50 | 0,25 |
| Durata 1 probe | 1046,81 | 101,10 | | 994,60 | 126,91 | 0,53 |
| Durata 2 np | 2187,30 | 738,12 | | 2560,00 | 979,88 | 0,97 |

Tab. 1: i parametri osservati con l'EPG-DC per le varietà William e Conference messi a confronto. In giallo la durata complessiva dell'*onda 2* che differisce in maniera significativa tra le due varietà. I valori dei parametri analizzati sono espressi in secondi.



Graf. 1: confronto della durata media dell'*onda 2* tra le varietà William e Conference.

4.3 Influenza di Conference e William sul comportamento di *S. pyri* nella fase di pre-feeding e sulla permanenza dell'insetto sull'ospite.

4.3.1 Allestimento dei choice test in laboratorio

Choice test con utilizzo di foglie. L'esperimento con impiego di foglie ha portato alla luce una differenza significativa ($p < 0,05$) nella scelta dell'ospite da parte di *Stephanitis pyri* a favore del genotipo Conference (graf. 2; tab. 2). Il test ha permesso di osservare che la preferenza nella scelta delle foglie di Conference è osservabile già dopo circa dieci minuti, con valori che si attestano a circa 0,8 individui in media per disco su William contro gli 1,32 per Conference, ($p = 0,03$).

Questa differenza, che prosegue durante tutto l'esperimento, tende ad accentuarsi con il passar del tempo con un numero medio di insetti per foglia che aumenta per Conference attestandosi, dopo circa un'ora, a quasi 2,5 individui per foglia ($p = 0,000001$) rispetto al numero di individui su William che tende a rimanere costante già da metà esperimento, attestandosi sul valore di circa 1 individuo in media per foglia.

Come si vede dal grafico 2, per il periodo esaminato che è di un'ora, la forbice tende ad aumentare con il trascorrere del tempo.

Choice test con utilizzo di dischi fogliari

L'impiego dei dischi fogliari ha permesso di escludere le differenze morfologiche tra le due varietà relative alla forma della foglia che potevano influenzare l'insetto nella scelta dell'ospite, rimandando in questo modo la spiegazione di differenze significative a problematiche di tipo fisiologico e/o meccanico-strutturale interne alla foglia.

Dall'esperimento emerge (graf. 3; tab. 3) una differenza nella scelta di *S. pyri* ancora a favore di Conference ma con valori medi di individui per dischi inferiori rispetto all'esperimento con utilizzo di foglie. Per William otteniamo valori non superiori a 0,4 e per Conference valori non superiori a 0,8. Come per l'esperimento con impiego di foglie anche qui i valori osservabili nel grafico testimoniano che per la varietà William questi tendono sostanzialmente ad attestarsi attorno ad un valore medio inferiore ad 1 mentre nel caso di Conference il numero medio di individui per disco tende progressivamente ad aumentare.

Sebbene il grafico 3 illustri differenze nella preferenza della scelta dell'ospite osservabili sin dai primi minuti, con valori che al 15° minuto di esperimento indicavano per Conference un valore medio pari a 0,5 rispetto ad uno 0,21 per William, con rispettivi errori standard bassi e pari a 0,08 e 0,12, dal punto di vista statistico l'analisi dei dati evidenzia (tab. 3) differenze significative ($p < 0,05$)

a partire soltanto dal 35° minuto, con circa 0,71 individui per Conference contro i circa 0,21 per William, con il valore di p pari a 0,001055 e con errori standard di 0,13 e 0,08.

La differenza dal punto di vista della significatività si mantiene dal minuto 35 al minuto 40 per poi rientrare tra valori non significativi fino al minuto 55. Da questo momento la differenza torna ad esser significativa e permane fino al termine dell'esperimento. La massima differenza si registra al minuto 55, con il valore medio per Conference pari a 0,86, che tra l'altro è il valore massimo raggiunto all'interno dell'ora, e con il valore di 0,21 per William che invece rappresenta quello minimo per questa varietà. L'errore standard in questo punto è rispettivamente di 0,13 e 0,08, con una significatività del dato che porta il valore di p a 0,000027.

Possiamo osservare inoltre dalla tabella 3 che sebbene le differenze significative tra le due varietà siano state riscontrate nei punti sopra indicati, valori molto vicini a determinare altre differenze significative ($p < 0,05$) si possono evidenziare anche al minuto 15, con il valore di $p = 0,053876$, al minuto 25 con $p = 0,057430$, al minuto 45 con $p = 0,064385$ ed al minuto 50 con $p = 0,055455$.

L'incidenza della forma della foglia sul comportamento alimentare di *S. pyri* è maggiormente apprezzabile attraverso il confronto, nell'ambito della stessa varietà, del numero medio di individui osservato su dischi con il numero di individui osservato su foglia. I confronti effettuati per entrambe le varietà evidenziano in maniera chiara la diversa apertura delle due forbici, nettamente superiore per la varietà Conference. La maggior apertura della forbice del confronto effettuato su Conference (foglia e disco fogliare) rispetto a quella osservata dallo stesso tipo di confronto su William indica l'influenza della forma fogliare nella scelta dell'ospite da parte di *S. pyri*.

Il primo confronto, eseguito sulla varietà William (graf. 4), ha evidenziato una preferenza nella scelta dell'ospite significativamente maggiore in favore delle foglie rispetto ai dischi. La differenza, osservabile sin dal primo momento di conteggio (5 min), permane per il resto dell'esperimento fino alla fine, con un numero medio di individui che si mantiene pressoché costante sia sulle foglie che sui dischi. Per quanto riguarda il numero medio di individui osservato su disco fogliare questo non supera mai il livello di 0,4, attestandosi all'incirca tra valori che oscillano tra un massimo di 0,36 ed un minimo di 0,21. Nel caso invece del numero medio di individui osservati su foglia notiamo come esso non scenda mai al di sotto dei 0,5 individui attestandosi spesso su valori prossimi ad 1. Per tutti i periodi di confronto, eseguiti ogni 5 min, sono emerse differenze significative con valori di p decisamente bassi (tab. 4) come nel caso ad esempio del confronto tra le medie relativo al minuto 30 dell'esperimento che ha fatto segnare un valore di p pari a 0,000003 con il numero medio di individui per foglia più elevato assieme al minuto 60, pari a 1,048, contro i 0,239 individui in media su disco. Da sottolineare il fatto che i valori medi degli

individui tendono nel tempo a restare costanti una volta raggiunto il valore massimo, sia per le foglie che per i dischi.

I confronti varietali ci permettono infine di osservare, grazie al dato proveniente dall'impiego di dischi, quanto sia importante il fattore morfologico. La forma della foglia di William ha un peso, nella scelta dell'ospite, quantificabile tra un minimo di circa 0,43 ed un massimo di 0,81 individui medi in più per foglia. Per Conference (graf. 5; tab. 5) si è evidenziata una preferenza significativamente maggiore in favore delle foglie rispetto ai dischi. La differenza, anche in questo caso è osservabile sin dal primo momento di conteggio (5 min) e si protrae per il resto dell'esperimento fino alla fine. A differenza dell'esperimento con la varietà William il numero medio di individui tende a non rimanere attorno a valori costanti con il trascorrere del tempo ma incrementa il proprio valore sia nel caso dei dischi sia in quello delle foglie. Il numero medio di individui osservato su disco fogliare di Conference nell'arco di un'ora, incrementa il suo valore passando da 0,5 ad un massimo di 0,86 per scendere alla fine dell'esperimento a 0,78, delineando un andamento caratterizzato da un incremento abbastanza lineare.

Nel caso invece del numero medio di individui osservati su foglia notiamo che questo non scende mai al di sotto dell'unità, con un valore minimo osservato di appunto 1,29 contro uno 0,39 osservato su William. Anche in questo caso in tutti i periodi di confronto, eseguiti ogni 5 min, sono emerse differenze significative con valori di p decisamente bassi in vari momenti (tab. 5) come nei casi fatti registrare ai minuti 20, 25, 40, 45, 55 e 60 che presentavano differenze estremamente significative ($p < 0,000001$).

L'analisi dei dati mostra un altro aspetto decisamente interessante infatti, come nel precedente confronto con utilizzo di William, tolto il dato proveniente dall'impiego di dischi ho potuto notare, prendendo in esame i valori relativi alla minima ed alla massima differenza osservata nel confronto tra valori medi di dischi e foglie, quanto diversamente incide il fattore morfologico della forma fogliare tra le due varietà nella scelta dell'ospite. Possiamo notare che la forma della foglia di Conference ha un peso nella scelta dell'ospite quantificabile con un valore oscillante un minimo di circa 0,79 ad un massimo di circa 1,55 individui in più.

Proprio dalla differenza dei valori minimi e di quelli massimi tra le due varietà relativi all'incidenza del fattore morfologico (0,43-0,81 per William contro 0,79-1,55 per Conference) si ottengono due valori rispettivamente di 0,36 ed 0,74 che rappresentano il minimo ed il massimo numero medio di individui di *S. pyri* che vengono attratti mediamente di più dalla conformazione della foglia di Conference rispetto alla conformazione della foglia di William.

Choice test con utilizzo di dischi fogliari – insetti allevati su Conference

L'esperimento è stato ripetuto con insetti allevati sulla varietà Conference (graf. 6), ritenuta quella maggiormente suscettibile all'attacco da parte di *S. pyri*, al posto della varietà indipendente Abate, sulla quale erano stati ottenuti gli insetti utilizzati negli altri choice test. Questo esperimento è stato eseguito per escludere eventuali possibili interazioni di Abate nella scelta dell'ospite da parte dell'insetto.

Dall'esperimento emerge, come per l'esperimento precedente, la conferma di Conference come ospite prediletto rispetto a William con un comportamento alimentare dell'insetto nella scelta dell'ospite simile a quello osservato precedentemente, con insetti allevati su Abate. I valori medi del numero di individui rinvenuti sui dischi nell'ora di esperimento sono compresi tra 0,17 e 0,41 per William (erano 0,21 e 0,36 nel confronto precedente) mentre per Conference tra 0,41 e 0,97 (0,39 e 0,86 nel confronto precedente). La differenza massima l'ho osservata al minuto 60, quindi alla fine, con un valore di p pari a 0,000028, mentre al minuto 35, che aveva segnato la massima differenza nel precedente esperimento, osservo comunque un valore di p molto basso, pari a 0,000076, che si posiziona al secondo posto per significatività.

Rispetto al precedente esperimento in questo otteniamo comunque una significatività più diffusa, con ben otto confronti risultati significativi tra le due varietà, rispetto ai quattro dell'esperimento precedente, tra i 12 effettuati nel corso di un'ora (tab. 6). Tuttavia dal confronto, all'interno della stessa varietà, dei dati forniti dai due esperimenti, l'uno con individui allevati su Abate e l'altro con individui allevati su Conference, non si sono riscontrate differenze significative tra i due gruppi di individui (tab. 7; tab. 8). Dall'elaborazione dei dati si ottengono infatti valori di p per entrambe le varietà decisamente superiori alla soglia di 0,05 per tutti i confronti realizzati.

Inoltre è interessante osservare che, se anche nel primo esperimento i confronti risultati significativi sono stati numericamente inferiori rispetto al secondo, nel primo esperimento gran parte dei confronti, oltre a quelli risultati significativi, ha determinato un valore di p molto vicino al livello di 0,05.

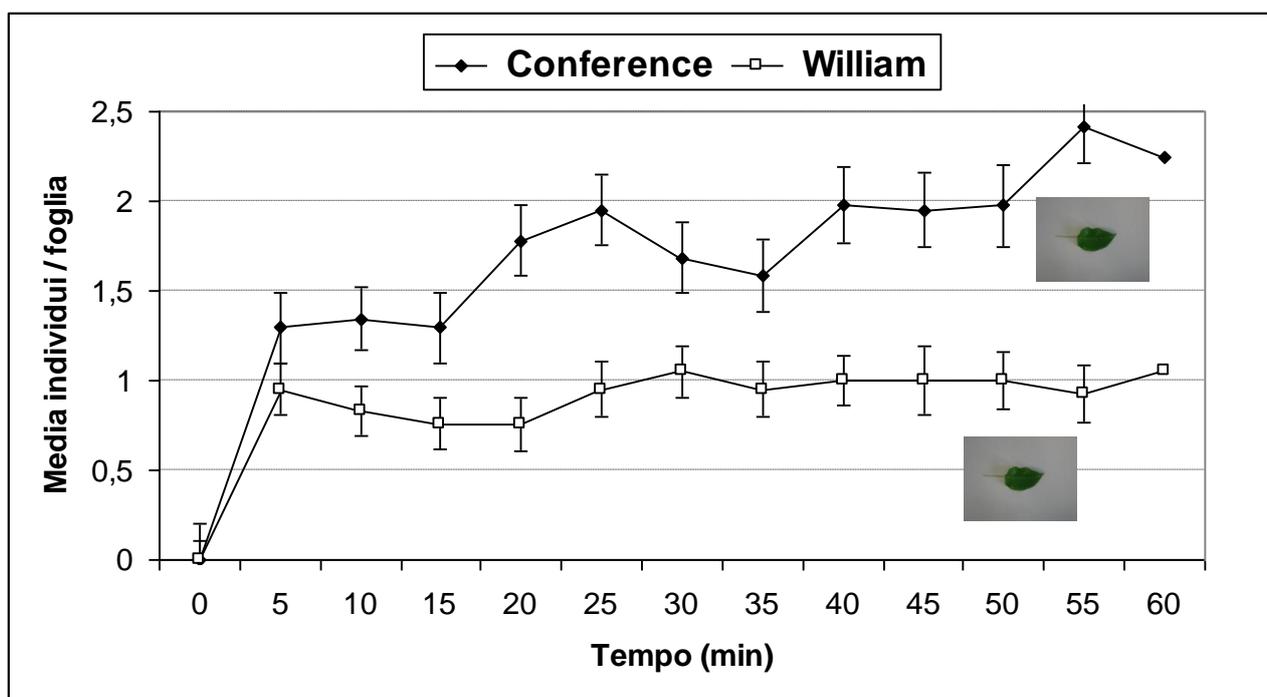


Grafico 2: la preferenza alimentare di *S. pyri* nei confronti di foglie appartenenti alle due varietà Conference e William; insetti allevati su piante appartenenti alla varietà indipendente Abate. Si può notare che prevale Conference con valori che tendono ad incrementare nel corso del tempo, mentre la scelta di William si attesta fin dall'inizio a valori prossimi ad 1.

| | Individui / foglia | | | | |
|-----|--------------------|-------------|-------------|-------------|----------|
| Min | Media Conf | Media Will | Err S Conf | Err S Will | p |
| 0 | 0 | 0 | | | |
| 5 | 1,292682927 | 0,951219512 | 0,198297333 | 0,110161852 | 0,136188 |
| 10 | 1,341463415 | 0,829268293 | 0,196337676 | 0,139259536 | 0,036429 |
| 15 | 1,292682927 | 0,756097561 | 0,175457251 | 0,13425716 | 0,017393 |
| 20 | 1,780487805 | 0,756097561 | 0,199120613 | 0,143052471 | 0,000074 |
| 25 | 1,951219512 | 0,951219512 | 0,200460505 | 0,147958545 | 0,000134 |
| 30 | 1,682926829 | 1,048780488 | 0,195806725 | 0,152023825 | 0,012411 |
| 35 | 1,585365854 | 0,951219512 | 0,197470621 | 0,143778367 | 0,011216 |
| 40 | 1,975609756 | 1 | 0,2050812 | 0,152219354 | 0,000262 |
| 45 | 1,951219512 | 1 | 0,21227921 | 0,139686059 | 0,000341 |
| 50 | 1,975609756 | 1 | 0,2050812 | 0,188058112 | 0,000748 |
| 55 | 2,414634146 | 0,926829268 | 0,231578912 | 0,157690048 | 0,000001 |
| 60 | 2,243902439 | 1,048780488 | 0,20296728 | 0,15598319 | 0,000012 |

Tab 2 : valori ottenuti dall'esperimento di confronto con utilizzo di foglie. In rosso sono evidenziati i valori medi del numero di individui presenti su foglie appartenenti alle due varietà risultati significativamente differenti durante il confronto ($p < 0,05$). La differenza tra le due varietà tende progressivamente ad aumentare, con i valori medi di Conference in aumento a cui corrispondono valori di p sempre più piccoli.

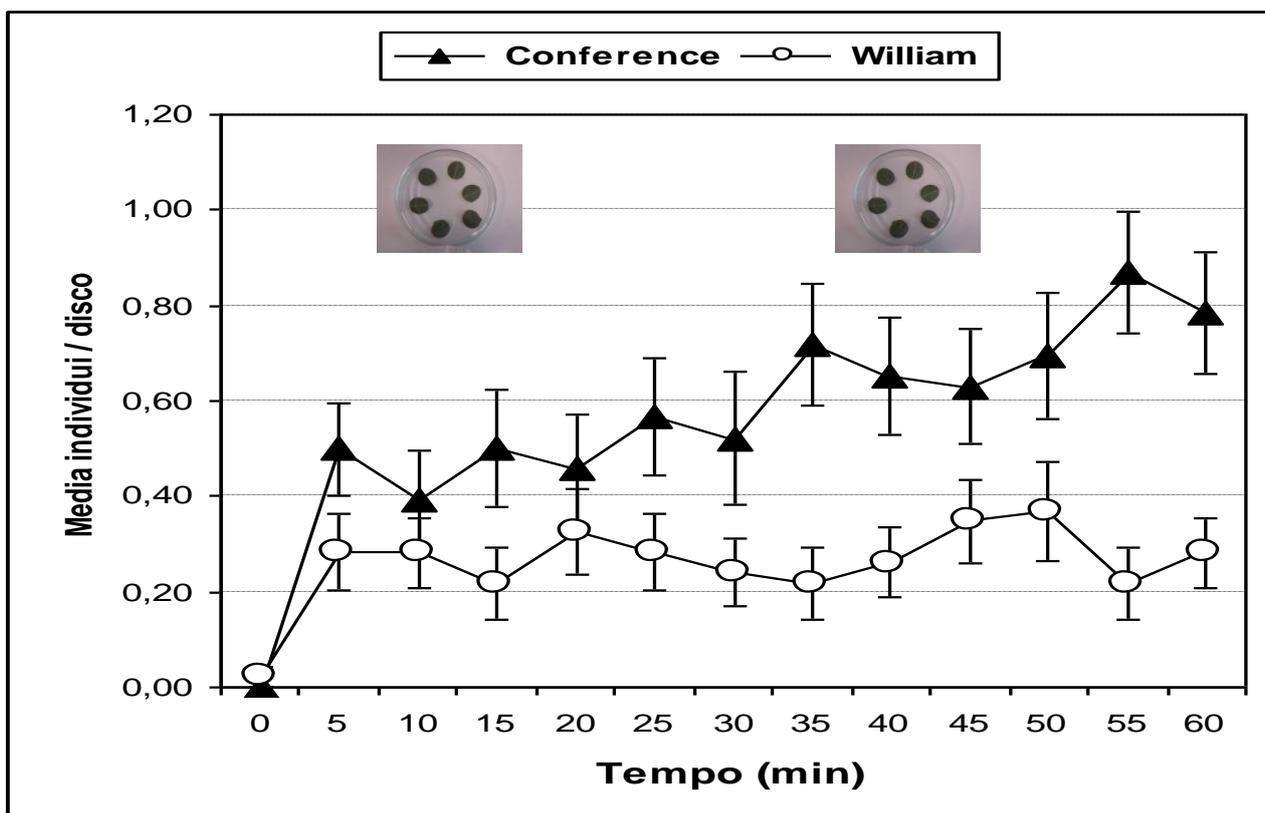


Grafico 3: preferenza alimentare di *S. pyri* nei confronti delle due varietà con impiego di dischi fogliari: insetti allevati su varietà indipendente Abate. Come si può notare anche con impiego di dischi, che escludono differenze morfologiche legate alla forma della foglia, prevale ancora la scelta Conference seppur con valori più contenuti per entrambe le varietà. La scelta di William si attesta sostanzialmente su valori inferiori a 0,4 mentre quella in favore di Conference tende ad incrementare il suo livello nel corso del tempo.

| Individui / disco | | | | | |
|-------------------|------------|------------|----------|----------|----------|
| Min | Media Conf | Media Will | Err St C | Err St W | p level |
| 0 | 0,000000 | 0,021739 | 0,00 | 0,02 | 0,319992 |
| 5 | 0,500000 | 0,282609 | 0,10 | 0,08 | 0,087724 |
| 10 | 0,391304 | 0,282609 | 0,11 | 0,07 | 0,400564 |
| 15 | 0,500000 | 0,217391 | 0,12 | 0,08 | 0,053876 |
| 20 | 0,456522 | 0,326087 | 0,12 | 0,09 | 0,370760 |
| 25 | 0,565217 | 0,282609 | 0,12 | 0,08 | 0,057430 |
| 30 | 0,521739 | 0,239130 | 0,14 | 0,07 | 0,071906 |
| 35 | 0,717391 | 0,217391 | 0,13 | 0,08 | 0,001055 |
| 40 | 0,652174 | 0,260870 | 0,12 | 0,07 | 0,006806 |
| 45 | 0,630435 | 0,347826 | 0,12 | 0,09 | 0,064385 |
| 50 | 0,695652 | 0,369565 | 0,13 | 0,10 | 0,055455 |
| 55 | 0,869565 | 0,217391 | 0,13 | 0,08 | 0,000027 |
| 60 | 0,782609 | 0,282609 | 0,13 | 0,07 | 0,001055 |

Tab. 3: valori ottenuti dall'esperimento di confronto con utilizzo di dischi. In rosso i momenti nei quali il confronto delle medie è risultato differente dal punto di vista statistico. In diversi altri periodi questa differenza non è stata raggiunta ma i valori di p sono molto vicini al limite di 0,05.

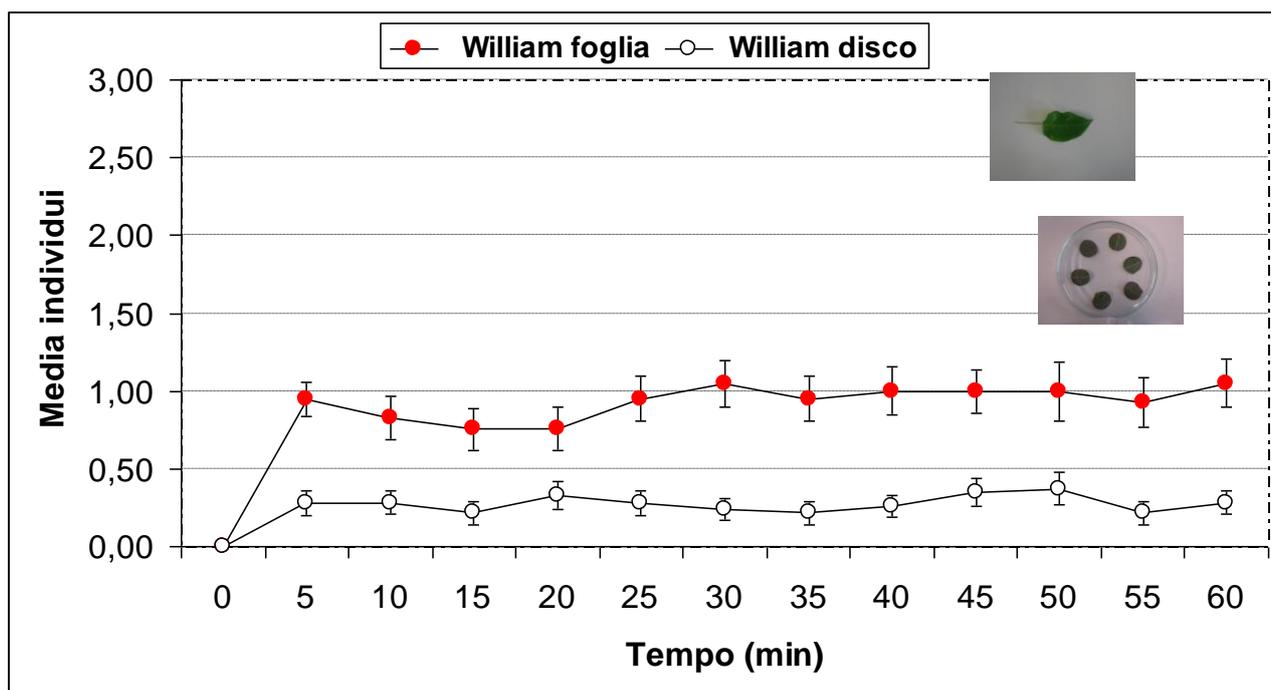


Grafico 4: numero medio di individui di *S. pyri* riscontrati su dischi e su foglie della varietà William. Come si può osservare gli individui di tingide prediligono le foglie rispetto ai dischi (di dimensioni simili alle foglie) e tale differenza statisticamente significativa si mantiene per tutto il corso dell'esperimento.

| Min | Individui/ foglia - disco | | Err St W 1 | Err St W 2 | p level |
|-----|---------------------------|------------------|-------------|-------------|----------|
| | Media Will foglia | Media Will disco | | | |
| 0 | 0,000000 | 0,000000 | 0 | 0 | |
| 5 | 0,951220 | 0,282609 | 0,110161852 | 0,080235423 | 0,000003 |
| 10 | 0,829268 | 0,282609 | 0,139259536 | 0,073969856 | 0,000584 |
| 15 | 0,756098 | 0,217391 | 0,13425716 | 0,075584955 | 0,000544 |
| 20 | 0,756098 | 0,326087 | 0,143052471 | 0,088215523 | 0,010438 |
| 25 | 0,951220 | 0,282609 | 0,147958545 | 0,080235423 | 0,000097 |
| 30 | 1,048780 | 0,239130 | 0,152023825 | 0,070777481 | 0,000003 |
| 35 | 0,951220 | 0,217391 | 0,143778367 | 0,075584955 | 0,000012 |
| 40 | 1,000000 | 0,260870 | 0,152219354 | 0,072463768 | 0,000018 |
| 45 | 1,000000 | 0,347826 | 0,139686059 | 0,08910392 | 0,000124 |
| 50 | 1,000000 | 0,369565 | 0,188058112 | 0,104759654 | 0,003416 |
| 55 | 0,926829 | 0,217391 | 0,157690048 | 0,075584955 | 0,000066 |
| 60 | 1,048780 | 0,282609 | 0,15598319 | 0,073969856 | 0,000015 |

Tab. 4: I valori riportati sottolineano la differenza significativa tra la preferenza alimentare di *S. pyri* in favore delle foglie rispetto ai dischi. Da notare come questa differenza evidenzi valori di p decisamente bassi che confermano la significatività del dato per tutto il corso dell'esperimento.

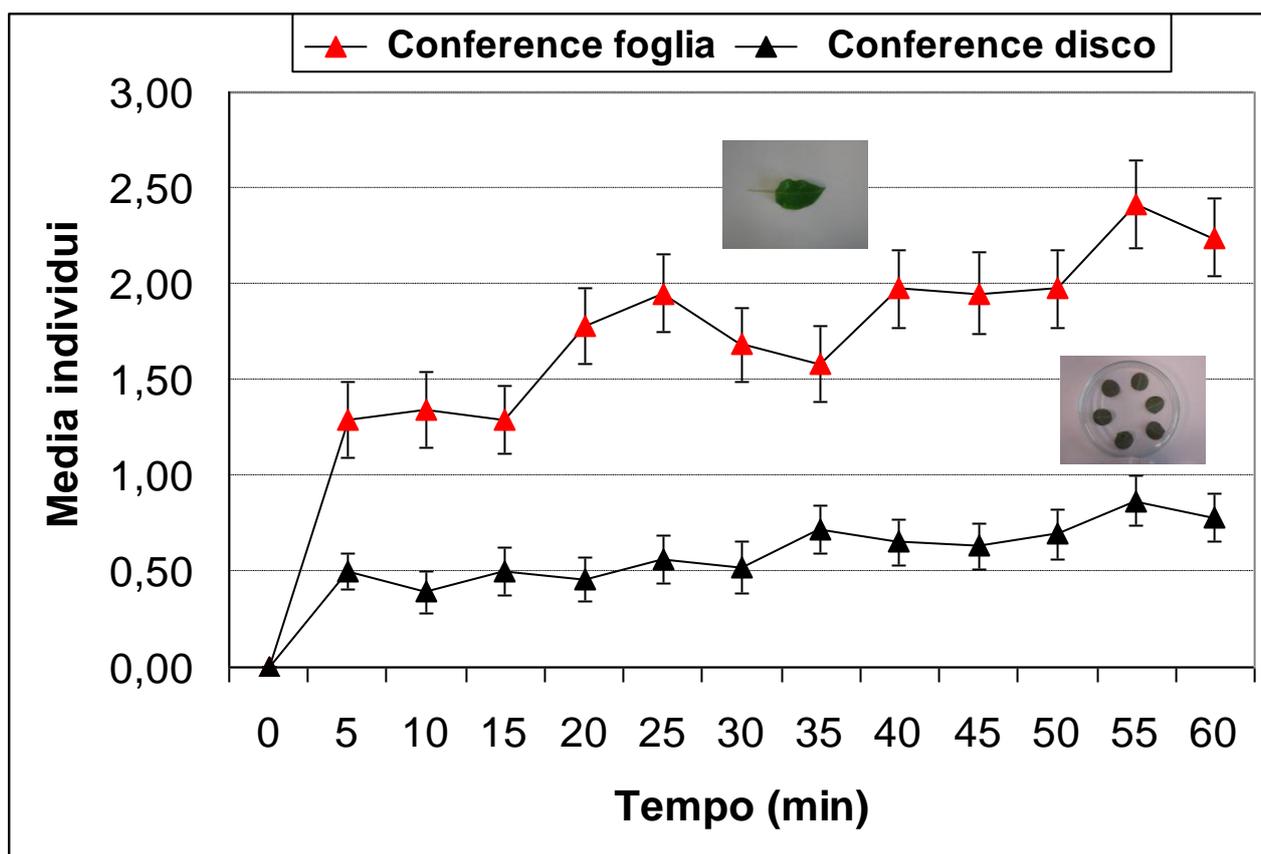


Grafico 5: confronto tra il numero medio di individui di *S. pyri* presenti su i dischi con quelli presenti sulle foglie, per il periodo di un'ora, relativamente alla varietà Conference. Come si può osservare la preferenza è decisamente in favore delle foglie e i valori tendono ad aumentare nel corso del tempo sia per dischi che per foglie.

| Individui / foglia - dischi | | | | | |
|-----------------------------|-------------------|------------------|-------------|-------------|----------|
| Min | Media Conf foglia | Media Conf disco | Err St C1 | Err St C2 | p level |
| 0 | 0,000000 | 0,000000 | 0 | 0 | |
| 5 | 1,292683 | 0,500000 | 0,198297333 | 0,097058178 | 0,000365 |
| 10 | 1,341463 | 0,391304 | 0,196337676 | 0,105309578 | 0,000032 |
| 15 | 1,292683 | 0,500000 | 0,175457251 | 0,123358791 | 0,000313 |
| 20 | 1,780488 | 0,456522 | 0,199120613 | 0,115078305 | 0,000000 |
| 25 | 1,951220 | 0,565217 | 0,200460505 | 0,122975092 | 0,000000 |
| 30 | 1,682927 | 0,521739 | 0,195806725 | 0,138100049 | 0,000004 |
| 35 | 1,585366 | 0,717391 | 0,197470621 | 0,126884037 | 0,000293 |
| 40 | 1,975610 | 0,652174 | 0,2050812 | 0,121255076 | 0,000000 |
| 45 | 1,951220 | 0,630435 | 0,21227921 | 0,121816745 | 0,000000 |
| 50 | 1,975610 | 0,695652 | 0,2050812 | 0,131397414 | 0,000001 |
| 55 | 2,414634 | 0,869565 | 0,231578912 | 0,126676947 | 0,000000 |
| 60 | 2,243902 | 0,782609 | 0,20296728 | 0,127832331 | 0,000000 |

Tab. 5: I dati mostrano differenze significative nel confronto della preferenza alimentare di *S. pyri* tra dischi e foglie durante tutto l'esperimento, con valori di p che, in diversi momenti, risultano inferiori alla soglia di 0.000001.

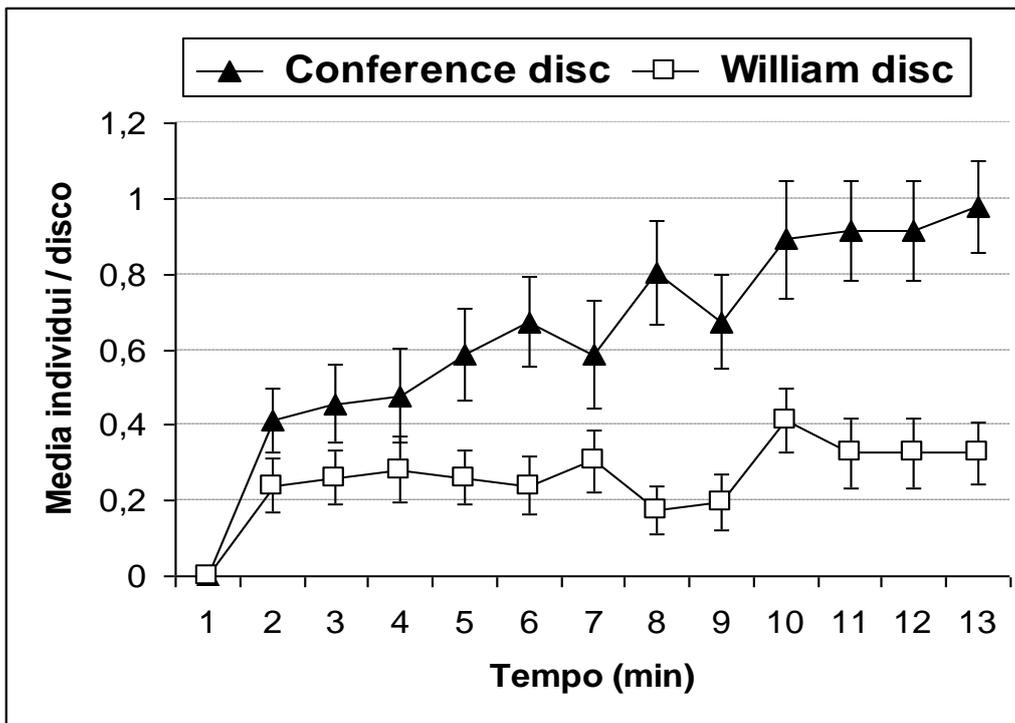


Grafico 6: preferenza alimentare di *S. pyri* nei confronti delle due varietà con impiego di dischi fogliari; insetti allevati su piante di Conference

| Min | Individui/disco | | Err St C | Err St W | p level |
|-----|-----------------|-----------------|----------|----------|----------|
| | Media Conf disc | Media Will disc | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 5 | 0,413043478 | 0,239130435 | 0,085556 | 0,070777 | 0,120799 |
| 10 | 0,456521739 | 0,260869565 | 0,101708 | 0,072464 | 0,120695 |
| 15 | 0,47826087 | 0,282608696 | 0,123316 | 0,086046 | 0,196529 |
| 20 | 0,586956522 | 0,260869565 | 0,122676 | 0,072464 | 0,024440 |
| 25 | 0,673913043 | 0,239130435 | 0,116529 | 0,077302 | 0,002512 |
| 30 | 0,586956522 | 0,304347826 | 0,140997 | 0,081469 | 0,086079 |
| 35 | 0,804347826 | 0,173913043 | 0,137681 | 0,064489 | 0,000076 |
| 40 | 0,673913043 | 0,195652174 | 0,124545 | 0,073685 | 0,001365 |
| 45 | 0,891304348 | 0,413043478 | 0,156125 | 0,085556 | 0,008602 |
| 50 | 0,913043478 | 0,326086957 | 0,131237 | 0,093532 | 0,000451 |
| 55 | 0,913043478 | 0,326086957 | 0,131237 | 0,093532 | 0,000451 |
| 60 | 0,97826087 | 0,326086957 | 0,122333 | 0,082558 | 0,000028 |

Tab. 6: confronto tra dischi fogliari appartenenti alla varietà Conference e William, con impiego di individui allevati su Conference; emerge una differenza significativa della preferenza nella scelta dell'ospite sempre in favore di Conference. Come si può notare i confronti risultati significativi sono stati 8 sui 12 totali, quattro in più rispetto all'esperimento con individui allevati sulla varietà indipendente Abate.

| | Individui/disco | | | | |
|-----|-----------------------|-----------------------|---------------|---------------|----------|
| Min | Media Conf disco 2008 | Media Conf disco 2007 | Err St C 2008 | Err St C 2007 | p level |
| 0 | 0,000000 | 0,000000 | 0 | 0,00 | |
| 5 | 0,413043 | 0,500000 | 0,08555636 | 0,10 | 0,503253 |
| 10 | 0,456522 | 0,391304 | 0,101707745 | 0,11 | 0,657059 |
| 15 | 0,478261 | 0,500000 | 0,123316217 | 0,12 | 0,901092 |
| 20 | 0,586957 | 0,456522 | 0,12267583 | 0,12 | 0,440101 |
| 25 | 0,673913 | 0,565217 | 0,11652931 | 0,12 | 0,522771 |
| 30 | 0,586957 | 0,521739 | 0,140997437 | 0,14 | 0,741832 |
| 35 | 0,804348 | 0,717391 | 0,137681159 | 0,13 | 0,643459 |
| 40 | 0,673913 | 0,652174 | 0,12454496 | 0,12 | 0,900751 |
| 45 | 0,891304 | 0,630435 | 0,15612537 | 0,12 | 0,191066 |
| 50 | 0,913043 | 0,695652 | 0,131237466 | 0,13 | 0,244854 |
| 55 | 0,913043 | 0,869565 | 0,131237466 | 0,13 | 0,812139 |
| 60 | 0,978261 | 0,782609 | 0,12233292 | 0,13 | 0,271770 |

Tab. 7: confronto dei dati ottenuti nei due esperimenti, relativi alle prove su dischi fogliari della varietà Conference, sul comportamento alimentare di individui allevati su Conference (Media Conf disco 2008) e su Abate (Media Conf disco 2007). Non si sono evidenziate differenze significative tra i due differenti gruppi di insetti.

| | Individui/disco | | | | |
|-----|-----------------------|-----------------------|---------------|---------------|----------|
| Min | Media Will disco 2008 | Media Will disco 2007 | Err St W 2008 | Err St W 2007 | p level |
| 0 | 0,000000 | 0,021739 | 0 | 0,02 | 0,319992 |
| 5 | 0,239130 | 0,282609 | 0,070777481 | 0,08 | 0,685435 |
| 10 | 0,260870 | 0,282609 | 0,072463768 | 0,07 | 0,834190 |
| 15 | 0,282609 | 0,217391 | 0,086045957 | 0,08 | 0,570478 |
| 20 | 0,260870 | 0,326087 | 0,072463768 | 0,09 | 0,569240 |
| 25 | 0,239130 | 0,282609 | 0,077302234 | 0,08 | 0,697284 |
| 30 | 0,304348 | 0,239130 | 0,081469387 | 0,07 | 0,547156 |
| 35 | 0,173913 | 0,217391 | 0,064488682 | 0,08 | 0,662728 |
| 40 | 0,195652 | 0,260870 | 0,073685355 | 0,07 | 0,529604 |
| 45 | 0,413043 | 0,347826 | 0,08555636 | 0,09 | 0,598832 |
| 50 | 0,326087 | 0,369565 | 0,09353161 | 0,10 | 0,757588 |
| 55 | 0,326087 | 0,217391 | 0,09353161 | 0,08 | 0,368474 |
| 60 | 0,326087 | 0,282609 | 0,082557828 | 0,07 | 0,695814 |

Tab. 8: confronto dei dati ottenuti nei due esperimenti, relativi alle prove su dischi fogliari della varietà William, sul comportamento alimentare di individui allevati su Conference (Media Will disco 2008) e su Abate (Media Will disco 2007). Non si sono evidenziate differenze significative tra i due differenti gruppi di insetti.

4.4 Influenza di Conference e di William sul comportamento di S. pyri nella fase di permanenza dell'insetto sull'ospite e sulla variazione del numero di individui adulti e ninfe sulle piante

4.4.1 Choice-test in campo

Il risultati degli esperimenti effettuati in campo confermano la preferenza nella scelta dell'ospite da parte di *S. pyri* nei confronti della varietà Conference rispetto a William. Il decorso dell'esperimento, dopo il suo inizio avvenuto il giorno 13/06/2007 con l'introduzione di 2 individui per pianta, ha visto per circa tre settimane una situazione di stabilità, caratterizzata da una lieve

diminuzione del numero di individui (graf. 7). Il conteggio del numero di individui adulti ha permesso di osservare, ad iniziare dalla terza settimana di monitoraggio, un incremento del numero medio di individui per pianta prima su Conference e successivamente, a distanza di circa 3-4 giorni, su William. L'incremento del numero di individui adulti si è rivelato essere repentino al punto tale che, nell'arco di una settimana, si è osservato il picco massimo di individui adulti presenti mediamente su piante di Conference, con un valore pari a 63,71 (tab. 9) ed un valore massimo di individui adulti osservato a carico di una pianta di 154 (appendice IX). Proprio in questo punto dell'esperimento l'analisi dei dati ha verificato una significatività, dal punto di vista statistico, per le differenze del numero medio di individui per pianta, in favore di Conference con un valore di p pari a 0,0124 ed un valore medio di individui adulti per pianta di William uguale a 26,06.

Osservando i dati si nota che il picco massimo del numero medio di individui per pianta è stato raggiunto su William con tre giorni di ritardo, con un valore di 33,4 individui, nettamente inferiore a quello osservato su Conference, e con un numero massimo di individui osservati pari a 105, anch'esso notevolmente inferiore rispetto a Conference. Il picco massimo relativo alla varietà William non ha sortito differenze significative in suo favore dato che il numero medio per pianta su Conference si manteneva ancora significativamente al di sopra rispetto a William con un valore di 44,4.

Dal grafico si osserva la presenza, per entrambe le varietà, di un solo picco dopo il quale ho assistito ad un costante calo del numero medio di adulti per pianta. La diminuzione del numero di individui ha seguito la stessa velocità osservata durante l'incremento del numero, tanto è vero che su Conference si è verificato un declino più rapido, segnando un numero medio di individui che al termine dell'esperimento è risultato pari a 12,35, significativamente inferiore rispetto al valore medio osservato su William che era di 25,86 ($p=0,049$).

Un aspetto importante riguarda il deperimento delle piante utilizzate nel test che è risultato completamente differente tra le due varietà. L'incremento del danno (fig. 17 a; fig. 17 b; fig. 17 c) è risultato maggiore su Conference rispetto a William a seguito del più elevato numero di individui presenti mediamente sulle piante. Successivamente al picco più elevato osservato su Conference si è assistito ad un veloce disseccamento di tutte le piante appartenenti a questa varietà (fig. 18 b; 18 c). L'assenza completa di foglie sane ha avuto come conseguenza il veloce calo del numero medio di individui per pianta, che si è portato su valori di circa dieci individui. Le piante di William al contrario, con un numero medio di individui inferiore, hanno resistito meglio nel tempo non seccandosi.

La preferenza di *S. pyri* verso la varietà Conference viene suffragata anche dal risultato inerente il numero di ninfe presenti in media su ciascuna pianta. Nel grafico si nota, a partire dal giorno 6 luglio 2007, un incremento del numero di individui per entrambe le varietà. Questo è

avvenuto a quasi un mese di distanza dall'inizio dell'esperimento ed a circa 3 giorni di anticipo rispetto all'incremento del numero di adulti.

Successivamente al giorno in cui si registra il primo incremento del numero di ninfe (graf. 8) si registra un incremento di individui che porta a differenze statisticamente significative in favore della varietà Conference (tab. 10).

La differenza raggiunge il suo massimo in termini di significatività il giorno 9 Luglio 2007 con un valore medio per Conference di 80,05 individui per pianta contro i 26,93 di William, con un valore di p pari a 0,0024922. Nell'arco di 6 giorni dall'inizio dell'incremento del numero di individui si registra, in data 12 Luglio, il picco massimo di presenza di ninfe su Conference (16 Luglio per gli adulti) con un valore medio per pianta pari a circa 115 contro i 40 di William ($p=0,0032$). Il valore registrato su William rappresenta anch'esso un picco, ma non quello più elevato per la varietà, che infatti verrà raggiunto il giorno 19 Luglio (22 Luglio per gli adulti), con un valore medio di circa 46 individui, molto inferiore di quello osservato su Conference e che in quel punto non porta a differenze significative.

A seguire si osserva un decremento del numero di individui, già iniziato su Conference una settimana prima, che proseguirà fino al termine dell'esperimento, avvenuto in data 25 Luglio 2007. Proprio nell'ultimo giorno di monitoraggio si è osservato, come già avvenuto per gli adulti, un capovolgimento della situazione in relazione al numero medio di individui per pianta. Si osserva infatti una differenza significativa in favore di William, con 14,7 individui in media per pianta contro i 5,7 di Conference ($p=0,0033577$). Questo fatto relativo alle ninfe avviene in concomitanza con quello verificatosi esattamente allo stesso modo per gli adulti e che, come descritto precedentemente, è accompagnato dal totale disseccamento delle piante appartenenti alla varietà Conference.



Fig 17: da sinistra la progressione del danno (17 a; 17 b). Particolare di una foglia (17 c) con neanidi di *Stephanitis pyri*. I punti neri che si notano costituiscono i luoghi di ovodeposizione da parte delle femmine.



Fig. 18: da sinistra il telo antiafide che ricopre le fila di piante (fig. 18 a). Due immagini (fig. 18 b; fig. 18 c), di seguito che illustrano la conclusione dell'esperimento di choice-test con le piante di Conference completamente essiccate rispetto a quelle di William.

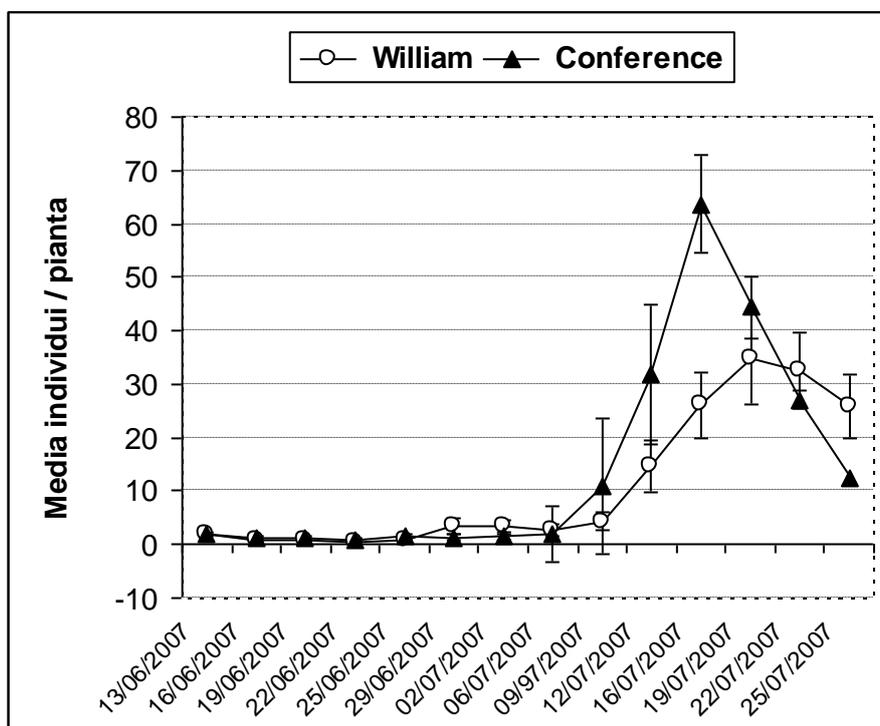


Grafico 7: confronto del numero medio per pianta di individui adulti di *S. pyri* sulle varietà William e Conference disposte in modo alternato. Si osserva la presenza di un picco per ciascuna varietà che in Conference risulta molto più alto. Il picco di William compare circa tre giorni a seguire quello di Conference. Da notare verso la fine del periodo il superamento del numero medio di individui su piante di William rispetto a quelle di Conference.

| Data | Adulti / pianta | | Err St W | Err St C | p level |
|------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|----------|
| | Media Will | Media Conf | | | |
| 13/06/2007 | 2 | 2 | 0 | 0 | |
| 16/06/2007 | 0,8 | 1,142857143 | 0,279455252 | 0,390225954 | 0,476623 |
| 19/06/2007 | 0,8 | 1,142857143 | 0,261861468 | 0,375882008 | 0,455646 |
| 22/06/2007 | 0,6 | 0,785714286 | 0,235027861 | 0,280865449 | 0,614407 |
| 25/06/2007 | 0,9333333333 | 1,428571429 | 0,300264434 | 0,510486578 | 0,402770 |
| 29/06/2007 | 3,6 | 1,285714286 | 1,51122782 | 0,424892636 | 0,164333 |
| 02/07/2007 | 3,266666667 | 1,642857143 | 1,346836387 | 0,589348149 | 0,290848 |
| 06/07/2007 | 2,733333333 | 2 | 0,997457084 | 0,646206173 | 0,548617 |
| 09/07/2007 | 4,266666667 | 10,92857143 | 1,71121418 | 5,269093262 | 0,226622 |
| 12/07/2007 | 14,73333333 | 31,78571429 | 4,894571013 | 12,69861054 | 0,209375 |
| 16/07/2007 | 26,06666667 | 63,71428571 | 6,080778981 | 13,02003046 | 0,012426 |
| 19/07/2007 | 34,8 | 44,42857143 | 8,690005206 | 9,224736385 | 0,453582 |
| 22/07/2007 | 32,66666667 | 27,14285714 | 7,155861179 | 5,846814802 | 0,558232 |
| 25/07/2007 | 25,86666667 | 12,35714286 | 6,084223679 | 1,850474079 | 0,049009 |

Tab 9: confronto dei dati ottenuti nell'esperimento di choice test in campo. I rosso i momenti dove sono state osservate differenze significative.

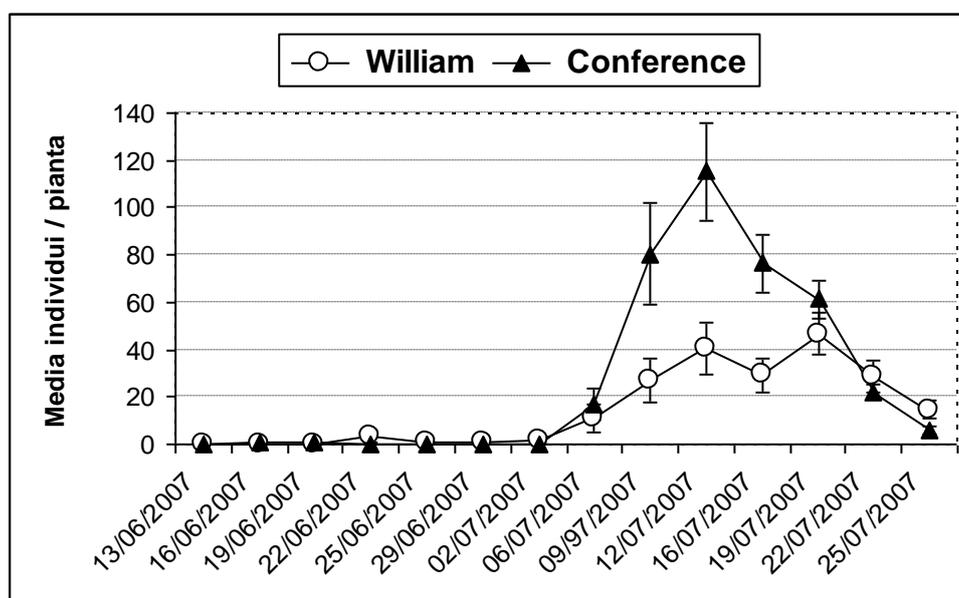


Grafico 8: confronto del numero medio per pianta di ninfe tra le due varietà William e Conference disposte in modo alternato. Si osserva un numero medio maggiore di ninfe per pianta sulla varietà Conference. Sulla varietà William sono presenti due picchi, dei quali il più elevato compare circa una settimana dopo quello osservato su Conference. Anche in questo caso, come per gli adulti, alla fine dell'esperimento il numero medio di individui su William è maggiore rispetto a Conference.

| Data | Ninfe / pianta | | Err St W | Err St C | p level |
|------------|----------------|-------------|-------------|-------------|----------|
| | Media Will | Media Conf | | | |
| 13/06/2007 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 16/06/2007 | 0 | 0,5 | 0 | 0,5 | 0,309177 |
| 19/06/2007 | 0,066666667 | 1 | 0,066666667 | 0,710981368 | 0,187036 |
| 22/06/2007 | 3,4 | 0,071428571 | 2,821347196 | 0,071428571 | 0,265095 |
| 25/06/2007 | 0,8 | 0,285714286 | 0,618754509 | 0,194104634 | 0,448082 |
| 29/06/2007 | 0,6 | 0 | 0,434248119 | 0 | 0,193606 |
| 02/07/2007 | 2,066666667 | 0 | 1,475084071 | 0 | 0,187632 |
| 06/07/2007 | 10,933333333 | 16,71428571 | 6,006715818 | 6,929336086 | 0,532167 |
| 09/07/2007 | 26,933333333 | 80,5 | 9,191852845 | 21,19137031 | 0,024922 |
| 12/07/2007 | 40,466666667 | 115,2142857 | 11,16963003 | 20,81213155 | 0,003287 |
| 16/07/2007 | 29,133333333 | 76,35714286 | 7,453261777 | 12,48146192 | 0,002715 |
| 19/07/2007 | 46,733333333 | 61,42857143 | 8,866451841 | 7,935671507 | 0,229813 |
| 22/07/2007 | 28,666666667 | 22,28571429 | 7,157857266 | 3,015397431 | 0,430244 |
| 25/07/2007 | 14,733333333 | 5,714285714 | 3,621978763 | 1,513414636 | 0,033577 |

Tab. 10: confronto dei dati ottenuti nell'esperimento di choice test in campo con ninfe sulle due varietà. n rosso i momenti in cui sono state registrate differenze significative. Anche in questo caso il maggior numero di confronti ha rilevato un numero medio di ninfe per pianta significativamente maggiore su Conference rispetto William.

4.4.2 No-Choice test in campo

I dati raccolti grazie all'esperimento in campo con piante non alternate hanno evidenziato (graf. 9) un primo forte aumento del numero di individui adulti, dopo circa cinque settimane dall'inizio dell'esperimento, avvenuto in data 28 Aprile 2008. Tale aumento è stato più accentuato per la varietà William, con un picco di circa 15,93 individui in media per pianta, che rappresenta il valore medio più elevato raggiunto su piante di questa cultivar. Sebbene rappresenti il valore medio più alto e comunque maggiore a quello registrato su Conference, che è di 3,20, non ha determinato una differenza significativa ($p < 0,05$) in termini di numero medio. Il numero di individui conteggiati su William si è successivamente mantenuto più elevato di quello su Conference, per un periodo di circa tre settimane consecutive e sempre con una significatività di poco al di sopra della soglia dello 0,05. Differenze significative in favore di William si sono comunque ottenute tra il 20 ed il 23 Giugno con valori medi di individui nelle due date di circa 11 e 14 adulti contro i circa 3 e 4 di Conference ($p = 0,006846$; $p = 0,000625$).

Possiamo, in aggiunta, osservare che non solo si sono registrate differenze significative in favore di William ma anche che l'incremento del numero di adulti è subentrato, rispetto a Conference con un anticipo di circa 3 giorni. Soltanto tra il 30 Giugno ed il 4 Luglio ho osservato il superamento nel numero medio di individui per pianta rispetto a William. L'incremento numerico su Conference si è rivelato importante, con un picco massimo osservato il 7 Luglio e caratterizzato da una media di adulti per pianta di 19,13, la più elevata di tutto l'esperimento, rispetto ai 9,33 registrati su William, con valore di p pari a 0,045512. L'esperimento si è concluso il giorno 14 Luglio causa il deperimento completo delle piante di Conference.

Interessante infine notare che (appendice X) il numero massimo di individui osservati su una pianta non supera mai il valore di 55 per Conference mentre su William alcune piante mostrano valori maggiori a 60 adulti, con una punta massima di 90 individui contati su una sola pianta.

Le ninfe sono apparse contemporaneamente su entrambe le varietà, a partire dal giorno 2 giugno, un mese circa dopo l'inizio dell'esperimento. Lo sviluppo delle popolazioni di ninfe ha avuto un andamento simile (graf. 10) a quello degli adulti per quanto riguarda i periodi relativi all'insorgenza dei picchi e, come nel caso degli adulti, ha registrato un numero medio di individui per pianta maggiore rispetto a Conference. Inoltre il numero medio di individui su piante di Conference è sempre stato inferiore a quello di William per tutto l'esperimento.

Il numero medio di ninfe per pianta ha fatto registrare differenze significative in favore di William già dopo pochi giorni dal momento della loro prima individuazione. Infatti, dal giorno 7 Giugno, per quattro successivi conteggi, cioè fino al giorno 20 Giugno compreso, si registrano differenze significative che vedono le piante di William mantenere per circa dieci giorni consecutivi

un numero medio di ninfe di circa 80-90 mentre quelle di Conference mantenere un numero di poco al di sopra dei 40 solo per 3-4 giorni.

In termini di significatività la maggior differenza si è registrata il giorno 7 Giugno con un valore medio per William pari a 37,33 individui per pianta contro i 9,07 di Conference ed un valore di p pari a 0,004110.

Successivamente al periodo caratterizzato dalla significatività del dato in favore di William si assiste, per una fase che perdura fino al termine dell'esperimento, che è avvenuto il giorno 17 Luglio, ad una sostanziale assenza di differenze significative in favore dell'una o dell'altra varietà. Il grafico 10 evidenzia comunque una maggiore presenza delle ninfe su William, con due picchi di notevole altezza che mostrano William con un numero medio di individui per pianta di circa 124 contro 69 per Conference e con 127 contro 116.

Il tracciato inoltre mostra una sostanziale somiglianza nell'andamento delle due cultivar senza far superare i valori evidenziati su William, come avvenuto invece in ogni altro tipo di esperimento in campo ed in laboratorio. Il valore massimo osservato (appendice X) relativo al numero di ninfe per pianta si osserva infatti su William ed è di 452 contro i 328 individui osservati su Conference.

Da notare infine, come accaduto per gli altri esperimenti in campo, che il numero medio di ninfe per pianta tende, seppur in questo caso senza determinare differenze significative, a diminuire in maniera maggiore su Conference rispetto a William, con valori medi pari, nelle ultime due osservazioni e rispettivamente per le due varietà, di circa 89 contro 48 e di 59 contro 27, con valori di p non significativi ($p=0,092948$; $p=0,076513$).

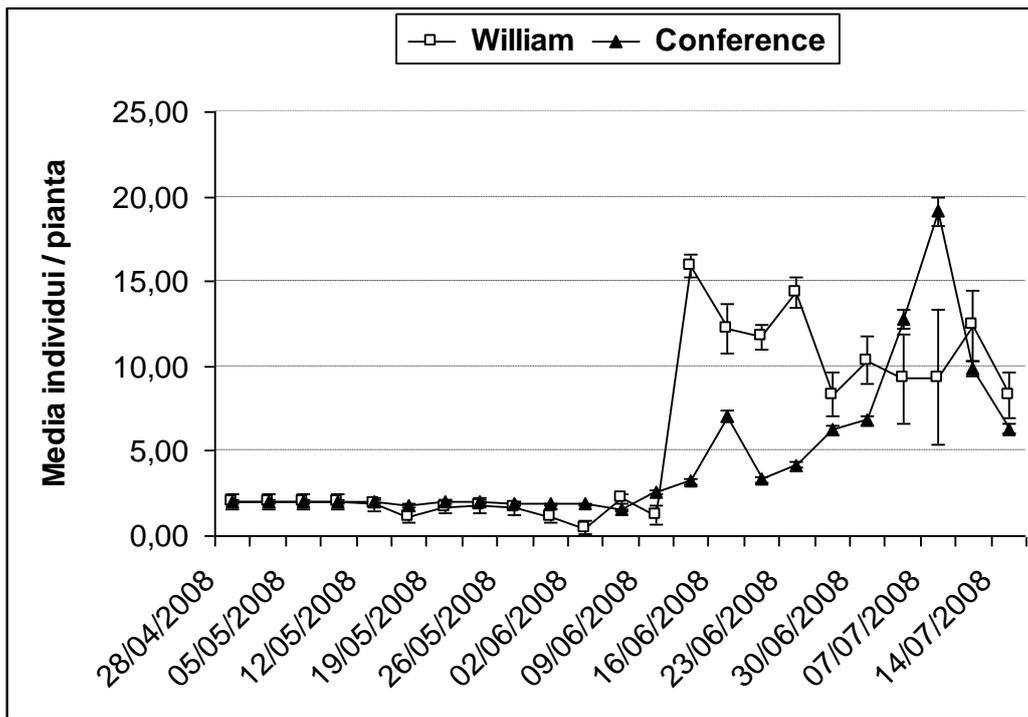


Grafico 9: confronto del numero medio di individui adulti di *S. pyri* tra le due varietà William e Conference con piante disposte in modo separato. Come si può notare l'incremento del numero medio di individui per pianta è aumentato prima su William con valori molto più elevati rispetto a Conference. Conference ha comunque fatto segnare il numero medio di individui per pianta più elevato.

| Data | Adulti / pianta | | Err St W | Err St C | p level |
|------------|-----------------|------------|----------|----------|----------|
| | Media Will | Media Conf | | | |
| 28/04/2008 | 2,00 | 2,00 | 0,42 | 0,09 | |
| 01/05/2008 | 2,00 | 2,00 | 0,42 | 0,09 | 1,000000 |
| 05/05/2008 | 2,00 | 2,00 | 0,42 | 0,09 | 1,000000 |
| 09/05/2008 | 2,00 | 2,00 | 0,42 | 0,09 | 1,000000 |
| 12/05/2008 | 1,87 | 2,00 | 0,42 | 0,09 | 0,790180 |
| 16/05/2008 | 1,13 | 1,80 | 0,38 | 0,08 | 0,174731 |
| 19/05/2008 | 1,73 | 2,00 | 0,42 | 0,09 | 0,645216 |
| 23/05/2008 | 1,80 | 2,00 | 0,42 | 0,09 | 0,762751 |
| 26/05/2008 | 1,67 | 1,93 | 0,40 | 0,08 | 0,702471 |
| 30/05/2008 | 1,13 | 1,87 | 0,39 | 0,08 | 0,275947 |
| 02/06/2008 | 0,47 | 1,87 | 0,39 | 0,08 | 0,019871 |
| 07/06/2008 | 2,20 | 1,53 | 0,32 | 0,07 | 0,301228 |
| 09/06/2008 | 1,27 | 2,60 | 0,54 | 0,11 | 0,056755 |
| 13/06/2008 | 15,93 | 3,20 | 0,67 | 0,14 | 0,067687 |
| 16/06/2008 | 12,20 | 7,07 | 1,47 | 0,31 | 0,347038 |
| 20/06/2008 | 11,73 | 3,33 | 0,70 | 0,14 | 0,006846 |
| 23/06/2008 | 14,33 | 4,20 | 0,88 | 0,18 | 0,000625 |
| 27/06/2008 | 8,33 | 6,27 | 1,31 | 0,27 | 0,489678 |
| 30/06/2008 | 10,33 | 6,80 | 1,42 | 0,30 | 0,234225 |
| 04/07/2008 | 9,27 | 12,80 | 2,67 | 0,56 | 0,224770 |
| 07/07/2008 | 9,33 | 19,13 | 3,99 | 0,83 | 0,045512 |
| 11/07/2008 | 12,40 | 9,87 | 2,06 | 0,43 | 0,416948 |
| 14/07/2008 | 8,27 | 6,33 | 1,32 | 0,28 | 0,479516 |

Tab. 11: confronto dei dati ottenuti nell'esperimento di no-choice test: il numero di adulti per pianta nostra differenze significative a favore di William, a differenza di quanto osservato negli esperimenti di choice test. Soltanto verso la fine dell'esperimento si osserva un numero significativamente maggiore di adulti su Conference.

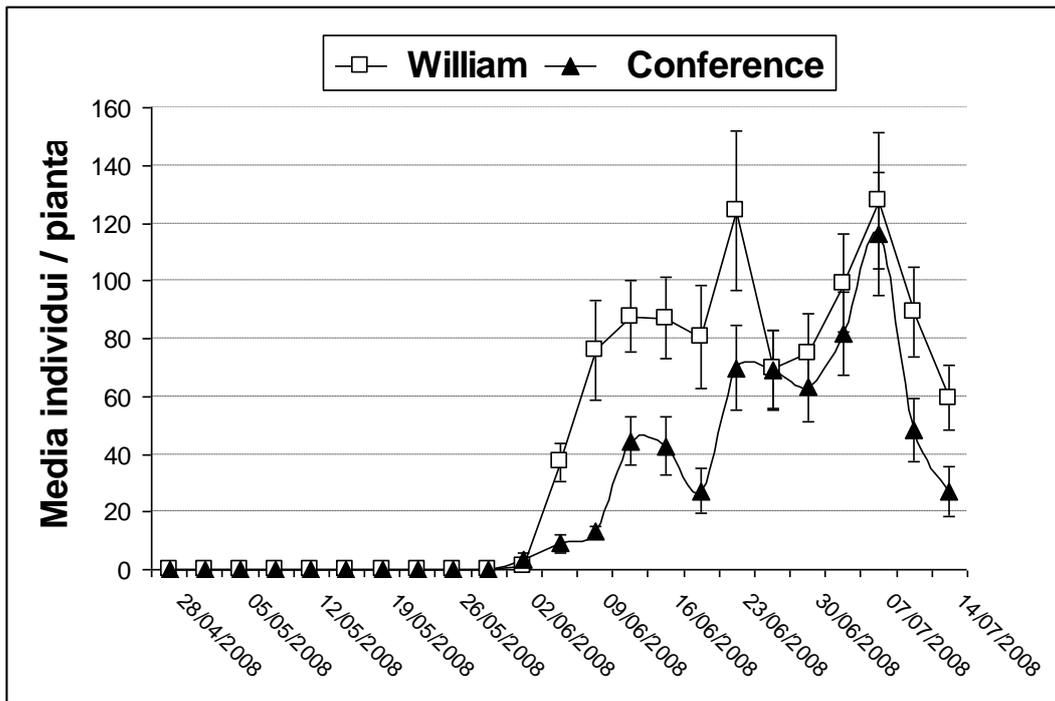


Grafico 10: confronto del numero medio per pianta di ninfe con piante disposte in modo separato per ciascuna varietà.

| Data | Ninfe / pianta | | Err St W | Err St C | p level |
|------------|----------------|------------|----------|----------|----------|
| | Media Will | Media Conf | | | |
| 28/04/2008 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 01/05/2008 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 05/05/2008 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 09/05/2008 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 12/05/2008 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 16/05/2008 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 19/05/2008 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 23/05/2008 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 26/05/2008 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 30/05/2008 | 0,00 | 0,13 | 0,00 | 0,07 | 0,153357 |
| 02/06/2008 | 1,33 | 3,73 | 0,39 | 2,00 | 0,349530 |
| 07/06/2008 | 37,33 | 9,07 | 6,64 | 3,05 | 0,004110 |
| 09/06/2008 | 75,80 | 13,20 | 17,18 | 1,98 | 0,006774 |
| 13/06/2008 | 87,60 | 44,40 | 12,43 | 8,36 | 0,027339 |
| 16/06/2008 | 87,07 | 42,87 | 14,07 | 10,08 | 0,048566 |
| 20/06/2008 | 80,80 | 27,33 | 17,80 | 7,95 | 0,035040 |
| 23/06/2008 | 124,33 | 69,80 | 27,73 | 14,80 | 0,172204 |
| 27/06/2008 | 69,40 | 69,07 | 13,75 | 13,70 | 0,989033 |
| 30/06/2008 | 74,67 | 63,07 | 13,68 | 11,64 | 0,606105 |
| 04/04/2008 | 99,27 | 81,67 | 17,10 | 14,25 | 0,528386 |
| 07/07/2008 | 127,60 | 116,40 | 23,50 | 21,38 | 0,777970 |
| 11/07/2008 | 89,27 | 48,53 | 15,47 | 10,87 | 0,092948 |
| 14/07/2008 | 59,40 | 27,07 | 11,12 | 8,82 | 0,076513 |

Tabella 12: confronto dei dati ottenuti nell'esperimento di no-choice test: il numero di ninfe per pianta nostra differenze significative a favore di William, a differenza di quanto osservato negli esperimenti di choice test.

5. CONCLUSIONI

Questa ricerca condotta su *Stephanitis pyri* mi ha permesso di raggiungere importanti risultati, contribuendo in maniera importante alla comprensione delle modalità di alimentazione e del comportamento alimentare di questo temibile fitofago.

Ho potuto descrivere un quadro d'insieme abbastanza completo in grado di spiegare le azioni che svolge questa specie, sia nella fase di contatto con l'ospite sia nella fase di pre-contatto. Inoltre sono riuscito a dimostrare l'esistenza di differenze significative nel comportamento alimentare di *S. pyri* sulle due varietà più importanti, dal punto di vista economico, per il comparto piricolo. Tali differenze riguardano sia l'orientamento per la scelta dell'ospite sia la durata di una delle fasi di alimentazione da me individuate ed osservabili durante la permanenza del fitofago sull'ospite.

Lo studio del comportamento alimentare di *S. pyri* durante il periodo di contatto con l'ospite mi ha consentito di identificare tutte le fasi di alimentazione che lo caratterizzano. Il risultato è notevole, poiché sono riuscito ad individuare ogni fase e ad effettuare la *caratterizzazione dell'onda EPG-DC* di questa specie. Sono state individuate quattro fasi e per due di queste, fase 2 e fase 3, è stato possibile osservare la presenza di un tracciato con caratteristiche tali, sia di lunghezza temporale che di uniformità legata al tracciato, da classificarle come *onde* e le ho definite *onda 1* e *onda 2*.

In letteratura esistono alcune analogie tra il tracciato caratteristico di *S. pyri* e quello di *onde* tipiche di altre specie di insetti. Tra gli esempi riconducibili a quelli osservati su *S. pyri* posso citare quello effettuato recentemente sul cicadellide *Homalodisca coagulata* (Say) (Houston Joost, 2006) alimentata su dieta artificiale. Nel grafico di *Homalodisca coagulata* si nota molto bene come la prima parte del tracciato sia caratterizzata dalla presenza di picchi di notevole altezza e come questa fase, chiamata *onda A1*, abbia una breve durata, inoltre trova una certa somiglianza con la fase 1 individuata su *S. pyri*, anch'essa di breve durata e caratterizzata da picchi di notevole altezza. Lo studio effettuato su *H. coagulata* ha permesso di osservare, grazie all'ausilio di un sistema dotato di telecamera, l'esatto movimento degli stiletti, contemporaneamente alla registrazione con EPG-DC/AC, e di notare la produzione di saliva durante quella fase. Visto che tale esperimento ha previsto l'impiego di dieta artificiale al posto dei tessuti possiamo escludere, in questo caso, la presenza di differenze di voltaggio imputabili al perforamento delle cellule della pianta, attribuendo perciò questi picchi alla produzione di saliva. Per analogia si potrebbe ipotizzare quindi che la fase 1 di *S. pyri* sia, considerando l'elevata conducibilità di questa, in buona parte, legata alla produzione di saliva, anche se nel mio studio la posizione e l'attività degli stiletti nel mesofillo fogliare non è stata osservata in microscopia

elettronica. Per giungere ad una dimostrazione di questa ipotesi occorrerebbe procedere con lo stesso sistema di indagine effettuato per *H. coagulata*, con l'impiego di strumentazione in grado di osservare il movimento e la funzionalità degli stiletti. Lo studio condotto da Houston Joost ha anche individuato, sempre attraverso osservazioni con telecamera, che in una particolare fase, denominata *onda B1*, l'insetto si alimentava ma non ho trovato analogie nel tracciato con quello relativo a *S. pyri*.

Nel caso dell'afide *Uroleucon ambrosiae* (Berays and Funk, 2000) si osserva, sempre attraverso l'ausilio dell'EPG, che la prima fase si caratterizza, come nel caso appena descritto, per la presenza di picchi di notevole dimensione ma che, a differenza dell'esperimento con *H. coagulata*, si utilizzano piante della Famiglia delle Asteracee al posto della dieta artificiale. In questa situazione la prima fase, conosciuta come *onda A*, non rappresenta un'attività legata soltanto all'emissione di saliva ma quest'onda rappresenta il percorso intercellulare degli stiletti attraverso i tessuti. *S. pyri* però non effettua mai un percorso intercellulare ma intracellulare, perforando indistintamente cellule legate a tessuti differenti, pertanto esiste solo una similitudine grafica tra i due tracciati.

Sebbene nella mia ricerca abbia dimostrato che *S. pyri* perfora le membrane delle cellule con gli stiletti, non ho mai osservato, come in alcune specie appartenenti alla Super Famiglia Afidoidea, i "potential drop", ovvero notevoli e repentini salti di voltaggio che durano alcuni istanti e sono dovuti alla perforazione delle membrane cellulari (Tjallingii 1990; Berays and Funk, 2000). Differenze di voltaggio riconducibili a perforazioni cellulari sono state osservate anche per l'Aleurodide *Bemisia argentifolii* (Tjallingii, 1985b) e, a differenza dei "potenzial drop", questo calo di voltaggio proseguiva molto di più nel tempo, comprendendo addirittura cambiamenti nel tipo di onda. Anche in questo caso però non sono state osservate variazioni di voltaggio simili a quelle da me osservate per *S. pyri*.

Di grande interesse appare anche la similitudine per conformazione del tracciato, caratterizzato da picchi regolari di dimensioni contenute, tra l'*onda B2* di *H. coagulata* e l'*onda 2* che ho individuato per *S. pyri*. Per *H. coagulata* le immagini riprese dalla telecamera evidenziano che tali picchi sono contemporanei ad un movimento frenetico, denominato "in-out", degli stiletti mascellari, che ha come risultato quello di diramare la saliva precedentemente emessa, anche se lo studio condotto da Houston Joost non è stato in grado di osservare quale dei due movimenti, risalita o discesa degli stiletti mascellari, fosse quello responsabile dell'aumento o della discesa di voltaggio. Un'analogia del tracciato dell'*onda 2* si può ipotizzare anche con l'*onda F* di *Uroleucon ambrosiae*, dove i picchi sono regolari nel tempo e di altezza modesta e che rappresentano la fase in cui gli stiletti lavorano (Berays and Funk, 2000).

Sulla base di queste informazioni appare di nuovo evidente come sia necessario approfondire la ricerca sulle modalità di alimentazione di questa specie con l'ausilio di strumentazioni in grado di fornire nuove informazioni sull'attività degli stiletti, in relazione alle onde individuate.

La mia ricerca ha dimostrato comunque che, qualunque sia il tipo di attività svolta dagli stiletti nel corso dell'*onda 2*, essa avviene in tessuti cellulari diversi, inclusi gli spazi aeriferi del tessuto lacunoso, permettendo di considerare *S. pyri* un fitofago generalista, in relazione alla tipologia di tessuti coinvolti. Il risultato ottenuto è interessante poiché, se la maggior parte delle specie appartenenti all'Ordine degli Eterotteri si alimenta dai tessuti del mesofillo fogliare (Novotny and Wilson, 1997), alcune famiglie importanti in agricoltura, come quella degli Afididi, si caratterizzano per un'alimentazione specializzata per succhiare linfa dai tessuti vascolari, in modo particolare dal floema (Tjallingii 1988; Prado and Tjallingii 1994).

Studi condotti sempre sugli afidi (Spiller et al., 1985; Kimmins 1986; Tjallingii and Hogen Esch, 1993) evidenziano due tipologie di onde, l'*onda E1* e l'*onda E2*, che possono durare per diversi minuti e che sono legate all'alimentazione all'interno di cellule floematiche, denotando un'elevata specificità nel tipo di attività alimentare. Nella mia ricerca onde simili sono totalmente assenti, a supporto del fatto che *S. pyri* è un fitofago generalista.

Di grande interesse per il prosieguo della mia ricerca è l'individuazione di tracciati molto simili all'*onda 2*, per *Frankliniella occidentalis* (Kindt, 2003). Le due onde prese in esame, tra quelle individuate nello studio di Kindt, l'*onda S* e l'*onda R*, variano tra loro prevalentemente per la durata media ma evidenziano un tracciato costante, con presenza di picchi regolari, del tutto simili a quelli osservati sulla tingide. In questo caso lo studio non ha permesso di individuare l'attività degli stiletti correlabile alle due onde ma ha attribuito, sicuramente per la prima onda e molto probabilmente, per la seconda che le variazioni di voltaggio osservabili nei tracciati dipendano dalle forze elettromotrici (emf). Inoltre dallo studio si deduce che probabilmente l'*onda R* deriva dall'inserzione nel mesofillo fogliare sia degli stiletti mandibolari sia di quelli mascellari, questi ultimi responsabili dei picchi caratteristici. Quindi, oltre a richiamare l'attenzione sul ruolo fondamentale svolto dagli stiletti, questo studio permette di effettuare delle precise distinzioni tra le forze che determinano il tipo di tracciato: nel mio esperimento, avendo impiegato l'EPG-DC ho ottenuto un tracciato comprensivo sia delle variazioni di resistenza del circuito elettrico sia delle forze elettromotrici (emf). Solo il confronto di questo con il tracciato derivante dall'EPG-AC consentirà la distinzione netta tra le tipologie di forze elettromotrici e di resistenza che agiscono assieme, come è avvenuto per i Tripidi, dove si sono ottenute nuove importanti informazioni sulle modalità di alimentazione delle specie studiate (Kindt et al., 2004).

Di grande interesse per il prosieguo della mia ricerca sarà anche la determinazione della posizione stilette all'interno del mesofillo fogliare in corrispondenza dell'onda 1, dato che per l'onda 2 è stato possibile osservare come stilette mandibolari e mascellari siano all'interno del mesofillo. Rimane però da stabilire, come per le altre fasi, la tipologia di attività, seguendo l'esempio di studi presenti in letteratura.

Per quanto riguarda l'onda 1, che nella tingide segue la fase 1, posso assimilarla all'onda C degli afidi, per la presenza di frequenti ed importanti salti di voltaggio, ma al momento non ho elementi per sostenere che corrisponda alla fase di avanzamento degli stilette. L'onda C degli afidi è legata alla fase di "path" o "pathway", ovvero a quel periodo di tempo nel quale gli stilette penetrano in profondità nel tessuto fogliare.

Di grande interesse a tal proposito è lo studio effettuato per *A. pisum* e *Brevicoryne brassicae* L. su *Vicia faba* (Tjallingii e Gabrys, 1998): dove si può osservare una similitudine tra il tracciato di pathway di questi afidi, dovuto alle penetrazioni floematiche e l'onda 1 di *S. pyri*. Anche in questo studio, come nel precedente, la fase di pathway degli afidi, caratterizzata da picchi di notevole altezza, segue quella iniziale, come nella tingide l'onda 1 (fase 2) segue la fase 1.

Al momento è possibile affermare che *S. pyri* è generalista durante l'onda 2 e che saranno necessari ulteriori studi di osservazione, microcauterio e di fissazione per la microscopia elettronica, per poter osservare l'esatta posizione degli stilette all'interno della foglia durante tutte le restanti fasi.

Anche l'ultima fase individuata nel mio studio, la fase 4, trova in letteratura alcune similitudini, ad esempio con *Aphis craccivora* Koch (Zehnder, 2001) che produce una particolare onda denominata *NPP* (Non Phloem Phase), molto simile alla fase 4 della tingide ma, alla luce di altri studi (Reese et al., 2000) l'onda *NPP* può derivare da diverse condizioni o attività del fitofago, quali ad esempio movimento degli stilette, assorbimento xilematico o difficoltà di penetrazione degli stilette stessi. Essendo però la fase 4 della tingide legata essenzialmente alla fine del periodo di inserzione degli stilette ritengo, al momento, poco probabile che essa sia correlabile ad una delle attività sopra elencate e per questa ragione sarà interessante, per il prosieguo della mia ricerca, avvalersi di nuove strumentazioni, per effettuare esperimenti tali da ottenere l'immagine degli stilette all'interno dei tessuti.

Alla fase 4 della tingide posso assimilare "etograficamente" un tipo di attività vista in uno studio sul miride *Lygus hesperus* Knight (Cline and Bakus, 2002), dove tra le differenti onde individuate se ne distingue una, molto simile a quella della tingide, ovvero l'onda *Z1*. Questa si caratterizza infatti per una bassa altezza dei picchi e per una costanza abbastanza prolungata del suo tracciato. Questo studio ha messo in luce che, durante l'onda *Z1*, gli stilette rimangono

stazionari in una certa posizione, in attesa di riprendere l'attività e sebbene quest'onda non si collochi alla fine del tracciato, come avviene invece per la tingide, ma sia posta tra quelle di alimentazione o di particolari attività all'interno del mesofillo, essa rappresenta il momento in cui gli stiletti non svolgono alcuna attività e non si è in una fase di pathway. Per tutti questi motivi si può ipotizzare che il tracciato della fase 4 della tingide possa dimostrarsi come il risultato di assenza di attività degli stiletti e/o di fuoriuscita degli stessi dal mesofillo.

Lo studio effettuato su *S. pyri* mi ha permesso di raggiungere per questa specie un livello di conoscenze legato alle modalità di alimentazione necessario per svolgere ulteriori studi in futuro. Seguendo l'approccio scientifico che ha caratterizzato gli studi sugli afidi che, come vedremo dagli esempi riportati di seguito, rappresenta la Famiglia maggiormente studiata per gli aspetti dell'alimentazione e delle interazioni pianta-insetto, per *S. pyri* sulla base dei risultati ottenuti, la ricerca dovrebbe proseguire anche sugli aspetti dinamici delle interazioni pianta-insetto. Infatti come visto per gli afidi (Tjallingii, 1989; Prado and Tjallingii, 1994), risulta determinante, successivamente all'individuazione delle fasi, conoscere l'attività dell'insetto cercando di capire se in un preciso momento esso si stia alimentando attraverso l'assorbimento della linfa oppure stia effettuando un'attività che precede quella di suzione. Per capire questo bisogna verificare quale sia il fluido presente all'interno negli stiletti, in relazione al tipo di onda.

La stilectomia e la successiva analisi dei fluidi che emergono, dovrebbe permettere, anche per *S. pyri*, di osservare se appena dopo il taglio vi sia fuoriuscita di saliva (quindi ci troveremmo in una situazione di probing) oppure di melata (in questo caso l'insetto starebbe succhiando linfa). L'analisi della melata, correlata possibilmente ai dati forniti dall'EPG, consentirebbe anche di determinare se l'assorbimento era effettuato dal floema, essendo la linfa floematica più ricca in sostanze nutritive (aminoacidi liberi e zuccheri) e con un pH più elevato rispetto a quella xilematica (Kennedy and Booth, 1951; Pate, 1975; Ziegler, 1975; Kawabe e McLean, 1978; Auclaris and Baldos, 1982; Auclair et al., 1982; Raven, 1983; Kawabe, 1985; Khan and Safena, 1985; Kimmins, 1989; Dahal et al., 1990; Rapusas and Heinrichs, 1990).

Per implementare le informazioni ottenute attraverso l'impiego dell'EPG si potrebbero effettuare ulteriori studi impiegando dieta artificiale, come avvenuto per alcuni altri studi entomologici relativi al comportamento alimentare degli insetti (McLean and Kinsey, 1964; 1965; Tjallingii, 1978; Raman et al., 1979; Kawabe and McLean, 1980; Triplehorn et al., 1984; Kawabe, 1985; Hunter and Backus, 1989; Houston Joost et al., 2006).

La metodologia prevede l'impiego di una soluzione acquosa contenente una certa quantità di zucchero ed un elettrolita, di solito NaCl. In alcuni lavori, ad esempio su *Franckliniella occidentalis* (Pergande) (Tisanotteri, Terebranti), alla dieta artificiale viene aggiunto un tracciante radioattivo, quale il ^{32}P , che assorbito dall'insetto è in grado di indicare se

l'assorbimento è avvenuto e, grazie all'EPG, in quale fase è avvenuto, oltre ad indicare la quantità di dieta assorbita (Kindt et al., 2003). Pertanto anche per *S. pyri* si potrebbe tentare di applicare questa tecnica per comprendere se durante le fasi individuate l'insetto sta assorbendo la linfa oppure no.

Il confronto dei diversi parametri che caratterizzano le onde individuate durante l'alimentazione di *S. pyri*, su due delle tre più importanti varietà coltivate nella Regione Emilia-Romagna, ha permesso di accertare nella mia ricerca differenze significative. *S. pyri* produce l'onda 2 con lunghezza media significativamente superiore sulla varietà William rispetto a quanto osservato su Conference. La scoperta ci pone alcuni interrogativi su quali possano essere le cause che determinano questo fenomeno e ciò riconduce nuovamente all'importanza di studiare la posizione ed il tipo di attività degli stiletti durante l'onda 2. In una situazione di contatto tra insetto e pianta, come quella che ha permesso di osservare questa differenza, le caratteristiche dei tessuti vegetali possono giocare un ruolo fondamentale nel mantenimento e nella cessazione del processo alimentare (Lei et al., 1999). Al momento, non conoscendo il tipo di attività che *S. pyri* esercita nel corso dell'onda 2, non possiamo dedurre che una minor lunghezza media dell'onda su una determinata varietà rispetto all'altra sia una prova di maggior resistenza.

Per spiegare la differenza significativa nella durata dell'Onda 2 osservata tra William e Conference posso ipotizzare un diverso accumulo di sostanze, sintetizzate dalla pianta, in grado di opporre resistenza oppure la presenza di strutture morfologiche particolari, che si oppongono meccanicamente, grazie ad una maggiore lignificazione dei tessuti. In questi casi si parla di *resistenza statica* o *costitutiva* (Harborne, 1988). L'altro tipo di difesa è la *resistenza attiva* che vede la sintesi di composti solo dopo l'attacco da parte dell'insetto, che rappresenta la causa dell'induzione nella pianta della sintesi di determinati composti, di solito sistemici, attraverso l'attivazione di segnali molecolari trasmessi tra tessuti, come si è osservato ad esempio nella patata (*Solanum tuberosum*) o nel pomodoro (*Lycopersicon esculentum*). Questi, a seguito dell'attacco da parte di larve di lepidotteri, sintetizzano proteine tossiche nei loro confronti (Ryan e Pearce 1998). Nel caso del pomodoro i due principali prodotti insetticidi sintetizzati dopo l'induzione da parte del fitofago sono stati la polifenolossidasi (PPO) ed inibitori proteici (PIs) (Ryan, 2000; Orozco-Cardenas, et al., 2001).

Oltre ai prodotti finali si sono studiate le reazioni che portano alla sintesi di questi prodotti all'interno della pianta e si è ricostruito il modello di reazioni che la pianta mette in atto a seguito dell'attacco da parte di un fitofago. In tali modelli la produzione di "segnali molecolari" appare di fondamentale importanza nella sequenza di reazioni che consente alla pianta di sintetizzare le sostanze insetticide. L'analisi delle sostanze presenti all'interno del

mesofillo fogliare deve tener conto di questi studi che potrebbero trovare qualche analogia con eventuali sistemi di difesa in *Pyrus communis*. I composti individuati in letteratura sono l'acido jasmonico, l'acido oligogalatturonico, il perossido di idrogeno (Gathouse, 2002), l'acido absissico, le giberelline, le auxine, l'acido salicilico, l'etilene e l'ossido nitrico (Smith and Boyko, 2006). Pertanto laddove si escludesse un tipo di resistenza passiva, un approfondimento della ricerca potrebbe andare nella direzione dello studio di eventuali sistemi di comunicazione molecolare indotti dall'insetto.

In letteratura rimangono comunque diversi studi nei quali, seppur provando l'esistenza di differenze significative tra varietà nella durata di determinate onde EPG, non si è ancora compresa con certezza la causa, come quelli effettuati sugli afidi, che hanno evidenziato forme di resistenza, osservate grazie all'EPG, a livello del floema (Campbell et al., 1982; van Helden and Tjallingii, 1993; Cole, 1994; Caillaud et al., 1995; Sauge et al., 1998; Kaloshian et al., 2000) oppure sulla specie fitofaga *Trialeurodes vaporariorum* appartenente alla famiglia degli Aleurodidi (Lei et al., 1999) testando alcune varietà di pomodoro *Lycopersicon hirsutum glabratum*. Il confronto del comportamento alimentare di *T. vaporariorum* tra le varietà è riuscito anche in questo caso a stabilire che la fase che differiva in modo significativo nel confronto rappresentava l'attività di assorbimento floematico. Questi esempi illustrano l'importanza di conoscere esattamente la della posizione degli stiletto in relazione alle fasi individuate che nella mia ricerca su *S. pyri* è risultato raggiunto per l'onda 2 ma non ancora per l'onda 1.

L'individuazione di alcune sostanze attraverso analisi biochimiche, affiancata dall'utilizzo dell'EPG, ha permesso di identificare la presenza di sostanze determinanti fenomeni di resistenza in alcune varietà di piante. Tali sostanze riscontrate sull'epicuticola sono lipidi, nel caso di *Medicago sativa* verso l'afide *Therioaphis maculata* (Bergman et al., 1991) o nel caso di *Eucalyptus globulus* verso alcune specie di psillidi (Brennan and Weinbaun, 2001) e carboidrati in *Vicia faba* verso *A. pisum* (Klingauf, 1987). In altri casi le analisi hanno consentito di imputare differenze significative, in termini di differente durata della fase di probe per *Aphis craccivora* Koch su alcune varietà di *Lupinus angustifolius* L e *L. luteus* L (Zehnder et al., 2000), alla presenza di alcaloidi precedentemente individuati (Wink, 1988) che, come si è osservato nello studio di Zehnder, incrementavano la loro concentrazione nel caso di punture dell'afide.

Il prosieguo della mia ricerca dovrebbe porre molta attenzione sull'analisi dei composti presenti all'interno degli organi maggiormente utilizzati per l'alimentazione dal fitofago cioè delle foglie. Le informazioni andrebbero ad affiancare quelle già ottenute dal confronto tra le due varietà, William e Conference. A tal proposito vale la pena citare uno studio che ha esaminato per la prima volta i composti chimici presenti all'interno di frutti di *Pyrus communis*, riuscendo a

definire con esattezza la tipologia dei composti e la loro concentrazione (Kahele et al., 2005). Le analisi di gascromatografia affiancate dalla spettrometria di massa, come quelle utilizzate nello studio di Kahele, potrebbero forse fornire risposte su eventuali differenze qualitative e quantitative dei componenti fogliari nel confronto varietale. Come si è visto dal mio studio la sezione fogliare del mesofillo fogliare di *Pyrus comunis* indica la presenza di cere sull'epicuticola, ma l'esatta composizione di queste ed eventuali differenze tra le varietà esaminate rimangono al momento ignote.

Per spiegare le cause che determinano una differenza come quella scoperta nella mia ricerca, relativa alla maggiore durata media dell'*Onda 2* su William rispetto a Conference ci si potrebbe avvalere anche di tecniche di analisi genetica. E' assodato ormai da diverso tempo che esistono mutazioni genetiche in grado di conferire resistenza alle colture. In un caso particolare la conoscenza della presenza di un gene nel patrimonio genetico del melo *Malus pumila*, specie appartenente alla Famiglia delle Rosacee come *Pyrus communis*, in grado di conferire resistenza all'attacco da parte dell'afide WAA (Woolly Apple Aphid) *Eriosoma lanigerum* (Housmann) ha consentito, attraverso l'impiego dell'EPG, di localizzare, a livello floematico, l'espressione di tale resistenza. Lo studio delle risposte che le piante attivano dopo l'attacco dei fitofagi, grazie ad un modello ideato per piante del Genere *Arabidopsis*, ha portato all'identificazione di oltre 700 mRNAs (Schenk et al., 2000) e studi analoghi hanno confermato questo tipo di fenomeno anche su altre specie vegetali, quali ad esempio su *Phaseolus lunatus* con 100 mRNAs a seguito dell'attacco di *Tetranychus urticae* (Arimura et al., 2000b) oppure su *Nicotiana tabacum* con 500 mRNAs (Hermsmeier et al., 2001).

Lo studio effettuato sugli afidi oltre a dimostrare l'esistenza di piante resistenti al loro attacco ha permesso di individuare, su diverse specie vegetali, la localizzazione dei loci di geni che determinavano la resistenza e dei composti prodotti dall'attività di tali geni (Nieto-Lopez and Blake, 1994; Moharramipour et al., 1997; Smith et al., 1999; Teteese et al., 1999; Liu et al., 2001; 2002; Swanepoel et al., 2003; Zhu-Salzman et al., 2004; Liu et al., 2005; Rooney et al., 2005; Park et al., 2005; Klingler et al., 2005; Boyco et al., 2006).

Un tale approccio di tipo genetico con tecniche che consentono di descrivere le differenze genetiche oltre a stabilire quelle biochimiche potrebbe fornire ulteriori dati utili alla comprensione di quanto evidenziato dai miei studi.

La mia ricerca ha fornito anche altre informazioni di grande interesse, soprattutto grazie ai choice test effettuati in laboratorio, che hanno messo in luce differenze significative nella scelta dell'ospite tra Conference e William.

I risultati sono stati confermati anche da ulteriori choice test, effettuati con insetti allevati su Conference (cultivar suscettibile), con lo scopo di eliminare eventuali interazioni tali da

alterare i risultati: gli insetti scelgono di alimentarsi maggiormente sulle foglie di Conference, con un aumento dei casi significativi nell'arco dei 60 minuti di esperimento.

Gli esperimenti predisposti sono stati pensati anche per quantificare e separare l'influenza della forma fogliare nella scelta dell'ospite da parte di *S. pyri*. I risultati ottenuti dimostrano l'esistenza di una componente morfologica della foglia in grado di influenzare notevolmente l'orientamento di *S. pyri* nella scelta dell'ospite, a favore di Conference. Questo aspetto, peraltro di non poco conto alla luce dei risultati, è stato anche quantificato e separato dall'insieme degli aspetti legati alle caratteristiche interne della foglia (biochimiche, genetiche ecc.) che incidono nella scelta dell'ospite.

Un'altra ipotesi, molto più banale, potrebbe escludere la presenza di eventuali forme di resistenza e considerare, molto di più semplicemente, la presenza di semplici fenomeni di preferenza alimentare, dipendenti dalla palatabilità delle sostanze presenti nella linfa succhiata.

Infatti studi effettuati in passato con l'ausilio di diete artificiali hanno tastato l'importanza del contenuto di vari aminoacidi e di zuccheri nella risposta alimentare dell'insetto (Mittler and Dadd 1964; 1965; Harrewij and Noordink 1971; Rahbè et al 1997). In questo caso l'analisi delle sostanze presenti nel mesofillo fogliare permetterebbe di valutare eventuali differenze tra Conference e William e, attraverso l'ausilio di diete artificiali, riprodurre queste differenze e saggiarle tramite test per escludere la presenza di sistemi di difesa che consentano all'una o all'altra cultivar di proteggersi dall'attacco di *S. pyri*.

Sempre sugli afidi è stata dimostrata inoltre la capacità di scegliere il proprio ospite e di permanere su di esso attraverso l'ausilio dei chemiorecettori localizzati nella faringe ed impiegati nei saggi con gli stiletti che effettua l'insetto (Wensler and Filshie, 1969; Wensler, 1977; Ponsen, 1987) e che il contatto dell'insetto attraverso il labbro inferiore ed il successivo passaggio degli stiletti nei diversi tessuti, ha segnato anche in altre famiglie di notevole importanza dal punto di vista economico, oltre a quella degli afidi, un momento dove l'insetto effettua delle scelte selettive (Van Lenteren and Noldus, 1990). Ma anche in questi studi si sono realizzati esperimenti che hanno evidenziato fenomeni di resistenza senza però indicarne la causa

Una delle caratteristiche comportamentali più interessanti che emerge con evidenza nella mia ricerca e che differenzia *S. pyri* da molte altre specie è l'alimentazione prevalentemente dalla pagina inferiore delle foglie. Questo aspetto, se consideriamo la struttura interna delle foglie di *Pyrus communis* e la disposizione dei fasci vascolari all'interno di essa, potrebbe offrire il vantaggio di migliorare la capacità di assorbire sostanze nutritive. Infatti, come si è visto dalle immagini riportate nella ricerca, la disposizione dei fasci vascolari vede quelli floematici, notoriamente più ricchi in sostanze nutritive, rivolti verso la pagina inferiore e quelli xilematici, verso quella superiore. Questo aspetto potrebbe quindi, dal punto di vista nutrizionale, offrire un

vantaggio per il fitofago e sarebbe interessante fosse oggetto di approfondimenti per dimostrarne la veridicità.

Oltre a differenze nel comportamento alimentare, imputabili a caratteristiche interne del mesofillo fogliare, quali quelle biochimiche e quelle strutturali, ho dimostrato l'esistenza di caratteristiche morfologiche in grado di influenzare la scelta della varietà da parte della tingide. Gli aspetti comportamentali legati alla capacità di orientamento consentono all'insetto di individuare il luogo migliore, dove poter permanere, anche per lunghi periodi, riuscendo in definitiva a discriminare, tra le due superfici fogliari quella che presenta la curvatura maggiore.

L'esatto posizionamento della tingide sulla pianta è determinato da almeno due particolarità quali la scelta di posizionarsi sulla pagina inferiore delle foglie e la preferenza per foglie caratterizzate da una curvatura più accentuata. Le ragioni che hanno selezionato questo comportamento possono essere diverse e meritevoli di attenzione: la difesa dalla radiazione solare, un maggiore riparo alla vista da predatori e parassitoidi, una protezione maggiore della prole, ecc.. La predisposizione di esperimenti analoghi a quelli da me effettuati sugli adulti, sin qui descritti ed anche ipotizzati, mediante l'utilizzo di forme giovanili di *S. pyri* potrebbe incrementare le conoscenze relative alla tingide e trovare applicazioni sulle ninfe poichè le dimensioni delle neanidi rendono estremamente difficile ed improbabile l'impiego di strumentazioni quali EPG e microbisturi elettrico. Studi relativi alle modalità di alimentazione delle forme giovanili e delle loro interazioni pianta insetto sarebbero molto interessanti dato che come osservato dai dati ottenuti nella mia ricerca il numero medio di ninfe per pianta può raggiungere valori elevati in grado di determinare un effetto sulle condizioni di salute delle piante molto dannoso, contribuendo come si è visto alla completa senescenza di esse. Inoltre i dati, come nel caso degli adulti, hanno messo in luce differenze significative legate al numero medio di ninfe per pianta tra le due varietà messe a confronto che meritano un approfondimento delle cause.

Uno studio riportato in letteratura su *Paraleucoptera sinuella* Reutti (Lepidotteri Linoletide) ha messo in relazione il numero di uova deposte sulle foglie con la dimensione fogliare, dimostrando che il numero variava in modo significativo a seconda dell'ampiezza delle foglie (Kagata and Ohguschi, 2002). L'analisi del comportamento di *S. pyri* potrebbe continuare attraverso la predisposizione di choice test ulteriori che mettano in relazione anche la dimensione fogliare oltre che, come quello realizzato nei miei studi, la forma fogliare con il numero di individui sulla foglia oltre che con il numero di uova deposte. Esistono altri fattori in grado di richiamare gli insetti sulle foglie per l'ovodeposizione, pertanto il parametro superficie fogliare è probabilmente solo uno degli aspetti, come quello della forma fogliare, che va ad integrare l'insieme dei fattori che determinano la scelta dell'ospite da parte dell'insetto.

Ma oltre all'aspetto morfologico legato alla forma e superficie fogliare ed all'aspetto di carattere biochimico-strutturale relativo al mesofillo fogliare esiste un altro aspetto che, alla luce dei risultati ottenuti sia in laboratorio che in campo, vale la pena approfondire ovvero quello della produzione di sostanze volatili da parte delle piante e della loro possibile influenza nella scelta dell'ospite da parte di *S. pyri*. Da diversi studi presenti in letteratura appare evidente l'importanza delle sostanze volatili prodotte dalle piante per influenzare, in maniera consistente, la scelta del proprio ospite da parte degli insetti. Miscele di sostanze volatili emesse da diverse specie di piante si sono dimostrate di fondamentale importanza nei rapporti pianta-insetto, relativi alla selezione dell'ospite nei confronti dei loro specifici fitofagi (Bernays and Chapman, 1994; Finch and Collier, 2000; Angioy et al., 2003). L'individuazione esatta di quali siano i composti volatili emessi dalle piante ha permesso di comprendere, con maggior precisione, il loro ruolo fondamentale per condizionare al meglio le funzioni riproduttive degli insetti (Cook et al., 2007). Abbastanza recentemente sono state effettuate ricerche comprovanti l'influenza delle sostanze volatili per il richiamo di fitofagi anche per piante appartenenti alla Famiglia delle Rosace, lo studio effettuato su *Malus domestica* Borkh ha dimostrato che il 2-fenil-etanolo è in grado di attirare *Argyresthia conjugella* Zeller (Lepidotteri Argyrestidi) per la deposizione delle uova (Bengtoss et al., 2006). Prima di questo studio non si riusciva a capire quale fosse il motivo che attirava *A. conjugella* verso *M. domestica*, nel momento in cui i frutti prodotti dall'ospite prediletto *Sorbus aucuparia* L. venissero a mancare. Questo studio davvero molto interessante costituisce un ulteriore spunto verso l'analisi dei composti volatili emessi dalle cultivar di William e Conference.

Gli esperimenti che ho eseguito in campo hanno dimostrato essere Conference la cultivar prediletta ed un dato che avvalora questi risultati deriva anche dalla conta del numero medio per pianta delle ninfe. Nei choice test in campo ho rilevato che il numero di queste era nettamente superiore in Conference, fatto che dimostra la scelta di questa varietà come ospite prediletto nella deposizione delle uova non potendo neanidi e ninfe migrare da una pianta all'altra (oltre che neanche da una foglia ad un'altra). Pur in assenza di dati biochimici sulle sostanze eventualmente presenti i risultati ottenuti sono comunque importanti perché evidenziano una differenza nella preferenza alimentare di *S. pyri* verso Conference che, se inserita all'interno di una realtà come quella di un frutteto, può assumere dimensioni degne di nota. La differenza massima del numero medio per foglia di adulti tra Conference e William nei choice test in laboratorio è di circa 1,5 individui. Questa differenza, seppur significativa, può non dare l'esatta entità della sua dimensione quando non contestualizzata in un frutteto. Infatti, se per ipotesi immaginiamo una differenza di circa un individuo in più per ogni singola foglia di una pianta quale quella di pero e se ci rendiamo conto che all'interno di un frutteto la densità delle piante è

di migliaia o decine di migliaia per ettaro, possiamo comprendere quale mole di insetti in più sarebbero presenti su Conference.

Se oltre a tutto ciò consideriamo il numero medio di uova deposte in più per pianta da ogni femmina (circa 200 uova) la differenza nel numero di individui finale sulla varietà prediletta rispetto all'altra diventa ancora più elevata. I dati riscontrati negli esperimenti in campo ci permettono comunque di osservare una differenza massima di individui adulti per pianta tra Conference e William pari a circa 30 individui. Comunque, anche in questo caso, la differenza se moltiplicata per un numero di piante per ettaro come quello presente normalmente nei frutteti (3500- 12000) va a costituire una differenza notevole tra le due varietà.

Anche i no-choice test evidenziano che l'incremento del numero di adulti e ninfe nel caso di cultivar separate appare di tutt'altro tipo con individui adulti che anticipano notevolmente l'incremento su William rispetto a Conference e che il numero massimo di individui adulti per pianta non supera di molto quello registrato su William ed addirittura questo valore, nel caso delle ninfe, risulta superiore su William. Questo risultato, davvero interessante e decisamente diverso da quelli visti precedentemente, dimostra che in una situazione di confronto Conference attrae maggiormente *S. pyri* rispetto a William per ragioni che rimangono ad oggi sconosciute.

Dunque uno studio sui composti volatili prodotti dalle cultivar ed il confronto tra i risultati ottenuti dalle stesse potrebbe fornire quelle informazioni necessarie alla comprensione dei motivi esatti della scelta varietale. Bisognerebbe continuare gli esperimenti eseguiti con la tecnica della gascromatografia abbinata alla spettrometria di massa su estratti di frutto di *Pyrus communis* (Kahle, 2005) che, assieme allo studio di Horton e Landolt su *Cacopsilla pyri* (2007), sono i pochi esempi in letteratura nei quali si è cercato di analizzare i composti volatili prodotti dal pero nel primo caso e di studiare, nel secondo caso, la risposta comportamentale di un temibile fitofago quale *C. pyri* in risposta a diverse condizioni di infestazione. In entrambi i casi comunque non vengono analizzati i composti volatili prodotti dal mesofillo fogliare.

Le metodiche sopra descritte per l'individuazione delle sostanze volatili prodotte dal mesofillo fogliare applicate alle cultivar Conference e William potrebbero permettere una prosecuzione della ricerca grazie all'effettuazione di altre tipologie di esperimenti, ad esempio con l'impiego dell'elettroantennografo (EAG) e dell'olfattometro. Molti studi utilizzano infatti l'elettroantennografo per dimostrare la presenza di stimoli imputabili alla presenza di sostanze volatili prodotte dalle piante, come nel caso di *Paralobesia viteana* Clemens (Lepidotteri Tortricidi) alla quale sono stati fatti saggiare vari componenti volatili repellenti provenienti da varie specie vegetali quali *Bifora radians*, *Arctium lappa*, *Humulus lupulus* e *Xanthium strumarium* (Gokce et al., 2006) ed esperimenti con impiego simultaneo di gascromatografia e elettroantennografia (GC-EAG) consentono di valutare la risposta sensitiva del fitofago, come

nel caso del comportamento di *Pantomorus cervinus* Boheman (Coleotteri Curculionidi) dove è stato testando l'effetto di diverse sostanze volatili estratte da foglie di limone (*Citros limonum*) (Wee et al., 2008).

I risultati ottenuti dai miei esperimenti, oltre ad offrire nuovi indizi su cui porre l'attenzione per comprendere sempre meglio le interazioni che intercorrono tra *S. Pyri* e *P. communis*, si prestano all'effettuazione di alcune considerazioni che, come descritto fin qui, tengano conto di vari aspetti. A tal proposito vale la pena di citare alcune pubblicazioni che dimostrano l'esistenza di fenomeni legati al comportamento dell'insetto, in grado di influenzare la lunghezza del periodo di permanenza sulla pianta e dell'ovodeposizione. Queste variazioni del comportamento dell'insetto fanno variare il numero di individui futuri presenti sulla pianta scelta come luogo di ovodeposizione. In letteratura sono documentati comportamenti parentali postzigotici per ben 74 Generi nell'Ordine degli Emitteri (31 Omotteri; 43 Eterotteri) rappresentativi nel complesso di 19 Famiglie (Tallamy and Schaefer, 1997).

Tra questi studi ne esistono alcuni che riguardano il comportamento di specie appartenenti alla Famiglia delle Tingidi, come nel caso di *Gargaphia solani* (Heidemann), specie fitofaga di *Solanum melongena*, sulla quale è stato dimostrato come alcune femmine possano ritardare l'ovodeposizione di circa 30 ore rispetto a quelle esposte a luoghi di ovodeposizione di massa e che l'ovodeposizione può addirittura cessare dopo l'esposizione se la maggior parte delle uova deve ancora essere deposta. Lo studio ha permesso di verificare la presenza di cure parentali nei confronti delle uova e delle forme giovanili e di dimostrare che il prolungamento artificiale dell'esposizione degli adulti alle ninfe ha come risultato un prolungamento delle cure parentali. Inoltre si è osservato che le stesse femmine che hanno deposto le uova, già dopo 72 ore dall'ovodeposizione, contemporaneamente alle cure parentali, iniziano la produzione di oociti primari (Parr et al., 2002). In un altro studio, sempre su *G. solani* (Monaco et al., 1998), si osserva che femmine esposte a masse di uova la distanza di ovodeposizione da esse non superava mai il centimetro e che questa attrazione da parte delle uova permaneva, mediamente, fino a 120 ore dal momento della loro deposizione. Le femmine che abbandonavano il luogo di ovodeposizione lo facevano soltanto se in quell'area erano presenti insetti "guardia" a pochi centimetri di distanza dalle uova. Anche nei miei esperimenti ho osservato la presenza ricorrente di individui adulti in prossimità dei luoghi di ovodeposizione.

L'approfondimento degli studi su *S. pyri*, effettuando esperimenti per accertare l'esistenza di cure parentali anche per questa specie e per definirne l'entità, permetterebbe di interpretare meglio i risultati ottenuti dai confronti sulla preferenza alimentare del fitofago tra le due cultivar.

A conclusione pur rimanendo ancora molti i punti da chiarire la ricerca ha consentito di delineare in maniera esauriente le modalità alimentari della tingide, sottolineando sia aspetti comportamentali sia dettagli fisiologici. L'analisi dei dati ha permesso di individuare tutte le fasi di alimentazione riuscendo per la prima volta ad effettuare la *caratterizzazione dell'onda EPG-DC* per questa specie e di stabilire quali sono le differenze di queste nel confronto delle modalità di alimentazione della tingide tra le due varietà più importanti dal punto di vista economico del comparto piricolo italiano. Lo studio ha inoltre permesso di localizzare la posizione degli stiletti all'intermno del mesofillo fogliare in relazione *all'onda 2* (fase 3). Sono state in aggiunta evidenziate differenze nello sviluppo delle popolazioni dell'insetto in funzione delle stesse due varietà esaminate andando notevolmente ad incrementare le conoscenze relative a questa specie e ponendo la basi per un proseguo dello studio per individuare le cause che hanno determinato la serie di differenze significative ottenute dai miei esperimenti.

Questi risultati vanno considerati nell'ottica di un tipo di agricoltura a minor impatto ambientale considerando che la superficie coltivata ricopre la maggior parte del territorio al di fuori delle aree urbane e che quella destinata alla coltura del pero rappresenta una parte importante di essa. La possibilità di affiancare ai sistemi di lotta integrata, che differiscono dai sistemi convenzionali di difesa delle colture per un utilizzo più razionale degli interventi contro i fitofagi, nuove conoscenze in grado di limitarne ulteriormente il numero di interventi e l'entità rappresenta un obiettivo importante da raggiungere per rispettare maggiormente l'ambiente dall'impiego intensivo di insetticidi.

6. BIBLIOGRAFIA

Agadorna V. H. and Corcuera L. J. 1985. Distributions of hydroxamic acid in *Zea mais* tissues. *Phytochemistry* 20: 673-676.

Allen E. 2008 Rancking de competitividad II, 2008. Disponible al sito <http://frutticolturasur.com/fichaNota.php?articulold=581>

Angioy A. M., Desogus A., Barbarossa I.T., Anderson P. and Hansson B. S. 2003. Extreme sensitivity in an olfactory system. *Chemical Senses* 28: 279–284.

Arimura G., Tashiro K., Kuhara S., Nishioka T., Ozawa R., Takabayashi J. 2000b. Gene responses in bean leaves induced by herbivory and by herbivore-induced volatiles. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 277: 305–310

Auclair J. L. and Baldos L. E. 1982. Feeding by the whitebacked planthopper, *Sogatella furcifera* within susceptible and resistant rice varieties. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 32: 200-203.

Auclair J. L., Baldos L. E. and Heirichs. 1982. Biochemical evidence for the feeding sites of the leafhopper *Nephotettix virescens* within susceptible and resistant rice plants. *Insect Sci appl.* 3: 29-34.

Awmack C.S. and Leather S. R. 2002. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annu. Rev. Entomol.* 47: 817-844.

Backus E. A and Bennett W. H. 1992. New AC insect feeding monitor for fine structure analysis of waveforms. *Ann Entomol. Soc. Am.* 85: 437-444.

Backus E. A. 1994. History, development, and applications of the AC electronic monitorino system for insect feeding, pp. 1-51. In M.M. Ellsbury, E. A. Backus, and D. L. Ullman (eds.), History, development and application of AC electronic insect feeding monitors. Thomas Say Publications in Entomology, Entomological Society of America, Lanham, MD.

Barnes D. K. and Ratcliffe, R. H. 1967. Leaf disk method of testing alfalfa plants for resistance to feeding by adult alfalfa weevils. *J. of Econ. Entomol.*, 68, 497.

Barnes D. K., Ratcliffe, R. H. and Hanson C. H. 1969. Interrelationship of three laboratory screening procedures for breeding alfalfa resistant to the alfalfa weevil. *Crop Science* 9, 77, 1969.

Baumann L. and Baumann P. 1995. Soluble salivary proteins secreted by *Schizaphis graminum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 77: 57–60.

Bengtsson M., Jaastad G., Knudsen G., Kobro S., Bäckman A., Pettersson E. and Witzgall P. 2006. Plant volatiles mediate attraction to host and non-host plant in apple fruit moth, *Argyresthia conjugella*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 118 : 77–85.

Berberet R. C, McNew R. W., Dillwith J. W. and Caddel J. L. 1991. Within plant patterns of *Therioaphis maculate* on resistant, tolerant and susceptible alfalfa plants. *Envirom. Entomol* 20: 551-555.

Bergman D. K., Dilworth J. W., Zarrabi A. A. , Caddel J. L. and Berberet R. C. 1991. Epicuticular lipids of alfalfa relative to its susceptibility to spotted alfalfa aphids (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology* 20: 781–785.

Bernays E. A. and Chapman R. F. 1994. Host-Plant Selection by Phytophagous Insects. Contemporary Topics in Entomology 2. Chapman and Hall, New York, NY, USA.

Bernays E. A. and Funk D. J. 2000. Electrical Penetration Graph analysis reveals population differentiation of host-plant probing behaviors within the aphid species. *Uroleucon ambrosiae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 97: 183–191, 2000.

Bilyck A. Cooper P. L. and Sappers. 1984. Varietal differences in distribution of quercetin and kaempferol in onion (*Allium cepa* L.) tissue. *J. Agric. Food Chem* 32: 274-276.

Birch A. N. E. 1989. A field cage method for assessing resistance to turnip root fly in brassicas. *Ann. Appl. Biol.* 115, 321.

Boyko E.V., Smith C.M., Thara V.K., Bruno J.M., Deng Y. et al. 2006. The molecular basis of plant gene expression during aphid invasion: wheat Pto- and Pti-like sequences are involved in interactions between wheat and Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology* 99: 1430–1445.

- Caillaud C. M., Di Pietro J. P., Chaubet B. and Pierre J. S., 1995. Application of discriminate analysis to electrical penetration graphs of the aphid *Sitobion avenae* feeding on resistant and susceptible wheat. *Journal of Applied Entomology* 119: 103–106.
- Calatayud P. A., Nardon C., Rahbè Y. 1996. A new technique to immobilize an aphid or a mealybug on plants using a high-frequency microcautery unit. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 80:239-241.
- Campbell B. C., McLean D. L., Kinsey M. G., Jones K. C. and Dreyer D. L., 1982. Probing behavior of the green bug (*Schizaphis graminum*, biotype C) on resistant and susceptible varieties of sorghum. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 31: 140–146
- Campbell B.C., and Dreyer D. L. 1990. The role of plant matrix polysaccharides in aphid-plant interactions, pp. 149-170. In R.K. Campbell and R.D. Eilkenbary (eds.), *Aphid-plant genotype interactions*. Elsevier, Amsterdam.
- Chalfant R. B. and Mitchell E. R. 1970. Resistance of peanut varieties to the southern corn rootworm in the field. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 63: 1825.
- Cline A. E. and Backus E. A.. 2002. Correlation among Ac electronic monitoring Waveforms, Body Postures, and Stylet Penetration Behaviors of *Lygus hesperus* (Emitteri: *Miridae*). Pest Management and Sampling. Entom. Soc. Of America
- Cline A. R. and Backus E. A. 2002. Correlations Among AC Electronic Monitoring Waveforms, Body Postures, and Stylet Penetration Behaviors of *Lygus Hesperus* (Hemiptera: Miridae) *Environ. Entomol.* 31(3): 538D549
- Cline A. R. and Backus E. L. 2002. Correlations Among AC Electronic Monitoring Waveforms, Body Postures, and Stylet Penetration Behaviors of *Lygus Hesperus* (Hemiptera: Miridae) *Environ. Entomol.* 31(3): 538D549
- Cole R. A., 1994. Locating a resistance mechanism to the cabbage aphid in two wild Brassicas. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 71: 23–31.
- Cook S. M., Khan Z. R. and Pickett J. A. 2007. The use of push-pull strategies in Integrated Pest Management. *Annual Review of Entomology* 52: 375–400.

Coracini M., Bengtsson M., Liblikas I. and Witzgall P., 2004. Attraction of codling moth males to apple volatiles. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 110 : 1–10.

Cull D. C. and Van Emden. 1977. The effect on *Aphis fabae* of diel changes in their food quality. *Physiol. Entomol.* 2: 109-115.

Dahal G. H. H. and Saxena R. C. 1990. Association of leafhopper feeding behaviour with transmission of rice tungro to susceptible and resistant rice cultivars. *Phytopathology* 80: 371-377.

Disciplinare e sistema di controllo “Pera IGP Emilia Romagna”. Disponibile al sito: <http://www.csoservizi.com/cso/portal/pearigp/manager.php?cat=Disciplinare%20e%20sistema%20di%20controllo>.

Ditzen M., Pellegrino M., Vosshall L. B. 2008. Insect Odorant Receptors Are Molecular Targets of the Insect Repellent DEET. *Science* 319: 1838-1842.

Dixon A. G. O., Bramel-Cox P. J. and Reese J. C. 1990a. Feeding behaviour of biotype E greenbug (Homoptera: Aphididae) and its relationship to resistance in sorghum. *J. Econ. Ent.* 83: 241

Eric B. Brennan E. B. and Steven A. W. 2001. Stylet penetration and survival of three psyllid species on adult leaves and ‘waxy’ and ‘de-waxed’ juvenile leaves of *Eucalyptus globulus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 100: 355–363.

Ferrari M., Marcon E., Menta A. 1994. *Fitopatologia ed Entomologia Applicata*. 99-101, 462-463, 206-207.

Finch S. and Collier R. H. 2000. *Mini review* Host-plant selection by insects – a theory based on ‘appropriate/inappropriate landings’ by pest insects of cruciferous plants *Entomologia Experimentalis et Applicata* 96: 91–102.

Fischer D. B., and Frame J. M. 1984. A guide to the use of the exuding stylet technique in phloem physiology. *Planta* 161: 385-393.

Geoffrey W., Zehnder G. W., Nichols A. J., Edwards O. R. and Ridsdill-Smith T. J. Electronically monitored cowpea aphid feeding behavior on resistant and susceptible lupins. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 98: 259–269.

Gigli R. 2008. WAPA pubblica le stime sul raccolto europeo di mele e pere. Disponibile al sito http://www.freshplaza.it/news_detail.asp?id=7204

Givovich A., and Niemeyer H. M.. 1991. Hydroxamic acids affecting barley yellow dwarf virus transmission by the aphid *Rhopalosiphum padi*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 59: 79-85.

Go' A., Stelinski L. L., Isaacs R. and Whalon M. E. 2006. Behavioural and electrophysiological responses of grape berry moth (Lep., Tortricidae) to selected plant extracts *J. Appl. Entomol.* 130 (9-10): 509–514.

Guerrini E., Poppy G. M., Powell W., Trembley E., and Pennacchio F. 1999. Induction and systemic release of herbivore-induced plant volatiles mediating in-flight orientation of *Aphidius ervi*. *Journal of Chemical Ecology*, Vol. 25, No. 6.

Harborne J. B. 1988. *Introduction to ecological biochemistry*. London, UK: Academic Press.

Hardie J. and Powell G. 2000. Close- up video combined with electronic monitoring of plant penetration and behavioural effects of an aphid (Homoptera: Aphididae) antifeedant, pp. 201-211. In: G. P. Walker & E. A. Backus (eds), *Principles and Applications of Electronic Monitoring and Other Techniques in the Study of Homopteran Feeding Behavior*. Proceedings: Thomas Say Publications in Entomology, Entomological Society of America, Lanham, Maryland, USA

Harrewijn P and Noodink Ph. W. 1971. Taste perception of *Myzus persicae* in relation to food uptake and development process. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 14: 413-419.

Harrewijn P., 1990. Resistance mechanisms of plant genotypes to various aphid species. In: *Aphid-Plant genotype Interactions*. R. K. Campbell and R. D. Eikenbary (eds). Elsevier, p. 117-130.

Hatfield L. D., J. Ferreira, and J. L. Frazier. 1983. Host selection and feeding behavior by the tarnished plant bug, *Lygus lineolaris* (Hemiptera: Miridae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 76: 688D691.

Helden M. van and Tjallingii W. F. 1993. Tissue localisation of lettuce resistance to the aphid *Nasonovia ribisnigri* using electrical penetration graphs. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 68: 269–278.

Helden M. van and Tjallingii W. F. 1993. Tissue localization of lettuce resistance to the aphid *Nasonovia ribisnigri* using electrical penetration graphs. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 68: 269–278.

Hermesmeier D., Schittko U., Baldwin I. T. 2001. Molecular interactions between the specialist herbivore *Manduca sexta* (Lepidoptera, Sphingidae) and its natural host *Nicotiana attenuata*. I. Large-scale changes in the accumulation of growth- and defense-related plant mRNAs. *Plant Physiology* 125: 683–700.

Hidechi K., TaKayuki O. 2002. Oviposition stimuli for host plant recognition and clutch size determination in a leaf-mining moth. *Ecological Entomology* 27: 622–625.

Horton D. R. and Peter J. L. 2007. Attraction of male pear psylla, *Cacopsylla pyricola*, to female-infested pear shoots. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 123: 177–183.

Houston J. P., Backus E. A. Morgan D., Yan F. 2006 Correlation of stylet activities by the glassy-winged sharpshooter, *Homalodisca coagulata* (Say), with electrical penetration graph (EPG) waveforms *Journal of Insect Physiology* 52 327–337.

Houston J. P., Backus E. A., David M., Yan Fengming Y. 2006. Correlation of stylet activities by the glassy-winged sharpshooter, *Homalodisca coagulata* (Say), with electrical penetration graph (EPG) waveforms. *Journal of Insect Physiology* 52: 327-37.

Hunter W. B. and Backus E. A. Backus 1989. Mesophyll feeding by the potato leafhopper, *Empoasca fabae* (Homoptera: Cicadellidae): results from electronic monitoring and thin-layer chromatography. *Eviron. Entomol.* 18: 465-472.

Hunter W. B., and Backus E. A.. 1989. Mesophyll-feeding by the potato leafhopper *Empoasca fabae* (Homoptera : Cicadellidae): results from electronic monitoring and thin-layer chromatography. *Environ. Entomol.* 18: 465-472.

Janz N., Bergstro A. and Johansson J. 2005. Frequency dependence of host plant choice within and between patches: a large cage experiment. *Evolutionary Ecology* 19: 289–302.

Jiang Y. X. and Walker G. P. 2007. Identification of phloem sieve elements as the site of resistance to silverleaf whitefly in resistant alfalfa genotypes. *Entomologia experimentalis et applicata*. Vol. 125, n°3, pp. 307-320.

- Jiang Y. X. and Walker G. P. 2003. Electrical penetration graphs of the nymphal stage of *Bemisia argentifolii* (Bellows & Perring) *Entomologia Experimentalis et Applicata* 109: 101–111.
- Jiang Y. X. and Walker G. P. 2001. Pathway phase waveform characteristics correlated with length and rate of stylet advancement and partial stylet withdrawal in AC electrical penetration graphs of adult whiteflies. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 101: 233–246.
- Jiang Y. X. and Walker, G. P. 2003 Electrical penetration graphs of the nymphal stage of *Bemisia argentifolii* *Entomologia Experimentalis et Applicata* 109 : 101–111.
- Jiang Y. X., Nombela G. and Muñiz M 2001. Analysis by DC–EPG of the resistance to *Bemisia tabaci* on an Mi-tomato line. . *Entomologia Experimentalis et Applicata* 99: 295–302,
- Jiang Y. X., Walker G. P. 2003 Electrical penetration graphs of the nymphal stage of *Bemisia argentifolii* *Entomologia Experimentalis et Applicata* 11. 101-111
- John A. Gatehouse 2002 Plant resistance towards insect herbivores: a dynamic interaction. *Tansley review no. 140 New Phytologist* 156: 145–169
- John T., Margaritopoulos J., Skouras P. J., Nikolaidou P., Manolikaki J., Maritsa K., Tsamandani K., Kanavaki O. M., Bacandritsos N., Zarpas K. D., Tsitsipis J. A. 2007. Insecticide resistance status of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) populations from peach and tobacco in mainland Greece
- Johnson D. D. and Walker G. P. 1999. Intracellular punctures by the adult whitefly *Bemisia argentifolii* on DC and AC electronic feeding monitors *Entomologia Experimentalis et Applicata* 92: 257–270.
- Johnson D. D., Walker G. P. and Creamer R. 2002. Stylet penetration behavior resulting in inoculation of a semipersistently transmitted closterovirus by the whitefly *Bemisia argentifolii* *Entomologia Experimentalis et Applicata* 102: 115–123.
- Johnson D. D., Walker G. P. and Creamer R. 2002. Stylet penetration behavior resulting in inoculation of a semipersistently transmitted closterovirus by the whitefly *Bemisia argentifolii*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 102: 115–123.

- Johnson Jr. and Sullivan M. J. 1979. Soybean resistance to the southern green stink bug. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 72: 628.
- Jones C. G. and Coleman J. S. 1988. Leaf disc size and insect feeding preferences: implications for assay and studies on induction of plant defense. *Entomol. Exp. Appl.*, 47, 167.
- Joost P. H., Backus E. A., Morgan D., Yan F. 2006. Correlation of stylet activities by the glassy-winged sharpshooter, *Homalodisca coagulata* (Say), with electrical penetration graph (EPG) waveforms. *Journal of Insect Physiology* 52: 327–337.
- Kabrick L. R., and Backus E. A. 1990. Salivary deposits and plant damage associated with specific probing behaviors of the potato leafhopper, *Empoasca fabae*, on alfalfa stems. . *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 56: 287-304.
- Kahle K., Preston C., Richling C. E., Heckel F., Schreier P. 2005. On-line gas chromatography combustion/pyrolysis isotope ratio mass spectrometry (HRGC-C/P-IRMS) of major volatiles from pear fruit (*Pyrus communis*) and pear products. *Food Chemistry* 91: 449–455
- Kaloshian I., Kinsey M. G., Williamson V. M. and Ullman D. E. 2000. *Mi*-mediated resistance against the potato aphid *Macrosiphum euphorbiae* (Hemiptera: Aphididae) limits sieve element ingestion. *Environmental Entomology* 29: 690–695.
- Kawabe S and McLean D. L. 1978. Electronically recorded waveforms associated with salivation and ingestion behaviour of the aster leafhopper, *Macrostelus fascifrons* Stal (Homoptera: Cicadellidae). *Appl. Entomol. Zool.* 13: 143-148.
- Kawabe S and McLean D. L. 1980. Electronic measurement of probing activities of the green leafhopper of rice. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 27: 77-82.
- Kawebe S. 1985. Mechanism of varietal resistance to the rice green leafhopper (*Nephotettix cincticeps* Uhler). *Jap Agric. Res. Q.* 19: 115-124.
- Kennedy J. S. and Both C. O. 1951. Host alternation in *Aphis fabae* Scop.I. Feeding preference and fecundity in relation to the age and kind of leaves. *Annals of applied Biology* 38: 25-64.
- Khan Z. R. and Joshi R. C. 1990. Varietal resistance to *Cnaphalocrocis medinalis* (Guenee) in rice, *Crop Prot.*, 9, 243.

Khan Z. R. and Saxena R. C. 1984. Technique for demonstrating phloem or xylem feeding leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae) and planthoppers (Homoptera: Delphacidae) in *Rice Plant. J. Econ. Entomol.* 77: 550-552.

Kimmins F. M. 1989 Electrical penetration graphs from *Nilaparvata lugens* on resistant and susceptible rice varieties. *Entomologia Experimentalis et Applicata.* 50: 69-79.

Kimmins F. M. and Tjallingii W. F. 1985. Ultrastructure of sieve element penetration by aphid stylet during electrical recording. . *Entomologia Experimentalis et Applicata* 39: 135- 141.

Kimmins F. M. 1986. Ultrastructure of the stylet pathway of *Brevicoryne brassicae* in host plant tissue, *Brassicae oleacea*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 41:283-290.

Kindt F. Joosten N. N., Tjallingii W. F. 2006. Electrical penetration graphs of thrips revised: Combining DC- and AC-EPG signals. *Journal of Insect Physiology* Volume 52, Issue 1, January 2006, 1-10.

Kindt F., Joosten N. N., Peters D., Tjallingii W. F. 2003. Characterisation of the feeding behaviour of western flower thrips in terms of electrical penetration graph (EPG) waveforms. *Journal of Insect Physiology* 49: 183–191.

Kindt F., Joosten N. N., Tjallingii W. F. 2005. Electrical penetration graphs of thrips revised: Combining DC- and AC-EPG signals. *Journal of Insect Physiology* 52: 1–10.

Kindt F., Joosten N. N., Tjallingii W. F. 2006 Characterisation of the feeding behaviour of western flower thrips in terms of electrical penetration graph (EPG) waveforms. *Journal of Insect Physiology* 52: 1–10.

Kindt F., Joosten N. N., Tjallingii W. F. 2006. Electrical penetration graphs of thrips revised: combining DC- and AC-EPG signals. *Journal of insect physiology* 52:1-10.

Klingauf F. A. 1987. Host plant finding and acceptance. In: A. K. Minks & P. Harrewijn (eds.), *Aphids: Their Biology, Natural Enemies and Control*. Elsevier: Amsterdam pp. 209–223.

Klingler J., Creasy R., Gao L., Nair R. M., Calix A. S. et al. 2005. Aphid resistance in *Medicago truncatula* involves antixenosis and phloem-specific, inducible antibiosis, and maps to a single locus flanked by NBS-LRR resistance gene analogs. *Plant Physiology* 137: 1445–1455.

Kogan M. and Goeden D. 1970. The host-plant range of *Lema trilineata dauturaphila* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 63, 1175, 1970.

Kogan M. and Paxton J. 1983. Natural inducers of plant resistance to insects. In *Plant Resistance to Insects*. Am. Chem. Soc. Symp. Ser. 208, American Chemical Society, Washington, DC, 1983, 375.

Kogan M. 1972a. Fluorescence photography in the quantitative evaluation of feeding by phytophagous insect. *Ann Entomol. Soc. Am.*, 65, 277.

Kogan M., 1972b. feeding and nutrition of insects associated with soybeans. 2. Soybean resistance and host preferences of the Mexican bean beetle, *Epilachna varivestis*. *Ann Entomol. Soc. Am.* 65, 675.

Kolima M, Poulton J. E., Thayer S. S. and Conn E. E. 1979. Tissue distributions of dhurrin and of enzymes involved in its metabolism in leaves of Sorghum bicolor. *Plant Physiol.* 62: 1022-1028.

Lei H., van Lenteren J. C. and Tjallingii W. F. 1999. Analysis of resistance in tomato and sweet pepper against the greenhouse whitefly using electrically monitored and visually observed probing and feeding behaviour. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 92: 299–309, 1999.

Lei H., van Lenteren J. C. and Tjallingii W. F. 1999. Analysis of resistance in tomato and sweet pepper against the greenhouse whitefly using electrically monitored and visually observed probing and feeding behavior. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 92: 299–309.

Lett J-M, Granier M., Grondin M., Turpin P., Molinaro F., Chiroleu F., Peterschmitt M. and Reynaud B. 2001. Electrical penetration graphs from *Cicadulina mbila* on maize, the fine structure of its stylet pathways and consequences for virus transmission efficiency. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 101: 93–109.

Liu X. M., Smith C. M. and Gill B. S. 2002. Identification of microsatellite markers linked to Russian wheat aphid resistance genes *Dn4* and *Dn6*. *Theoretical and Applied Genetics* 104: 1042–1048.

Liu X. M., Smith C. M. and Gill B.S. 2005. Allelic relationships among Russian wheat aphid resistance genes. *Crop Science* 45: 2273–2280.

- Liu X. M., Smith C. M., Gill B. S. and Tolmay V. 2001. Microsatellite markers linked to six Russian wheat aphid resistance genes in wheat. *Theoretical and Applied Genetics* 102: 504–510.
- Lyman J. M. and Cardona C. 1982. Resistance in lima beans to a leafhopper, *Empoasca kraemeri*. *J. Econ. Entomol.* 75: 281.
- Ma, R., Reese J. C., Black W. C. IV and Cox P. B. 1990. Detection of pectinesterase and polygalacturonase from salivary secretions of living greenbugs, *Schizaphis graminum*. *Journal of Insect Physiology* 36: 507–512.
- Mackenzie J. R. and Vernon R. S. 1988. Sampling for distribution of the lettuce aphid, *Nasonovia ribisnigri* (Homoptera: Aphididae), in fields and within heads. *J. Entomol Soc. B. C.* 85: 10-15.
- Malone M., Watson R. and Pritchard J. 1999 The spittlebug *Philaenus spumarius* feeds from mature xylem at the full hydraulic tension of the transpiration stream *New Phytol.*, 143: 261-271
- Margaritopoulos J. T., Tsourapas C., Tzortzi M., Kanavaki O. M. and Tsitsipis J. A. 2005. Host selection by winged colonisers within the Myzus persicae group: a contribution towards understanding host specialisation. *Ecological Entomology*, 30, 406–418.
- Mauchline A. L., Osborne J. L., Martin A. P., Poppy G. M., Powell W. 2005. The effects of non-host plant essential oil volatiles on the behaviour of the pollen beetle. *Meligethes aeneus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 114 : 181–188.
- McLean D. L. and Kinsey M. G. 1964. A technique for electronically recording aphid feeding and salivation. *Nature* (Lond.) 202: 1358-1359.
- McLean D. L. and Kinsey M. G. 1964. Identification of electrically recorded curve patterns associated with aphid salivation and ingestion. *Nature* (Lond.) 205: 1130-1131.
- Michael Smith C. M. and Boyko E. V. 2006. *Mini review*. The molecular bases of plant resistance and defense responses to aphid feeding: current status. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 122 : 1–16.
- Miles P. W. and Harrewijn P. 1995. Discharge by aphids of soluble secretions into dietary sources. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 59: 123–134.

- Missere D. 2008. Il progetto di ricerca integrato per il sostegno della filiera pero in Emilia Romagna. *Italus Hortus* 15 (6), 9-11.
- Mittler T. E. and Dadd R. H. 1964. Gustatory discrimination between liquids by the aphid *Myzus persycae* (Sulzer). *Entomologia Experimentalis et Applicata* 7: 315-328.
- Mittler T. E. and Dadd R. H. 1965. Differences in the probing responses of *Myzus persicae* (Sulzer) elicited by different feeding solutions behind a parafilm membrane. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 8: 107-122.
- Monaco E. L., Tallamy D. W. and Johnson R. K. 1998. Chemical mediation of egg dumping in the lace bug *Gargaphia solani* Heidemann (Heteroptera: Tingidae). *Animal Behaviour* 56: 1491–1495.
- Montlor C. B. and Tjallingii W. F. 1989. Stylet penetration by two aphid species on susceptible and resistance lettuce. *Entomol Exp. Appl.* 52: 103-111.
- Montlor C. B. 1991. The influence of plant chemistry on aphid feeding behavior. On insect-Plant Interactions. Vol III. E. Bernays (ed.). CRC Press. P. 125-173.
- Niemeyer H. and Givovich A. 2000. Use of electrical penetration graphs and phloem sap chemical analysis in studies of the effects of hydroxamic acid in cereals on aphid (Homoptera: Aphididae) feeding behaviour, pp. 237-244. In G. P. Walker and E. A. Backus (eds.), Principles and applications of electronic monitoring and other techniques in the study of homopteran feeding behaviour. Thomas Say Publications in Entomology, Entomological Society of America, Lanham, MD.
- Novotny V. and Wilson M. R. 1997. Why are there no small species among xylem-sucking insects? *Evolutionary Ecology* 11: 419-437.
- Novotny V. and Wilson M. R. 1997. Why are there no small species among xylem-sucking insects? *Evolutionary Ecology*, 11: 419-437.
- Orozco-Cardenas M. L., Narvaez-Vasquez J., Ryan C. A. 2001. Hydrogen peroxide acts as a second messenger for the induction of defense genes in tomato plants in response to wounding, systemin, and methyl jasmonate. *Plant Cell* 13: 179–191.

- Park S-J, Huang Y. and Ayoubi P. 2005. Identification of expression profiles of sorghum genes in response to greenbug phloemfeeding using cDNA subtraction and microarray analysis. *Planta* 223: 932–947.
- Parr A., Tallamy D. W., Monaco E. L., and Pesek J. D. 2002. Proximate Factors Regulating Maternal Options in the Eggplant Lace Bug, *Gargaphia solani* (Heteroptera: Tingidae). *Journal of Insect Behavior*, Vol. 15, No. 4.
- Parthasarathy M. V. 1975. Sieve-element structure, pp. 3-38. In M. H. Zimmermann and J. A. Milburn (eds.). Transport in Plants. I. Phloem transport. Encyclopedia of plant Physiology, New Series, vol. 1. Springer, New York.
- Pate J. S. 1975. Exchange of solutes between phloem and xylem and circulation in the whole plant, pp. 451-473. in H. Zimmerman and J. A. Milburn (eds.). Transport in Plants. I. Phloem transport. Encyclopedia of Plant Physiology, New Series, vol. 1. Springer, New York.
- Péricart J. 1972. Hémiptères *Anthocoridae*, *Cimicidae*, *Micropophysidae* de l'Ouest-Paléarctique. *Faune de l'Europe et du bassin méditerranéen*, 7. – Masson et Cie, Paris.
- Péricart J. 1982. Révision, systématique des *Tingidae* Ouest-Paléarctiques. (Emitteri). 9. Compléments et corrections. – *Annls. Soc. Ent. Fr.*, (N. S.), 18, 3 : 349-372, fig. 1. Péricart J. 1983. Hémiptères Tingidae Euro-méditerranéens. *Faune de France* 69. – Paris.
- Péricart J. 1984. Hémiptères *Berytidae* euro-méditerranéens. *Faune de France* 70. – Paris.
- Péricart J. 1987. Hémiptères *Nabidae* euro-méditerranéens. *Faune de France* 71. – Paris.
- Péricart J. 1990. Hémiptères Saldidae et Leptopodidae d'Europe occidentale et du Maghreb. *Faune de France* 77. – Paris.
- Pfannenstiel R. S. and Meagher Jr. R. L. 1991. Sugarcane resistance to stalkborers (Lepidoptera: Pyralidae) in south Texas. *Fla Entomol.* 74: 300.
- Pickett J. Wadhams L. J., Woodcock C. M. and J. Hardie J. 1992. The chemical ecology of aphids. *Annual Review of Entomology* 37: 67-90.
- Pimentel D. 1961: An evaluation of insect resistance in broccoli, brussels sprouts, cabbage, collards and kale. *J. Econ. Entomol.* 54, 156–158.

- Pollard D. G. 1973. Plant penetration by feeding aphids (Hemiptera; Aphidoidea): a review, of *Bulletin of Entomological research* 62: 631-714.
- Ponsen M. B. 1987. Alimentary tract. In: A. K. Minks & P. Harrewijn (eds), *Aphids, Their Biology, Natural Enemies and Control* Vol. 2B. Elsevier Science Publisher B. V., Amsterdam, pp. 79–95.
- Prado E. and Tjallingii W. F. 1994. Aphids activities during sieve element punctures. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 72: 157-165.
- Putchkov V.G. 1960. K eklogii nekotorykh maloizuchennykh vidov nastojashchikh poluzhestkokrylykh (Heteroptera). I. (Sur l'écologie de quelques espèces peu étudiées d'Hétéroptères). *Ent. Obozr.*, 39 : 300-312.
- Rahbè Y. G., Pickett J. A., Wadhams L. J. and Niemeyer H. M. 1996. Odour communication of *Rhopalosiphum padi* (L.) (Homoptera, Aphilidae) feeding on cereals. In: *Techniques in Plant-Insect Interaction and Biopesticides*. H. Niemeyer (ed). Proc, of IFS Workshop in Chemical Ecology, Santiago, chile, 1995. p. 147-151.
- Rahnè Y. B. D., Calatayud P. A. And Febvay G. 1990. Phloem sap composition of lupin analyzed by aphid stylectomy: methodology, variations in major constituents and detection of minor solutes, p. 307. In D. C. Peters, J. A Webster, and C. S. Chlouber (eds). *Proceeding of the symposium on Aphid-Plant Interactions: Populations To Molecules*, 1990, Stillwater, OK. Oklahoma State Univ., Div. Agriculture Publication.
- Raina A. K., Benepal P. S. and Sheikh A. Q. 1980. Effects of excised and intact leaf methods, leaf size, and plant age on Mexican bean beetle feeding. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 27, 303.
- Raman K. V.. Tingey W. M. and Gregory P. 1979. Potato glycoalkaloids: effect of survival and feeding behaviour of the potato leafhopper. *J. Econ. Entomol.* 72: 337-341.
- Rapusas H. R. and Heirichs E. A. 1990. Feeding behaviour of *Nephotettix virescens* (Homptera: Cicadellidae) on rice varieties with different levels of resistance. *Environ. Entomol.* 19: 594-602.
- Raven J. A. 1983. Phytophages of xylem and phloem: a comparison of animal and plant sap-feeders. *Adv. Ecol. Res.* 13: 135-234.

Reese J. C., Tjallingii W. F., Helden M. and Prado E. 2000. Waveform comparisons among AC and DC electronic monitoring systems for aphid feeding behavior. In: G. P. Walker & E. A. Backus (eds), Principles and Applications of Electronic Monitoring and Other Techniques in the Study of Homopteran Feeding Behavior. Proceedings: Thomas Say Publications in Entomology, Entomological Society of America, Lanham, Maryland, USA, pp. 70–101.

Reese J. C., D., Margolies, E. A., Backus S., Noyes P., Bramel-Cox, and Dixon A. G. O. 1993. Characterisation of host-plant resistance and feeding behavior through use of a computerised feeding monitor, pp. 52-72. In. M. E. Ellsberry, D. E. Ullman, and E. A. Backus (eds.), History, development and application of the AC electronic insect and feeding monitor. Thomas say publications in Entomology, Entomological Society of America, Lanham, MD.

Reynolds G. W. and Smith C. M. 1985. Effect of leaf position, leaf wounding, and plant age of two soybean genotypes on soybean looper (Lepidoptera: Noctuidae) growth, *Environ. Entomol.*, 14, 475, 1985.

Risch S. J., 1985. Effects of induced chemical changes on interpretation of feeding preference test. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 39, 81.

Rooney H. C. E., van't Klooster J. W., van der Hoorn R. A. L., Joosten M. H. A. J., Jones J. D. G. and de Wit P. J. G. M. 2005. Cladosporium Avr2 inhibits tomato Rcr3 protease required for Cf-2-dependent disease resistance. *Science* 308: 1783–1786.

Rufato L., De Rossi Rufato A. 2008. Orientamento della sericoltura in Sud America. *Italus Hortus* 15 (6), 16-21.

Ryan C. A. 2000. The systemin signaling pathway: differential activation of plant defensive genes. *Biochimica et Biophysica Acta-Protein Structure et Molecular Enzymologica* 1477: 112–121.

Ryan C. A., Pearce G. 1998. Systemin: a polypeptide signal for plant defensive genes. *Annual Review of Cell and Developmental Biology* 14: 1–17.

Sams D. W., Lauer F. I. and Radcliffe E. B. 1975. Exised leaflet test for evaluating resistance to the green peach aphid in tuber-bearing *Solanum* plant material, *J. of Econ. Entomol.*, 68, 607.

Sandanayaka W. R. M., Bus V. G. M., Connolly P., Newcomb. R. 2003. Characteristics associated with Woolly apple aphid *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) (Auchenorrhyncha:

Aphididae) resistance of three apple rootstocks. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 109: 63–72.

Sandanayaka W. R. M., Bus W. G. M., Connolly P. and Newcomb R. 2003. Characteristics associated with Woolly Apple Aphid *Eriosoma lanigerum* resistance of three apple rootstocks *Entomologia Experimentalis et Applicata* 109 : 63–72.

Sauge M. H., Kervella J. and Rahbé Y. 1998. Probing behaviour of the green peach aphid *Myzus persicae* on resistant *prunus* genotypes. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 89: 223–232.

Saxena K. N., Gandhi J. R. and Saxena R. C. 1974. Patterns of relationship between certain leafhoppers and plants. I. responses to plants. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 17: 303.

Saxena K. N. 1969. Patterns of insect plant relationship determining susceptibility or resistance of different plants to an insect *Entomologia Experimentalis et Applicata* 12: 751.

Schaefers G. A. 1966. The use of direct current for electronically recording aphid feeding and salivation. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 59: 1022-1024.

Schalk J. M. and Stoner A. K. 1976. A bioassay differentiates resistance to the Colorado potato beetle on tomatoes, *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 101, 74, 1976.

Schenk P. M., Kazan K., Wilson I., Anderson J. P., Richmond T., Somerville S. C., Manners J. M. 2000. Coordinated plant defense responses in *Arabidopsis* revealed by microarray analysis. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 97: 11655–11660.

Siegel S. and Castellan N. J. 1988. Non parametric statistic for the behavioural science, II ed. Mc Graw and Hill, N.Y. pp. 399

Smith C. M. 1989. Plant Resistance to Insects, A Fundamental Approach, JoWiley & Sons, New York, pp. 286.

Smith C. M., Quisenberry S. S. and du Toit F. 1999. The value of conserved wheat germplasm possessing arthropod resistance. *Global Plant Genetic Resources for Insect Resistant Crops* (ed. By SL Clement & SS Quisenberry), pp. 25–49. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.

Souri A. and Tsitsipis J. A. 2006. *Myzus persicae* feeding studies on gynoparae, males and apterous virginoparae of *Myzus persicae* on potato by electrical penetration graph *Journal of Insect Physiology* 52: 327–337.

Spiller N. J., Kimmins F. M. and Llewellyn M. 1985. Fine structure of aphid stylet pathways and its use in host plant resistance studies. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 38: 293-295.

Spiller N. J., Koenders L. and Tjallingii W. F. 1990. Xylem ingestion by aphids, a strategy for maintaining water balance. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 55: 101-104.

Spiller N. J., Kimmins F. M. and Llewellyn M. 1985. Fine structure of aphid stylet pathways and its use in host plant resistance studies. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 38: 293-295.

Stafford C. A. and Walker G. P. 2008. Characterization and correlation of DC electrical penetration graph waveforms with feeding behavior of beet leafhopper, *Circulifer tenellus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* (in press)

Stewart C. D., Braman S. K. and Pendley A. F. 2002. Functional Response of the Azalea Plant Bug (Heteroptera: Miridae) and a Green Lacewing *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae), Two Predators of the Azalea Lace Bug (Heteroptera: Tingidae) *Environmental Entomology* Article: pp. 1184–1190

Stichel W. 1959–1962. Illustrierte Bestimmungstabellen der Wanzen. II: Europa. – Berlin.

Swanepoel E., Laycock L., Myburg A. A. and Botha A-M. 2003. A leucine rich homolog to *Aegilops tauschii* from breadwheat line PI137739 obtained by suppression subtractive hybridization shows linkage to Russian wheat aphid resistance gene *Dn1*. Proceedings of 10th International Wheat Genetic Symposium, September 1–6, 2003, Paestum, Italy, vol. 3, pp. 1263–1265. *Istituto Sperimentale Per la Cerealicoltura*, Rome, Italy.

Tallamy, D.W., and Schaefer, C. 1997. Maternal care in the Hemiptera: ancestry, alternatives, and current adaptive value. In Crespi, B. J., and Choe, J. C. (eds.). *Evolution of Social Behavior in Insects and Arachnids*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 94–115.

Teetes G. L., Peterson G. C., Nwanze K. F. and Pendleton B. B. 1999. Genetic diversity of sorghum: a source of insect-resistant germplasm. *Global Plant Genetic Resources for Insect Resistant Crops* (ed. by SL Clement & SS Quisenberry), pp. 63–85. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.

Tjallingii, W. F. 1988. Electrical recording of stylet penetration activities. In: *Aphids, Their Biology, Natural Enemies and Control*. Vol. 2B. A. K. Minks and P. Harrewjin (eds). Elsevier Sc. Publ. Amsterdam, p. 95-108.

- Tjallingii W. F. and Hogen Esch Th., 1993. fine structure of aphid stylet routes in plant tissue in correlation with EPG signals. *Physiological Entomology* 18: 317-328
- Tjallingii F. W. 1978. Electronic recording of penetration behaviour by aphid. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 24: 721-730.
- Tjallingii W. F. 1985b. Membrane potentials as an indication for plant cell penetration by aphid stylets. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 38: 187–193.
- Tjallingii W. F. 1988. Electrical recording of stylet penetration activities. In Aphids, Their Biology, Natural Enemians and Control. Vol. 2B. A. K. Minks and P. Harrewijn (eds.). Elsevier Sc. Publ. Amsterdam, p. 95-108.
- Tjallingii W. F. and Gabry B. 1998. Anomalous stylet punctures of phloem sieve elements by aphids. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 91: 97–103.
- Tjallingii W. F. and Mayoral A. 1992. Criteria for host plant acceptance by aphids, pp. 280-282. In S. B. J. Menken, J. H. Visser, and P. Harrewijn (eds.), Proceedings of the 8th International Symposium on insect-plant Relationships. 1992. Wageningen, The Netherlands, Kluwer, Dordrecht, The Netherlands.
- Tjallingii W. F. 1985a. Electrical nature of recorded signals during stylet penetration by aphids. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 38: 177-186.
- Tjallingii W. F. 1985b Membrane potentials as an indication for plant cell penetration by aphid stylet. . *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 38:187-193.
- Tjallingii W. F. 1988. Electrical recording of stylet penetration activites, pp. 95-108. In A.K. Minks and P. Harrewijn (eds.), World crop pest, vol. 2B. Aphids their biology, natural enemians and control. Elsevier. Amsterdam.
- Tjallingii W. F. 1990. Continuos recording of stylet penetration activities by aphid. In: Aphid-Plant Genotype Interactions, R. K. Campbell & R. D. Eikenbary (eds). Elsevier. P. 89-99.
- Tjallingii W. F.1978. Electroning recording of penetration behaviour by aphids. . *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 24: 721-730.

Tjallingii W. F. 1988. Electrical recording of stylet penetration activities, pp. 95-108. In A.K. Minks and P. Harrewijn (eds.), *World crop pest*, vol. 2B. Aphids their biology, natural enemies and control. Elsevier. Amsterdam.

Tjallingii W. F. 1988. Electrical recording of stylet penetration activities, pp. 95-108. In A.K. Minks and P. Harrewijn (eds.), *World crop pest*, vol. 2B. Aphids their biology, natural enemies and control. Elsevier. Amsterdam.

Trentini L., Macchi E., Bosi T. 2008. Analisi della situazione economica e produttiva del comparto pericolo. *Italus Hortus* 15 (6), 12-15.

Triplehorn B. W., Nault L. R., and Horn D. J. 1984. Feeding behaviour of *Graminella nigrifrons* (Forbes). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 77:102-107.

Unwin D. M. 1978. A versatile high frequency radio microcautery. *Physiol. Entomol.* 3:71-73.

Ursi Ventura M. U. and Panizzi A. R. 2004. Responses of *Neomegalotomus parvus* (Hemiptera: Alydidae) to Color and Male-Lured Traps. *Biology and Technology* Vol.47, n. 4 : pp. 531-535

Van de Wetering F., Hulshof J., Posthuma K., Harrewijn P., Goldbach R. and D. Peters D. 1998. Distinct feeding behavior between sexes of *Frankliniella occidentalis* results in higher scar production and lower tospovirus transmission by females *Entomologia Experimentalis et Applicata* 88: 9–15.

Van Helden M. 1990. Resistance of lettuce to the aphid *Nosonovia ribisnigri*. Are electrical penetration graphs (EPGs) helpful to find the origin of resistance? IOBC/WPRS (International Organization on Biological Control/Western Palearctic Regional Section) (working group “Breeding for Resistance to Insect and Mites”) Bulletin XIII: 101:104.

Van Helden, M. and Tjallingii W. F. 1993. Tissue localisation of lettuce resistance to the aphid *Nosonovia ribisnigri* using electrical penetration graphs. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 68:269-278.

Van Helden M. 1993. The chemical basis of resistance to *Nosonovia ribisnigri* in lettuce, (working group “Breeding for Resistance to Insect and Mites”) Bulletin 16 (5): 69-77.

Wagner E. 1952. Blindwanzen oder Miriden. – In: Dahl, M. and Bischoff, H. (eds), *Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile*. 41. Teil. Fischer, Jena, pp. 1– 218.

Wagner E. 1966. Wanzen oder Heteropteren: Pentatomorpha. – In: Dahl, M. and Peus, F. (eds), Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile. 54. Teil. Fischer, Jena, pp. 1–235.

Wagner E. 1967. Wanzen oder Heteropteren: Cimicomorpha. – In: Dahl, M. and Peus, F. (eds), Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile. 55. Teil. Fischer, Jena, pp. 1–179.

Wagner E. 1973. Die *Miridae* Hahn, 1831, des Mittelmeerraumes und der Makaronesischen Inseln. Teil 1, 2, 3, 4. – Ent. Abh. Mus. Tierk., Dresden.

Walker G. P. and Janssen J. A. M.. 2000. Electronic recording of whitefly (*Homoptera: Aleyrodidae*) feeding and oviposition behaviour, pp. 172-200. In G.P. Walker and E.A. Backus (eds.), Principles and applications of electronic monitoring and other techniques in the study of homopteran feeding behavior. Thomas say publications in Entomology, Entomological Society of America, Lanham, MD.

Walker G. P. and Perring. T. M.1994. Feeding and oviposition behavior of whiteflies (homoptera: Aleyrodidae) interpreted from AC electronic feeding monitor waveforms. Ann. Entomol. Soc. Amer. 87: 363-374.

Walker G. P. and Backus E. A. 2000. Principles and Applications of Electronic Monitoring and Other Techniques in the Study of Homopteran Feeding Behavior. Thomas Say Publications in Entomology, Entomological Society of America.

Walker G. P. and Janssen J. A. M.. 2000. Electronic recording of whitefly (*Homoptera: Aleyrodinidae*) feeding and oviposition behavior, pp. 172-200. In G. P. Walker and E. A. Backus (eds.), Principles and application of electronic monitoring and other techniques in the study of Homopteran feeding behavior. Thomas Say Publications in Entomology, Entomological Society of America, Lanham, MD.

Wayadande A. C. and Nault L. R.. 1993. Leafhopper probing behavior associated with maize chlorotic dwarf virus transmission to maize. *Phytopathology* 83: 522-526.

Wee S., El-Sayed A. M., Gibb A. R., Mitchell V. and Suckling D. M. 2008. Behavioural and electrophysiological responses of *Pantomorus cervinus* (Boheman) (Coleoptera: Curculionidae) to host plant volatiles. *Australian Journal of Entomology* 47, 24–31.

- Weibull, J. 1988. Free amino acids in the phloem sap from oats and barley resistant to *Rhopalosiphum padi*. *Phytochemistry* 27: 2069-2072.
- Weibull, J. Brishmmar S. and Petterson J. 1986. Amino acid analysis of phloem sap from oats and barley: a combination of stylet excision and high performance liquid chromatography. *Entomol. Exp. Appl.* 42: 27-30
- Wensler, R. J. D. and Filshie B. K. 1969. Gustatory sense organs in the food canal of aphids. *Journal of Morphology* 129: 473–492.
- Wensler, R. J. D. 1977. The fine structure of distal receptors on the labium of the aphid *Brevicoryne brassicae* L. (Homoptera). *Cell & Tissue Research* 181: 409–421.
- Wink, M. 1988. Plant breeding: importance of plant secondary metabolites for protection against pathogens and herbivores. *Theoretical and Applied Genetics* 75: 225–233.
- Zehnder G. W., Nichols A. J., Edwards O. R. and Ridsdill-Smith T. J. 2001. Electronically monitored cowpea aphid feeding behavior on resistant and susceptible lupins. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 98: 259–269.
- Zhu-Salzman K., Salzman R. A., Ahn J-E and Koiwa H. 2004. Transcriptional regulation of sorghum defense determinants against a phloem feeding aphid. *Plant Physiology* 134: 420– 431.
- Ziegler H. 1975. Nature of transported substances, pp. 59-100. In M. H. Zimmermann and J. A. Milburn (eds.), Transport in plants. I. Phloem transport. *Encyclopedia of Plant Physiology*, New Series, vol. 1. Springer, New York.

7. APPENDICE

| Cultivar | Durata totale | | | Frequenza | | | Durata media | | | Durata 1 np | Durata 1 probe | Durata 2 np | |
|----------|---------------|----------|----------|-----------|------------|----------|--------------|-------------|----------|-------------|----------------|-------------|-------------|
| | np | 1 | 2 | 1+2 | np | 1 | 2 | np | 1 | | | | 2 |
| William | 11189,12 | 16486,27 | 1124,38 | 17610,65 | 24 | 34 | 10 | 466,2133333 | 484,8903 | 112,438 | 4149,06 | 1355,43 | 20,7 |
| William | 10360,27 | 11323,12 | 7116,44 | 18439,56 | 40 | 60 | 22 | 259,00675 | 188,7187 | 323,4745 | 1563,65 | 447,68 | 18,55 |
| William | 18439,45 | 9443,84 | 916,38 | 10360,22 | 21 | 28 | 8 | 878,0690476 | 337,28 | 114,5475 | 103,34 | 1405,94 | 432,88 |
| William | 9577,4 | 18002,97 | 1219,27 | 19222,24 | 29 | 44 | 16 | 330,2551724 | 409,1584 | 76,20438 | 889,17 | 1174,41 | 517,88 |
| William | 17372,63 | 8336,79 | 3090,45 | 11427,24 | 21 | 38 | 17 | 827,2880952 | 219,3892 | 181,7912 | 514,81 | 720,58 | 5,23 |
| William | 27422,48 | 76,27 | 1300,94 | 1377,21 | 2 | 2 | 1 | 13711,24 | 38,135 | 1300,94 | 7925,43 | 1377,21 | 19427,05 |
| William | 17627,01 | 9848,82 | 1325,12 | 11173,94 | 39 | 45 | 7 | 451,9746154 | 218,8627 | 189,3029 | 1733,97 | 989,81 | 435,33 |
| William | 17168,68 | 10151,88 | 1479,05 | 11630,93 | 25 | 32 | 7 | 686,7472 | 317,2463 | 211,2929 | 4089,42 | 344,53 | 304,33 |
| William | 21582,96 | 5301,17 | 1915,76 | 7216,93 | 9 | 16 | 8 | 2398,106667 | 331,3231 | 239,47 | 14117,68 | 1798,24 | 43,16 |
| William | 11092,95 | 16370,21 | 1336,67 | 17706,88 | 41 | 48 | 7 | 270,5597561 | 341,046 | 190,9529 | 1353,57 | 186,14 | 1380,65 |
| William | 12275,53 | 14737,32 | 1368,38 | 16105,7 | 51 | 63 | 13 | 240,6966667 | 233,9257 | 105,26 | 839,61 | 908,07 | 465,82 |
| William | 9085,18 | 18475,35 | 1239,39 | 19714,74 | 51 | 62 | 11 | 178,1407843 | 297,9895 | 112,6718 | 2097,47 | 1649,88 | 38,54 |
| William | 13499,38 | 1973,87 | 1326,55 | 3300,42 | 28 | 40 | 12 | 482,1207143 | 49,34675 | 110,5458 | 5696,11 | 130,53 | 430,36 |
| William | 8371 | 18816 | 1611,61 | 20427,61 | 34 | 41 | 8 | 246,2058824 | 458,9288 | 201,4513 | 187,95 | 818,27 | 181,55 |
| William | 21122,53 | 7068,06 | 608,77 | 7676,83 | 26 | 31 | 6 | 812,405 | 228,0019 | 101,4617 | 225 | 199 | 1292,53 |
| William | 22414,82 | 4756 | 1629,1 | 6385,1 | 11 | 18 | 7 | 2037,710909 | 264,2222 | 232,7286 | 10917,78 | 576,3 | 347,26 |
| William | 10529,92 | 15476,92 | 2792,74 | 18269,66 | 27 | 53 | 25 | 389,997037 | 292,0174 | 111,7096 | 243,97 | 828,4 | 213,52 |
| William | 26594,2 | 1551,73 | 653,25 | 2204,98 | 7 | 10 | 4 | 3799,171429 | 155,173 | 163,3125 | 1850,12 | 562,79 | 102,05 |
| William | 13400 | 13891,64 | 1507,29 | 15398,93 | 30 | 41 | 13 | 446,6666667 | 338,8205 | 115,9454 | 614,36 | 361,23 | 365,35 |
| William | 20411,01 | 5704,67 | 2683,56 | 8388,23 | 18 | 21 | 4 | 1133,945 | 271,651 | 670,89 | 2141,79 | 2340,19 | 9909,09 |
| William | 20411,01 | 5704,67 | 2683,56 | 8388,23 | 18 | 21 | 4 | 1133,945 | 271,651 | 670,89 | 2141,79 | 2340,19 | 13519,63 |
| William | 23458,87 | 4767,85 | 1655,17 | 6423,02 | 8 | 14 | 7 | 2932,35875 | 340,5607 | 236,4529 | 1082,09 | 1072,81 | 2191,36 |
| William | 19677,25 | 7500,58 | 1622,16 | 9122,74 | 9 | 19 | 10 | 2186,361111 | 394,7674 | 162,216 | 2633,9 | 1134,57 | 1204,97 |
| William | 22431,24 | 4840,64 | 1528,01 | 6368,65 | 7 | 12 | 5 | 3204,462857 | 403,3867 | 305,602 | 1015 | 1015 | 219,14 |
| William | 24133,96 | 2203,95 | 2481,64 | 4685,59 | 9 | 15 | 7 | 2681,551111 | 146,93 | 354,52 | 225 | 1427,75 | 2226,56 |
| William | 27344,49 | 838,7 | 616,64 | 1455,34 | 2 | 3 | 2 | 13672,245 | 279,5667 | 308,32 | 5539,9 | 1455,34 | 21804,59 |
| William | 19608 | 7052,66 | 2139,1 | 9191,76 | 15 | 31 | 17 | 1307,2 | 227,5052 | 125,8294 | 305,44 | 216,63 | 3390,12 |
| William | 10140,03 | 16556,49 | 2102,45 | 18658,94 | 30 | 52 | 23 | 338,001 | 318,394 | 91,41087 | 1041,31 | 386,09 | 476,5 |
| William | 23157,64 | 4842,24 | 1748,53 | 6590,77 | 14 | 22 | 9 | 1654,117143 | 220,1018 | 194,2811 | 948,55 | 276,38 | 179,16 |
| William | 10140,03 | 16556,49 | 2102,45 | 18658,94 | 39 | 50 | 12 | 260,0007692 | 331,1298 | 175,2042 | 1560 | 579,13 | 120,5 |
| William | 26188,58 | 2254,19 | 356,75 | 2610,94 | 8 | 9 | 2 | 3273,5725 | 250,4656 | 178,375 | 4628,56 | 1035,19 | 129,38 |
| William | 6639,91 | 16428,74 | 5731,15 | 22159,89 | 35 | 53 | 19 | 189,7117143 | 309,9762 | 301,6395 | 46,89 | 3174,11 | 526,29 |
| Media | 17277,1103 | 9291,878 | 1906,647 | 11198,53 | 22,75 | 32,125 | 10,09375 | 1965,000865 | 280,33 | 249,0979 | 2625,40935 | 994,596129 | 2560,000938 |
| Dev Stan | 6356,77284 | 5982,634 | 1367,021 | 6415,355 | 13,8237757 | 17,81038 | 6,233931 | 3255,204973 | 100,9382 | 238,003 | 3293,33112 | 717,9375002 | 5543,05639 |
| Err St | 1123,72929 | 1057,59 | 241,6574 | 1134,085 | 2,44372138 | 3,14846 | 1,102014 | 575,4443776 | 17,84352 | 42,07338 | 591,49973 | 126,9146187 | 979,8830136 |

Appendice I: valori dei parametri sequenziali, dei parametri non sequenziali e dei pre-penetration parameter registrati attraverso gli screening effettuati su William. I valori sono espressi in secondi.

| Cultivar | Durata totale | | | | Frequenza | | | | Durata media | | | | Durata 1 np | Durata 1 probe | Durata 2 np |
|------------|---------------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|-------------|--------------|----------|-------------|-------------|-------------|----------------|-------------|
| | 1 | | 2 | | 1+2 | | np | | 1 | | 2 | | | | |
| | np | 1 | 2 | 1+2 | np | 1 | 2 | np | 1 | 2 | | | | | |
| Conference | 9351,92 | 17180,29 | 2267,78 | 19448,07 | 27 | 45 | 19 | 346,3674074 | 381,7842 | 119,3568 | 107,84 | 1528,65 | 778,23 | | |
| Conference | 12529,7 | 14855,85 | 1414,09 | 16269,94 | 19 | 34 | 15 | 659,4578947 | 436,9368 | 94,27267 | | 389,27 | 3509,87 | | |
| Conference | 16603,74 | 10600 | 1596,16 | 12196,16 | 20 | 37 | 17 | 830,187 | 286,4865 | 93,89176 | 1155,34 | 705,37 | 3381,54 | | |
| Conference | 16717,69 | 10966,37 | 1115,83 | 12082,2 | 34 | 50 | 17 | 491,6967647 | 219,3274 | 65,63706 | 2950 | 28,68 | 47,28 | | |
| Conference | 25136,56 | 2990,98 | 672,17 | 3663,15 | 7 | 11 | 4 | 3590,937143 | 271,9073 | 168,0425 | 9766,69 | 1046,62 | 240,71 | | |
| Conference | 17734,67 | 8898,02 | 2166,83 | 11064,85 | 15 | 29 | 15 | 1182,311333 | 306,8283 | 144,4553 | 84,34 | 1616,74 | 101,11 | | |
| Conference | 17095,87 | 11039,2 | 664,82 | 11704,02 | 19 | 27 | 9 | 899,7826316 | 408,8593 | 73,86889 | 1619,86 | 853,54 | 174,45 | | |
| Conference | 26475,5 | 792,86 | 1531,49 | 2324,35 | 3 | 4 | 2 | 8825,166667 | 198,215 | 765,745 | 2437,74 | 804,8 | 22650,75 | | |
| Conference | 12949,44 | 14355,09 | 1495,4 | 15850,49 | 22 | 34 | 12 | 588,6109091 | 422,2085 | 124,6167 | 7546,72 | 2505,99 | 133,44 | | |
| Conference | 18698,32 | 7893,52 | 2208,05 | 10101,57 | 9 | 16 | 7 | 2077,591111 | 493,345 | 315,4357 | 300,76 | 2179 | 245,09 | | |
| Conference | 25662,54 | 2115,49 | 1021,08 | 3136,57 | 5 | 10 | 5 | 5132,508 | 211,549 | 204,216 | 5990,91 | 368,33 | 9189,63 | | |
| Conference | 23307,57 | 4323,38 | 1168,97 | 5492,35 | 10 | 17 | 8 | 2330,757 | 254,3165 | 146,1213 | 1235,57 | 897,94 | 75,01 | | |
| Conference | 26173,6 | 2297,47 | 328,65 | 2626,12 | 5 | 8 | 4 | 5234,72 | 287,1838 | 82,1625 | 399,62 | 269,81 | 55,47 | | |
| Conference | 22316,19 | 5532,82 | 950,89 | 6483,71 | 11 | 18 | 7 | 2028,744545 | 307,3789 | 135,8414 | | 878,17 | 338,8 | | |
| Conference | 21935,37 | 5775,66 | 1088,83 | 6864,49 | 7 | 13 | 6 | 3133,624286 | 444,2815 | 181,4717 | 20317,74 | 1378,93 | 24,26 | | |
| Conference | 21271,48 | 6755,35 | 752,78 | 7508,13 | 10 | 14 | 5 | 2127,148 | 482,525 | 150,556 | 12002,09 | 672,31 | 5466,59 | | |
| Conference | 9555,32 | 18522,47 | 722,07 | 19244,54 | 23 | 30 | 9 | 415,4486957 | 617,4157 | 80,23 | 2508,71 | 1049,57 | 204,74 | | |
| Conference | 22785,53 | 5068,3 | 946 | 6014,3 | 6 | 13 | 7 | 3797,588333 | 389,8692 | 135,1429 | 569,67 | 514,64 | 4723,29 | | |
| Conference | 27778,31 | 37,12 | 984,34 | 1021,46 | 3 | 2 | 2 | 9259,436667 | 18,56 | 492,17 | 1155,54 | 726,35 | 4250,43 | | |
| Conference | 18254,94 | 8753,49 | 1791,18 | 10544,67 | 21 | 28 | 9 | 869,2828571 | 312,6246 | 199,02 | 2728,34 | 806,42 | 814,14 | | |
| Conference | 26702,94 | 798,07 | 1298,66 | 2096,73 | 6 | 10 | 5 | 4450,49 | 79,807 | 259,732 | 2907,04 | 321,36 | 1861,16 | | |
| Conference | 24883 | 2965,98 | 950,03 | 3916,01 | 10 | 12 | 4 | 2488,3 | 247,165 | 237,5075 | 6615 | 1106,14 | 292,87 | | |
| Conference | 26665,39 | 1038,81 | 1145,47 | 2184,28 | 3 | 4 | 2 | 8888,463333 | 259,7025 | 572,735 | 2891,85 | 1193,07 | 666,23 | | |
| Conference | 11893,49 | 15173,76 | 1732,67 | 16906,43 | 19 | 30 | 13 | 625,9731579 | 505,792 | 133,2823 | 6055,27 | 1811,48 | 361,21 | | |
| Conference | 23660,82 | 4011,92 | 1127,35 | 5139,27 | 7 | 11 | 4 | 3380,117143 | 364,72 | 281,8375 | 9055,69 | 1848,18 | 7937,71 | | |
| Conference | 17780,84 | 10058,54 | 970,54 | 11029,08 | 25 | 29 | 9 | 711,2336 | 346,8462 | 107,8378 | 4572,75 | 1530,31 | 2141,59 | | |
| Conference | 10300,6 | 17127,02 | 1372,18 | 18499,2 | 29 | 41 | 12 | 355,1931034 | 417,7322 | 114,3483 | 3589,33 | 1230,71 | 226,03 | | |
| Conference | 6186,57 | 20425,64 | 2187,68 | 22613,32 | 36 | 47 | 13 | 171,8491667 | 434,5881 | 168,2831 | 124,99 | 168,73 | 1148,11 | | |
| Conference | 18230,11 | 9315,78 | 1253,94 | 10569,72 | 40 | 51 | 11 | 455,75275 | 182,6624 | 113,9945 | 46,78 | 1199,96 | 368,93 | | |
| Conference | 22727,4 | 5205,57 | 866,64 | 6072,21 | 16 | 19 | 4 | 1420,4625 | 273,9774 | 216,66 | 10567,35 | 1556 | 23,21 | | |
| Conference | 6361,35 | 20898,18 | 1540,21 | 22438,39 | 37 | 53 | 17 | 171,9283784 | 394,3053 | 90,60059 | 66,67 | 1722,22 | 142,37 | | |
| Conference | 17507,52 | 6843,31 | 1843,62 | 8686,93 | 18 | 28 | 12 | 972,64 | 244,4039 | 153,635 | 2668,32 | 688 | 2753,37 | | |
| Conference | 16105,95 | 11574,48 | 1119,31 | 12993,79 | 25 | 35 | 12 | 644,238 | 330,6994 | 93,27583 | 183,37 | 597,23 | 16,25 | | |
| Conference | 7514,38 | 16606,3 | 1079,24 | 17685,54 | 37 | 48 | 11 | 203,0913514 | 345,9646 | 98,11273 | 2366,25 | 1398,15 | 24,22 | | |
| Media | 18495,72412 | 8846,973 | 1275,734 | 10122,71 | 17,1764706 | 25,23529 | 9,058824 | 2316,502933 | 328,8226 | 188,6499 | 3893,379375 | 1046,813824 | 2187,296765 | | |
| Dev st | 6457,483546 | 6094,017 | 483,3852 | 6300,139 | 11,172126 | 15,18783 | 4,867587 | 2561,651964 | 122,45 | 150,2307 | 4519,854263 | 589,5101322 | 4303,954577 | | |
| Er st | 1107,449292 | 1045,115 | 82,89987 | 1080,465 | 1,9160038 | 2,604692 | 0,834784 | 439,3196874 | 21 | 25,76435 | 799,0048999 | 101,1001536 | 738,1221204 | | |

Appendice II: valori dei parametri sequenziali, dei parametri non sequenziali e dei pre-penetration parameter registrati attraverso gli screening effettuati su Conference. I valori sono espressi in secondi.

| Min. | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | |
|------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| conf | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | | will | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 | 4 | 2 | 3 |
| conf | 4 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | | will | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| conf | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | | will | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| conf | 1 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | | will | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| conf | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 4 | | will | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| conf | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 6 | 5 | | will | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| conf | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | | will | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| conf | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | | will | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| conf | 0 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | | will | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 0 | 1 | 2 | 0 |
| conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | | will | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| conf | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0 | 1 | 1 | | will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 2 |
| conf | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | | will | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| conf | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | | will | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 |
| conf | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | | will | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| conf | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | | will | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| conf | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | | will | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| conf | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | | will | 0 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| conf | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | | will | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| conf | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | | will | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| conf | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | | will | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 1 |
| conf | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | | will | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| conf | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | | will | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| conf | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | will | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| conf | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | | will | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 |
| conf | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 6 | 3 | | will | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| conf | 1 | 1 | 3 | 6 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | | will | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| conf | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | | will | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | | will | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| conf | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | | will | 0 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| conf | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | | will | 1 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| conf | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | will | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 |
| conf | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | | will | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| conf | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | will | 1 | 2 | 0 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| conf | 0 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 0 | 0 | 3 | 3 | 2 | 2 | | will | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 0 | 3 | 1 |
| conf | 1 | 4 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | | will | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| conf | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | | will | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| conf | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 3 | 3 | | will | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| conf | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | | will | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| conf | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | | will | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| conf | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 | 1 | | will | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 |

Appendice III: dati raccolti dall'esperimento di choice test con utilizzo di foglie nel confronto varietale tra William e Conference; **insetti allevati su Abate**. Ogni valore rappresenta il numero di individui adulti presenti su una foglia durante uno dei conteggi effettuati ogni 5 min. per 60 minuti consecutivi.

| Min. | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | | Min. | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | |
|------|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|------|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| Conf | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | Will | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Conf | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | Will | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 1 | 0 | 1 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | |
| Conf | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Conf | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | | Will | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Conf | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | | Will | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Conf | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 1 | 2 | 1 | 2 | | Will | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Conf | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | | Will | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | 1 |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 3 | | Will | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Conf | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Conf | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Conf | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | | Will | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Conf | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | Will | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Conf | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Conf | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Conf | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Min. | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | | |
|------|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|------|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|
| Conf | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| Conf | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | | |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| Conf | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | Will | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | | Will | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | | |
| Conf | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | | Will | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | | Will | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | | |
| Conf | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | Will | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Conf | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Conf | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | | Will | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| Conf | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | | Will | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 1 | 0 | 2 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | | |
| Conf | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | | Will | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | | |
| Conf | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | | Will | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | | |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| Conf | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 1 | 2 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | |
| Conf | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | | Will | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Conf | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Conf | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 2 | | Will | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | Will | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Conf | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | | Will | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Conf | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | | Will | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| Conf | 0 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 | |
| Conf | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Conf | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | | Will | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| Conf | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | | Will | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Conf | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | Will | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | |
| Conf | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | Will | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Conf | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | | Will | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | | Will | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Conf | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Conf | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2 | 0 | | Will | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Conf | 0 | 0 | 1 | 4 | 4 | 3 | 4 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Conf | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | Will | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Conf | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | | Will | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 1 | 1 | |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | | Will | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | Will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | |

Appendice V: dati raccolti dall'esperimento di choice test con utilizzo di dischi fogliari nel confronto varietale tra William e Conference; **insetti allevati su Conference**. Ogni valore rappresenta il numero di individui adulti presenti su un disco durante uno dei conteggi effettuati ogni 5 min. per 60 minuti consecutivi.

| Min. | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | |
|------|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|-------|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| conf | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | | C dis | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| conf | 0 | 4 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | | C2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| conf | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | | C2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 1 | 0 | 1 | |
| conf | 0 | 1 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | | C2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| conf | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 4 | | C2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | |
| conf | 0 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 6 | 5 | | C2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | C2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | |
| conf | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | | C2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| conf | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | | C2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | |
| conf | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | | C2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | | C2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 2 | 1 | |
| conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0 | 1 | 1 | | C2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | |
| conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | | C2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 3 | |
| conf | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | | C2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| conf | 0 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | | C2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| conf | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | | C2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | |
| conf | 0 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | | C2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | |
| conf | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | | C2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| conf | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | | C2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| conf | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | | C2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| conf | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | | C2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| conf | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | | C2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| conf | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | | C2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| conf | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | C2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| conf | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | | C2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | |
| conf | 0 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 6 | 3 | | C2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | |
| conf | 0 | 1 | 1 | 3 | 6 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | | C2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| conf | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | | C2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 | |
| conf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | | C2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| conf | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | | C2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| conf | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | | C2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | |
| conf | 0 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | C2 | 0 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | |
| conf | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | | C2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | |
| conf | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | C2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| conf | 0 | 0 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 0 | 0 | 3 | 3 | 2 | | C2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| conf | 0 | 1 | 4 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | | C2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | |
| conf | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | | C2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| conf | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 3 | 3 | | C2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| conf | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | | C2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| conf | 0 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | | C2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| conf | 0 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 | 1 | | C2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | C2 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | C2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | C2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | C2 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | C2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

Appendice VI: dati raccolti dal confronto per la varietà Conference tra i dati raccolti attraverso gli esperimenti di choice test con utilizzo di dischi fogliari e tra i dati raccolti attraverso gli esperimenti di choice test con impiego di foglie Ogni valore rappresenta il numero di individui adulti presenti su una foglia (valori riportati nella tabella di sinistra) o su un disco (valori riportati nella tabella di destra) durante uno dei conteggi effettuati ogni 5 min. per 60 minuti consecutivi.

| Min. | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | |
|------|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| will | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 | 4 | 2 | 3 | | | wd | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| will | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | | | wd | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| will | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | wd | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| will | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | wd | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| will | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | | | wd | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| will | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | | | wd | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | | | wd | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| will | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | | | wd | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| will | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | wd | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 |
| will | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 0 | 1 | 2 | | | wd | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| will | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | | | wd | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 2 | | | wd | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 |
| will | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | | | wd | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| will | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 | | | wd | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| will | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | | | wd | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| will | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | | | wd | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| will | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | wd | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| will | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | | | wd | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| will | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | | | wd | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| will | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | | wd | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| will | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 1 | | | wd | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| will | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | | | wd | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| will | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 3 | | | wd | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| will | 0 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | wd | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| will | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 | | | wd | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| will | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | wd | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| will | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | wd | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| will | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | | wd | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| will | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | | | wd | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| will | 0 | 0 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | wd | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 |
| will | 0 | 1 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | | wd | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| will | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 | | | wd | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| will | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | | | wd | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| will | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | wd | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| will | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 0 | 3 | 1 | | | wd | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| will | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | | | wd | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| will | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | | | wd | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| will | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | wd | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| will | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | wd | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| will | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | | | wd | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| will | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | | | wd | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | wd | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | wd | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | wd | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | wd | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | wd | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |

Appendice VII: dati raccolti dal confronto per la varietà William tra i dati raccolti attraverso gli esperimenti di choice test con utilizzo di dischi fogliari e tra i dati raccolti attraverso gli esperimenti di choice test con impiego di foglie. Ogni valore rappresenta il numero di individui adulti presenti su una foglia (valori riportati nella tabella di sinistra) o su un disco (valori riportati nella tabella di destra) durante uno dei conteggi effettuati ogni 5 min. per 60 minuti consecutivi.

| Data (gg/mm/aa) | Temp. aria a 2m (°C) | | | Pioggia (mm) | Umidità rel. a 2m (%) | |
|-----------------|----------------------|------|------|--------------|-----------------------|-----|
| | med | min | max | tot | min | max |
| 21/05/07 | 21.4 | 12.7 | 28.7 | 0.0 | 45 | 100 |
| 22/05/07 | 23.4 | 13.7 | 32.9 | 0.0 | 38 | 99 |
| 23/05/07 | 25.3 | 18.4 | 31.9 | 0.0 | 37 | 93 |
| 24/05/07 | 24.4 | 16.6 | 33.1 | 0.0 | 36 | 97 |
| 25/05/07 | 24.4 | 14.3 | 32.9 | 0.0 | 35 | 99 |
| 26/05/07 | 21.8 | 16.9 | 29.5 | 29.6 | 65 | 100 |
| 27/05/07 | 19.0 | 15.1 | 26.1 | 3.2 | 58 | 100 |
| 28/05/07 | 15.9 | 12.5 | 24.3 | 2.6 | 57 | 100 |
| 29/05/07 | 15.0 | 11.9 | 19.4 | 0.0 | 50 | 100 |
| 30/05/07 | 16.3 | 10.6 | 21.7 | 0.4 | 46 | 93 |
| 31/05/07 | 18.1 | 12.3 | 24.0 | 0.0 | 44 | 92 |
| 01/06/07 | 17.6 | 13.2 | 21.7 | 0.0 | 55 | 97 |
| 02/06/07 | 16.6 | 13.0 | 21.0 | 16.8 | 65 | 100 |
| 03/06/07 | 19.6 | 14.6 | 25.3 | 0.0 | 50 | 99 |
| 04/06/07 | 20.5 | 14.0 | 27.3 | 19.2 | 54 | 100 |
| 05/06/07 | 21.2 | 17.1 | 25.7 | 0.0 | 52 | 90 |
| 06/06/07 | 19.7 | 17.9 | 21.8 | 1.6 | 76 | 94 |
| 07/06/07 | 18.8 | 16.1 | 22.2 | 16.2 | 75 | 99 |
| 08/06/07 | 21.2 | 16.7 | 26.4 | 1.2 | 49 | 97 |
| 09/06/07 | 22.4 | 16.3 | 28.6 | 0.0 | 43 | 97 |
| 10/06/07 | 23.2 | 15.0 | 31.2 | 0.0 | 38 | 100 |
| 11/06/07 | 22.0 | 16.9 | 28.1 | 19.6 | 58 | 100 |
| 12/06/07 | 20.0 | 16.3 | 26.0 | 0.2 | 61 | 100 |
| 13/06/07 | 22.2 | 16.6 | 29.0 | 0.4 | 49 | 100 |
| 14/06/07 | 23.0 | 17.9 | 29.0 | 0.2 | 52 | 99 |
| 15/06/07 | 23.0 | 16.5 | 30.4 | 0.0 | 48 | 99 |
| 16/06/07 | 21.7 | 14.7 | 30.0 | 0.2 | 41 | 99 |
| 17/06/07 | 21.9 | 13.1 | 29.7 | 0.0 | 45 | 100 |
| 18/06/07 | 23.0 | 15.7 | 28.8 | 0.0 | 48 | 99 |
| 19/06/07 | 24.7 | 18.6 | 31.0 | 0.0 | 50 | 99 |
| 20/06/07 | 25.4 | 20.0 | 31.7 | 0.0 | 50 | 99 |
| 21/06/07 | 26.7 | 19.7 | 33.6 | 0.0 | 42 | 94 |
| 22/06/07 | 23.5 | 16.2 | 30.8 | 0.0 | 43 | 98 |
| 23/06/07 | 23.2 | 13.4 | 31.8 | 0.0 | 31 | 96 |
| 24/06/07 | 22.8 | 13.7 | 31.2 | 0.0 | 35 | 94 |
| 25/06/07 | 25.1 | 18.8 | 32.5 | 0.0 | 42 | 90 |
| 26/06/07 | 21.6 | 11.4 | 29.2 | 0.0 | 27 | 90 |
| 27/06/07 | 18.6 | 10.5 | 27.7 | 7.2 | 40 | 98 |
| 28/06/07 | 20.2 | 14.2 | 27.8 | 0.0 | 43 | 100 |
| 29/06/07 | 22.0 | 16.3 | 27.4 | 0.0 | 51 | 99 |
| 30/06/07 | 22.2 | 16.6 | 28.0 | 0.0 | 50 | 98 |
| 01/07/07 | 23.5 | 17.5 | 29.6 | 0.0 | 48 | 99 |

| | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|----|-----|
| 02/07/07 | 22.8 | 17.1 | 29.6 | 9.2 | 42 | 99 |
| 03/07/07 | 21.9 | 15.8 | 28.7 | 0.0 | 44 | 98 |
| 04/07/07 | 20.5 | 13.0 | 29.7 | 0.6 | 32 | 96 |
| 05/07/07 | 19.4 | 9.7 | 27.7 | 0.0 | 24 | 95 |
| 06/07/07 | 21.4 | 11.0 | 30.5 | 0.0 | 27 | 100 |
| 07/07/07 | 23.1 | 14.6 | 32.3 | 0.0 | 36 | 99 |
| 08/07/07 | 24.5 | 18.1 | 31.0 | 0.0 | 49 | 98 |
| 09/07/07 | 24.4 | 16.8 | 30.1 | 0.0 | 42 | 99 |
| 10/07/07 | 21.0 | 15.1 | 26.4 | 0.8 | 32 | 91 |
| 11/07/07 | 18.5 | 12.2 | 25.3 | 1.8 | 33 | 88 |
| 12/07/07 | 20.4 | 10.8 | 28.5 | 0.0 | 28 | 94 |
| 13/07/07 | 22.5 | 16.2 | 30.3 | 0.0 | 37 | 91 |
| 14/07/07 | 24.4 | 17.4 | 33.7 | 0.0 | 28 | 90 |
| 15/07/07 | 25.5 | 18.0 | 33.3 | 0.0 | 39 | 91 |
| 16/07/07 | 25.9 | 15.8 | 34.6 | 0.0 | 32 | 97 |
| 17/07/07 | 27.2 | 20.1 | 36.1 | 0.0 | 27 | 99 |
| 18/07/07 | 26.8 | 17.2 | 36.5 | 0.0 | 34 | 99 |
| 19/07/07 | 27.7 | 19.5 | 37.1 | 0.0 | 27 | 93 |
| 20/08/2007 | 20,2 | 15,7 | 25,5 | 0,4 | 49 | 89 |
| 21/08/2007 | 17,9 | 11,4 | 24,7 | 3,2 | 42 | 99 |
| 22/08/2007 | 20,4 | 14,7 | 27,2 | 1,6 | 47 | 98 |
| 23/08/2007 | 19,4 | 14,9 | 23,3 | 9,4 | 74 | 100 |
| 24/08/2007 | >> | >> | >> | 0,2 | 75 | 100 |
| 25/08/2007 | >> | >> | >> | 0,2 | 40 | 100 |
| 26/08/2007 | >> | >> | >> | 0 | 38 | 100 |
| 27/08/2007 | >> | >> | >> | 0 | 31 | 96 |
| 28/08/2007 | 24,8 | 16,3 | 33,1 | 6,8 | 35 | 99 |
| 29/08/2007 | 24,3 | 18,6 | 30,9 | 0 | 46 | 98 |
| 30/08/2007 | 23,5 | 18,6 | 29,9 | 0,2 | 63 | 99 |
| 31/08/2007 | 19,2 | 16,8 | 23,7 | 11,4 | 54 | 96 |
| 01/09/2007 | 20,7 | 15,4 | 27,6 | 0 | 37 | 89 |
| 02/09/2007 | 20,6 | 14,2 | 26,4 | 0 | 41 | 97 |
| 03/09/2007 | 20,5 | 12,3 | 28,5 | 0 | 39 | 98 |
| 04/09/2007 | 17,3 | 11,3 | 21,1 | 16,8 | 51 | 97 |
| 05/09/2007 | 14,4 | 7,2 | 22,7 | 0 | 28 | 97 |
| 06/09/2007 | 15,7 | 10,3 | 22,8 | 0 | 33 | 89 |
| 07/09/2007 | 16,5 | 7,6 | 26,1 | 0 | 37 | 100 |
| 08/09/2007 | 19,1 | 13,5 | 26,9 | 0 | 40 | 99 |
| 09/09/2007 | 20,3 | 14,7 | 27,4 | 0 | 43 | 98 |
| 10/09/2007 | 20,8 | 16,5 | 26,4 | 0 | 51 | 97 |
| 11/09/2007 | 19,7 | 13,2 | 26,2 | 0 | 40 | 91 |
| 12/09/2007 | 19,1 | 13,1 | 26,7 | 0 | 35 | 90 |
| 13/09/2007 | 18,6 | 12,7 | 26,8 | 0 | 40 | 95 |
| 14/09/2007 | 19,4 | 11,6 | 27,9 | 0 | 36 | 98 |
| 15/09/2007 | 20,3 | 13,5 | 28 | 0 | 42 | 96 |

Appendice IX: dati forniti dal Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio, Servizio Centro Meteorologico di Teolo Stazione di Sant' Apollinare (Rovigo). Valori giornalieri nel periodo 21/05/2007 - 15/09/2007.

| Data (gg/mm/aa) | Temp. aria a 2m (°C) | | | Pioggia (mm) | Umidità rel. a 2m (%) | |
|--------------------|----------------------------|------|------|-----------------|-----------------------------|-----|
| | med | min | max | tot | min | max |
| 18/03/08 | 8.4 | 5.1 | 12.1 | 0.8 | 71 | 100 |
| 19/03/08 | 7.5 | 2.6 | 12.6 | 0.0 | 30 | 92 |
| 20/03/08 | 6.9 | 1.4 | 12.9 | 0.0 | 19 | 82 |
| 21/03/08 | 6.7 | -1.6 | 13.7 | 0.0 | 37 | 81 |
| 22/03/08 | 8.3 | 4.3 | 13.5 | 0.4 | 48 | 99 |
| 23/03/08 | 6.1 | 2.6 | 10.8 | 8.0 | 77 | 100 |
| 24/03/08 | 5.7 | 2.3 | 9.0 | 1.0 | 64 | 100 |
| 25/03/08 | 5.9 | -0.5 | 12.2 | 0.0 | 30 | 94 |
| 26/03/08 | 7.7 | 1.0 | 13.9 | 0.0 | 41 | 97 |
| 27/03/08 | 8.1 | 7.1 | 9.3 | 2.8 | 79 | 100 |
| 28/03/08 | 9.8 | 5.1 | 14.3 | 0.2 | 55 | 90 |
| 29/03/08 | 10.2 | 2.1 | 18.4 | 0.0 | 44 | 100 |
| 30/03/08 | 11.8 | 5.1 | 19.3 | 0.0 | 40 | 99 |
| 31/03/08 | 11.7 | 6.8 | 17.7 | 0.0 | 53 | 100 |
| 01/04/08 | 13.1 | 4.1 | 22.8 | 0.0 | 34 | 99 |
| 02/04/08 | 12.4 | 5.6 | 19.9 | 0.8 | 46 | 94 |
| 03/04/08 | 9.2 | 2.4 | 17.1 | 1.0 | 44 | 100 |
| 04/04/08 | 11.3 | 5.3 | 17.6 | 0.0 | 27 | 87 |
| 05/04/08 | 9.4 | 1.2 | 17.6 | 0.0 | 32 | 98 |
| 06/04/08 | 9.8 | 1.7 | 14.7 | 0.0 | 48 | 93 |
| 07/04/08 | 12.8 | 5.0 | 20.4 | 0.0 | 29 | 94 |
| 08/04/08 | 9.5 | 4.7 | 11.3 | 3.8 | 61 | 100 |
| 09/04/08 | 11.9 | 6.2 | 16.9 | 4.0 | 59 | 100 |
| 10/04/08 | 12.9 | 10.8 | 15.9 | 2.4 | 81 | 100 |
| 11/04/08 | 14.5 | 11.6 | 19.2 | 0.0 | 77 | 99 |
| 12/04/08 | 12.0 | 7.6 | 17.1 | 1.8 | 62 | 100 |
| 13/04/08 | 10.8 | 7.4 | 14.8 | 0.0 | 70 | 100 |
| 14/04/08 | 10.8 | 4.5 | 17.6 | 4.8 | 59 | 100 |
| 15/04/08 | 10.1 | 8.8 | 14.5 | 1.6 | 71 | 100 |
| 16/04/08 | 12.7 | 8.1 | 19.7 | 0.2 | 33 | 98 |
| 17/04/08 | 12.5 | 7.5 | 18.3 | 3.4 | 41 | 97 |
| 18/04/08 | 13.2 | 10.5 | 16.4 | 6.2 | 71 | 100 |
| 19/04/08 | 14.8 | 9.3 | 20.5 | 1.8 | 52 | 100 |
| 20/04/08 | 14.7 | 6.4 | 21.9 | 0.0 | 37 | 99 |
| 21/04/08 | 12.5 | 9.0 | 15.9 | 11.0 | 79 | 100 |
| 22/04/08 | 12.9 | 10.1 | 18.5 | 1.8 | 65 | 100 |
| 23/04/08 | 14.2 | 7.5 | 19.9 | 0.2 | 65 | 100 |
| 24/04/08 | 15.3 | 9.0 | 20.9 | 0.0 | 42 | 98 |
| 25/04/08 | 14.7 | 6.2 | 22.9 | 0.0 | 38 | 100 |
| 26/04/08 | 14.8 | 8.6 | 21.1 | 0.0 | 28 | 100 |
| 27/04/08 | 16.1 | 9.3 | 21.8 | 0.0 | 27 | 80 |
| 28/04/08 | 15.8 | 6.4 | 23.5 | 0.0 | 22 | 99 |
| 29/04/08 | 13.6 | 10.7 | 16.8 | 2.0 | 57 | 97 |
| 30/04/08 | 15.1 | 10.2 | 20.8 | 0.0 | 40 | 99 |
| 01/05/08 | 15.8 | 7.8 | 22.9 | 0.0 | 41 | 100 |
| 02/05/08 | 16.8 | 11.2 | 24.3 | >> | 35 | 98 |

| | | | | | | |
|----------|------|------|------|------|----|-----|
| 03/05/08 | 17.7 | 9.9 | 26.1 | 0.0 | 34 | 100 |
| 04/05/08 | 17.7 | 12.1 | 23.3 | 0.0 | 35 | 94 |
| 05/05/08 | 14.7 | 9.1 | 18.1 | 0.4 | 43 | 92 |
| 06/05/08 | 15.8 | 7.2 | 23.3 | 0.0 | 34 | 90 |
| 07/05/08 | 17.2 | 9.4 | 23.2 | 0.2 | 33 | 90 |
| 08/05/08 | 16.2 | 8.1 | 24.5 | 0.0 | 34 | 100 |
| 09/05/08 | 18.1 | 9.9 | 26.0 | 0.0 | 29 | 99 |
| 10/05/08 | 18.8 | 12.6 | 25.2 | 0.0 | 34 | 91 |
| 11/05/08 | 18.1 | 9.4 | 24.3 | 0.0 | 31 | 85 |
| 12/05/08 | 17.0 | 8.8 | 24.5 | 0.0 | 35 | 90 |
| 13/05/08 | 18.0 | 9.7 | 25.4 | 0.0 | 28 | 89 |
| 14/05/08 | 19.8 | 12.3 | 27.1 | 0.0 | 33 | 92 |
| 15/05/08 | 18.4 | 9.6 | 27.6 | 1.0 | 38 | 99 |
| 16/05/08 | 18.2 | 11.3 | 25.3 | 2.2 | 43 | 99 |
| 17/05/08 | 18.1 | 16.1 | 21.3 | 5.0 | 72 | 99 |
| 18/05/08 | 15.9 | 12.8 | 17.6 | 32.0 | 90 | 100 |
| 19/05/08 | 16.6 | 12.3 | 21.6 | 2.0 | 66 | 99 |
| 20/05/08 | 16.1 | 14.8 | 17.8 | 28.4 | 84 | 99 |
| 21/05/08 | 17.1 | 13.3 | 22.1 | 0.2 | 58 | 99 |
| 22/05/08 | 17.7 | 11.3 | 23.5 | 8.2 | 55 | 99 |
| 23/05/08 | 18.3 | 13.7 | 24.6 | 0.6 | 59 | 99 |
| 24/05/08 | 19.4 | 14.8 | 24.6 | 0.2 | 60 | 99 |
| 25/05/08 | 20.2 | 16.1 | 25.0 | 0.0 | 58 | 99 |
| 26/05/08 | 19.9 | 14.8 | 25.1 | 0.0 | 56 | 99 |
| 27/05/08 | 21.7 | 15.2 | 28.0 | 0.2 | 45 | 99 |
| 28/05/08 | 22.8 | 15.6 | 29.0 | 0.2 | 62 | 99 |
| 29/05/08 | 22.0 | 18.0 | 27.5 | 3.2 | 55 | 99 |
| 30/05/08 | 20.5 | 14.6 | 25.9 | 0.2 | 57 | 99 |
| 31/05/08 | 20.3 | 13.4 | 26.7 | 0.0 | 50 | 99 |
| 01/06/08 | 21.3 | 14.7 | 27.9 | 0.0 | 46 | 99 |
| 02/06/08 | 21.4 | 14.9 | 27.5 | 0.0 | 59 | 99 |
| 03/06/08 | 21.1 | 14.0 | 27.5 | 0.0 | 44 | 99 |
| 04/06/08 | 18.8 | 17.1 | 21.0 | 2.4 | 80 | 99 |
| 05/06/08 | 18.6 | 14.9 | 23.5 | 4.8 | 64 | 99 |
| 06/06/08 | 17.9 | 14.4 | 23.1 | 7.8 | 74 | 99 |
| 07/06/08 | 20.2 | 16.2 | 25.2 | 0.0 | 60 | 99 |
| 08/06/08 | 20.9 | 16.9 | 25.3 | 0.2 | 54 | 99 |
| 09/06/08 | 20.8 | 15.2 | 26.5 | 0.0 | 55 | 99 |
| 10/06/08 | 21.8 | 14.2 | 29.2 | 0.0 | 46 | 99 |
| 11/06/08 | 22.4 | 15.2 | 29.7 | 3.8 | 47 | 99 |
| 12/06/08 | 19.3 | 16.3 | 23.3 | 10.0 | 65 | 99 |
| 13/06/08 | 18.0 | 14.2 | 21.2 | 0.0 | 72 | 99 |
| 14/06/08 | 13.4 | 9.5 | 18.0 | 36.4 | 54 | 100 |
| 15/06/08 | 15.7 | 6.8 | 21.9 | 0.0 | 48 | 100 |
| 16/06/08 | 17.2 | 14.7 | 21.6 | 1.2 | 72 | 98 |
| 17/06/08 | 21.0 | 15.7 | 28.5 | 41.4 | 51 | 99 |
| 18/06/08 | 20.0 | 15.6 | 26.8 | 12.6 | 52 | 100 |
| 19/06/08 | 22.2 | 13.6 | 31.1 | 0.0 | 47 | 99 |
| 20/06/08 | 23.7 | 15.9 | 31.4 | 0.0 | 49 | 99 |
| 21/06/08 | 24.8 | 17.2 | 31.5 | 0.0 | 50 | 99 |
| 22/06/08 | 25.0 | 16.9 | 32.5 | 0.0 | 46 | 99 |

| | | | | | | |
|----------|------|------|------|------|----|-----|
| 23/06/08 | 26.5 | 17.7 | 35.8 | 0.0 | 39 | 99 |
| 24/06/08 | 27.0 | 20.4 | 34.2 | 0.0 | 46 | 99 |
| 25/06/08 | 26.8 | 20.0 | 34.8 | 0.0 | 49 | 99 |
| 26/06/08 | 26.9 | 20.3 | 33.5 | 0.0 | 57 | 99 |
| 27/06/08 | 26.6 | 20.8 | 31.6 | 0.0 | 52 | 99 |
| 28/06/08 | 25.3 | 20.1 | 30.4 | 16.8 | 55 | 99 |
| 29/06/08 | 25.5 | 18.3 | 32.3 | 0.0 | 49 | 99 |
| 30/06/08 | 26.4 | 21.0 | 33.4 | 0.0 | 45 | 99 |
| 01/07/08 | 25.2 | 20.4 | 31.1 | 3.0 | 52 | 99 |
| 02/07/08 | 25.8 | 18.4 | 32.8 | 0.0 | 43 | 99 |
| 03/07/08 | 26.1 | 20.0 | 33.1 | 0.0 | 43 | 99 |
| 04/07/08 | 25.6 | 17.4 | 32.2 | 0.0 | 44 | 99 |
| 05/07/08 | 25.3 | 20.1 | 32.0 | 0.0 | 45 | 99 |
| 06/07/08 | 25.1 | 20.0 | 30.7 | 0.4 | 56 | 99 |
| 07/07/08 | 24.9 | 18.2 | 33.5 | 0.0 | 40 | 99 |
| 08/07/08 | 22.2 | 15.8 | 28.3 | 0.0 | 44 | 99 |
| 09/07/08 | 23.0 | 16.8 | 30.6 | 0.0 | 42 | 99 |
| 10/07/08 | 24.2 | 17.0 | 30.9 | 0.0 | 51 | 99 |
| 11/07/08 | 25.4 | 19.2 | 30.9 | 0.0 | 56 | 99 |
| 12/07/08 | 26.4 | 21.0 | 34.4 | 0.0 | 39 | 99 |
| 13/07/08 | 26.1 | 20.1 | 33.2 | 0.0 | 37 | 97 |
| 14/07/08 | 21.1 | 14.6 | 26.6 | 0.0 | 41 | 99 |
| 15/07/08 | 21.4 | 12.5 | 30.2 | 0.0 | 30 | 99 |
| 16/07/08 | 23.2 | 12.9 | 31.9 | 0.0 | 31 | 99 |
| 17/07/08 | 24.3 | 16.9 | 30.9 | 0.0 | 36 | 91 |
| 18/07/08 | 19.7 | 17.0 | 23.0 | 12.4 | 69 | 99 |
| 19/07/08 | 22.7 | 15.5 | 30.3 | 0.0 | 47 | 99 |
| 20/07/08 | 24.1 | 17.0 | 30.4 | 0.0 | 52 | 99 |
| 21/07/08 | 22.7 | 18.5 | 26.5 | 0.0 | 63 | 99 |
| 22/07/08 | 20.6 | 13.4 | 25.7 | 0.0 | 38 | 91 |
| 23/07/08 | 20.4 | 10.8 | 29.1 | 0.0 | 26 | 100 |
| 24/07/08 | 22.0 | 12.0 | 30.3 | 0.0 | 30 | 99 |
| 25/07/08 | 23.6 | 13.8 | 32.3 | 0.0 | 36 | 99 |
| 26/07/08 | 24.7 | 17.3 | 32.0 | 0.0 | 43 | 99 |
| 27/07/08 | 24.5 | 18.8 | 30.8 | 0.4 | 47 | 99 |

| | | | | | | |
|----------|------|------|------|------|----|-----|
| 28/07/08 | 25.4 | 18.5 | 32.3 | 0.0 | 42 | 99 |
| 29/07/08 | 25.3 | 16.8 | 33.4 | 0.0 | 35 | 99 |
| 30/07/08 | 26.4 | 18.3 | 34.5 | 0.0 | 41 | 99 |
| 31/07/08 | 25.2 | 19.6 | 32.8 | 5.0 | 40 | 99 |
| 01/08/08 | 26.7 | 18.9 | 33.7 | 0.0 | 46 | 99 |
| 02/08/08 | 26.2 | 18.7 | 33.5 | 0.0 | 43 | 99 |
| 03/08/08 | >> | >> | >> | 0.0 | >> | >> |
| 04/08/08 | >> | >> | >> | 0.0 | >> | >> |
| 05/08/08 | 27.1 | 19.9 | 34.5 | 0.0 | 43 | 99 |
| 06/08/08 | 26.4 | 22.1 | 31.9 | 0.0 | 57 | 99 |
| 07/08/08 | 25.7 | 20.2 | 33.0 | 6.4 | 47 | 99 |
| 08/08/08 | 25.5 | 17.4 | 33.9 | 1.0 | 48 | 99 |
| 09/08/08 | 22.1 | 15.0 | 30.0 | 0.0 | 33 | 99 |
| 10/08/08 | 23.1 | 15.4 | 30.6 | 0.0 | 42 | 99 |
| 11/08/08 | 24.7 | 18.0 | 32.6 | 0.0 | 43 | 96 |
| 12/08/08 | 25.1 | 18.4 | 33.1 | 0.0 | 37 | 99 |
| 13/08/08 | 26.4 | 18.3 | 33.2 | 0.0 | 42 | 99 |
| 14/08/08 | 26.4 | 20.4 | 33.3 | 0.0 | 40 | 99 |
| 15/08/08 | 22.7 | 17.5 | 32.1 | 13.6 | 45 | 99 |
| 16/08/08 | 20.4 | 15.7 | 27.1 | 3.6 | 38 | 99 |
| 17/08/08 | 21.5 | 16.7 | 27.6 | 0.0 | 47 | 96 |
| 18/08/08 | 22.0 | 15.7 | 29.5 | 0.0 | 48 | 99 |
| 19/08/08 | 23.7 | 17.3 | 31.2 | 0.0 | 42 | 99 |
| 20/08/08 | 24.7 | 17.5 | 32.3 | 0.6 | 33 | 99 |
| 21/08/08 | 24.5 | 18.5 | 31.1 | 0.0 | 44 | 99 |
| 22/08/08 | 25.0 | 17.8 | 32.8 | 0.0 | 39 | 99 |
| 23/08/08 | 23.6 | 15.6 | 31.5 | 0.0 | 28 | 99 |
| 24/08/08 | 21.3 | 14.4 | 27.4 | 0.0 | 33 | 86 |
| 25/08/08 | 20.9 | 12.9 | 28.7 | 0.0 | 38 | 99 |
| 26/08/08 | 22.0 | 13.3 | 30.2 | 0.0 | 30 | 100 |
| 27/08/08 | 23.0 | 15.7 | 29.9 | 0.0 | 37 | 99 |
| 28/08/08 | 23.5 | 16.0 | 30.7 | 0.0 | 34 | 88 |
| 29/08/08 | 23.8 | 15.4 | 33.4 | 0.0 | 32 | 98 |
| 30/08/08 | 24.2 | 15.6 | 32.1 | 0.0 | 40 | 99 |

Appendice XI: dati forniti dal: Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Servizio Centro Meteorologico di Teolo Stazione Sant' Apollinare (Rovigo). Valori giornalieri nel periodo 18/03/2008 - 16/05/2008

Ringraziamenti

Un sentito ringraziamento lo rivolgo a tutte quelle persone con le quali ho percorso questo lungo cammino di studio e ricerca. In particolare ringrazio la Dott.ssa Marilena Leis per l'infinita pazienza nell'ascoltare le mie idee e perplessità, Stefano per la collaborazione preziosa ricevuta per realizzare parte del mio studio oltre che per la pazienza nell'ascoltare le mie chiacchiere, il Prof. Gilberto Grandi per i preziosi consigli e suggerimenti per affinare le mie tecniche di lavoro, ed alla Dott. ssa Milvia Chicca per la grande disponibilità nel metter a disposizione sempre la sua grande esperienza nel campo della ricerca scientifica. Un ringraziamento lo desidero rivolgere anche ad Enrico per la sua disponibilità nell'aiutarmi a "riordinare" i dati e Greta, compagna di viaggio e di reciproci incoraggiamenti.

Ferrara, Gennaio 2009.

