



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse Naturali e Ambiente

CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN SCIENZE E TECNOLOGIE AGRARIE

CONFUSIONE SESSUALE VIBRAZIONALE CONTRO LE CICALINE DELLA VITE

Relatore: Prof. Carlo Duso

Laureando: Dal Cero Stefano

Matricola: 2007819

ANNO ACCADEMICO 2022-2023

INDICE

1. RIASSUNTO	pag. 3
2. ABSTRACT	pag. 3
3. INTRODUZIONE	pag. 4
4. BIOLOGIA DELLE CICALINE	pag. 4
4.1 EMPOASCA VITIS	pag. 4
4.2 ERASMONEURA VULNERATA	pag. 6
4.3 SCAPHOIDEUS TITANUS	pag. 7
5. IL CONTROLLO DELLE CICALINE	pag. 8
6. LA CONFUSIONE SESSUALE VIBRAZIONALE	pag.11
7. CONCLUSIONI	pag. 15
8. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	pag. 16

1. RIASSUNTO

Nel presente lavoro sono considerate tre importanti cicaline della vite: *Empoasca vitis*, *Erasmoneura vulnerata* e *Scaphoideus titanus*. Sono stati illustrati i sintomi causati all'apparato fogliare e le possibili strategie di lotta. È stato poi preso in considerazione l'utilizzo della confusione sessuale vibrazionale, recentemente studiata per limitare la diffusione delle cicaline. Grazie a questa tecnica innovativa si è visto che le popolazioni di *S. titanus* in campo sono diminuite mediante l'immissione nel vigneto di vibrazioni, ad una frequenza precisa, per mezzo di un agitatore elettromagnetico. Queste vibrazioni vanno ad ostacolare la riproduzione sessuale delle cicaline, in particolare alterando il corteggiamento, con una conseguente riduzione della fecondazione.

2. ABSTRACT

In this work, some aspects of the biology and the control of grapevine leafhoppers (*Empoasca vitis*, *Erasmoneura vulnerata* and *Scaphoideus titanus*) are reported. A control method, alternative to chemical control, i.e., the vibrational sexual disruption is described.

3. INTRODUZIONE

Le cicaline della vite sono emitters fitofagi, ovvero insetti che si nutrono dei succhi cellulari o della linfa della pianta grazie all'apparato boccale pungente-succhiante. Le tre principali specie che colpiscono la vite sono *Empoasca vitis*, *Erasmoneura vulnerata* e *Scaphoideus titanus*. Queste specie causano alterazioni fogliari differenti: accartocciamento fogliare e alterazioni cromatiche per *E. vitis*, decolorizzazione per *E. vulnerata*, sintomi lievi di accartocciamento fogliare per *S. titanus*; tuttavia, *S. titanus* risulta la specie più dannosa in quanto può trasmettere il fitoplasma associato a Flavescenza dorata. Tali danni possono essere limitati con una corretta gestione del vigneto mediante precise tecniche agronomiche, un attento monitoraggio delle specie presenti in campo e, in caso necessario, un efficace utilizzo di prodotti fitosanitari.

4. BIOLOGIA DELLE CICALINE

4.1 EMPOASCA VITIS

Empoasca vitis, chiamata anche cicalina verde della vite, è un emittente cicadomorfo diffuso soprattutto in Italia settentrionale, Svizzera, Austria, Francia e Germania (Vidano et al., 1988). È una specie polifaga che vive principalmente sulla vite ma attacca anche pomacee e actinidia. Sverna come adulto nelle chiome di conifere (pini, ginepri) e latifoglie a foglia persistente (es. rovo) e nella primavera le femmine migrano nei vigneti per deporre le uova all'interno delle foglie. In questo periodo trova foglie giovani e tenere, ambiente ideale per la deposizione che avviene dentro i tessuti della foglia nella pagina inferiore in prossimità della nervatura centrale (Vidano et al., 1988). Ogni femmina depone dalle 15 alle 20 uova dalle quali nasceranno entro fine maggio le neanidi che concluderanno il ciclo a giugno. Questa prima generazione non causa danni rilevanti dal punto di vista economico ma è fondamentale riconoscerla. La seconda generazione sviluppa tra giugno e luglio ed è la più pericolosa perché provoca importanti decolorazioni fogliari e disseccamenti che vanno a ridurre la traslocazione della linfa floematica e quindi l'accumulo di zuccheri nel grappolo (Baillod et al., 1993). Successivamente a questa seconda generazione si assiste ad una terza generazione (tra agosto e settembre) e in particolari stagioni con clima molto caldo e favorevole allo sviluppo della specie anche ad

una quarta generazione (Fornasiero, Tesi di Dottorato di Ricerca, Università degli studi di Padova, 2009). Il danno maggiore da parte di questa cicalina è causato soprattutto dalle forme giovanili.



Figura 1: adulto di Empoasca vitis (fonte: Duso C.)

4.2 ERASMONEURA VULNERATA

Erasmoneura vulnerata o cicalina maculata della vite è di origine americana, ritrovata per la prima volta in Veneto e successivamente anche in Trentino Alto-Adige, Friuli-Venezia Giulia ed Emilia-Romagna (Duso et al., 2008). Passa l'inverno come femmina adulta nella chioma di sempreverdi, negli anfratti della corteccia, nei residui fogliari e nei ripari artificiali quali tettoie e casolari. Nel mese di maggio, quando le condizioni ambientali diventano favorevoli e nel vigneto è in corso l'accrescimento del germoglio, la cicalina si sposta nei vigneti dove andrà a deporre le uova. Questo cicadellide, a differenza della cicalina verde, depone le proprie uova in prossimità delle nervature secondarie e non di quella centrale (Duso et al., 2005), inoltre le neanidi di prima età preferiscono la pagina fogliare inferiore mentre le ninfe e gli adulti prediligono la pagina fogliare superiore. *E. vulnerata* è una specie mesofillomiza e si nutre quindi esclusivamente del mesofillo fogliare, inoltre rilascia escrementi puntiformi di colore nero sulla pagina inferiore della foglia. Questo cicadellide compie tre generazioni all'anno da maggio a settembre; dalle uova deposte in primavera nascono le neanidi di prima età che diventeranno ninfe e poi adulti entro metà giugno. Le neanidi invece di seconda e terza generazione si ritrovano sulle foglie rispettivamente nel mese di luglio e da metà agosto fino a settembre (Duso et al., 2008). I danni causati da questa specie portano ad una progressiva declorofillizzazione che provoca una riduzione della superficie fogliare fotosintetizzante con potenziali ripercussioni sulla qualità delle uve.



Figura 2: adulto di *Erasmoneura vulnerata* (fonte: Duso C.)

4.3 SCAPHOIDEUS TITANUS

Scaphoideus titanus è il cicadellide di origine americana noto per essere il vettore del fitoplasma della Flavescenza dorata (Caudwell, A., et al, 1970). Questa cicalina è stata segnalata per la prima volta in Francia, pochi anni dopo in Italia (precisamente in provincia di Imperia) (Vidano, 1964) soprattutto nelle regioni centro-settentrionali. *S. titanus* sverna come uovo, deposto dalle femmine adulte alla fine dell'estate dell'anno precedente, nel ritidoma dei tralci di due anni (Vidano, 1966). Le uova iniziano a schiudere a maggio, in modo scalare, per diverse settimane. Le forme giovanili (2 neanidi e 3 ninfe) diventano adulti in circa 5-6 settimane. Nonostante sia una specie monovoltina, la scalarità della schiusura delle uova porta ad un potenziale rischio di infezione per tutta l'estate con la presenza di adulti fino all'autunno. Quando le condizioni ambientali iniziano a peggiorare, le femmine adulte depongono decine di uova singolarmente o a gruppi (Schvester et al., 1962b) all'interno del ritidoma del tralcio di due anni dove rimangono fino alla primavera dell'anno successivo (Bagnoli B., Gargani E., 2011).



Figura 3: adulto di *Scaphoideus titanus* (fonte: Duso C.)

I danni provocati alla vite dalla Flavescenza dorata sono molteplici: accartocciamento fogliare, ingiallimento o arrossamento dell'apparato fogliare, mancata maturazione dei tralci, colatura dei fiori e mancata produzione di bacche sane (Dermastia M. et al., 2017). Tutto questo porta ad una diminuzione della quantità e della qualità del prodotto per poi degenerare provocando la morte della pianta.



Figura 4: Sintomi su apparato fogliare di giovane barbatella di vite (Fonte: Dal Cero S.)

5. IL CONTROLLO DELLE CICALINE

Una volta acquisita la sintomatologia su foglie e germogli dovuti all'attacco delle cicaline, si devono conoscere le misure per limitare tali danni e salvaguardare la coltura di nostro interesse. Innanzitutto, bisogna precisare che la lotta nei confronti di queste tre cicaline non è la stessa, pur trattandosi di insetti molto simili tra loro. Questa importante differenza è data dal fatto che la Flavescenza dorata (il principale vettore del fitoplasma è *S. titanus*) provoca danni economici ben superiori a quelli delle altre specie. A livello nazionale, la lotta allo *S. titanus* è regolata da un Decreto ministeriale (DM 32442 del 31/05/2000) che obbliga l'utilizzo di trattamenti insetticidi mirati al vettore del fitoplasma per contrastarne

la diffusione. Ciascuna regione poi, ogni anno per mezzo di un decreto, obbliga i viticoltori a compiere un numero preciso di trattamenti insetticidi entro finestre temporali attentamente individuate e fissate attraverso lo studio dello sviluppo della cicalina e delle fasi fenologiche della vite (fonte: Manuale di difesa integrata della vite, Reg. Veneto, 2021). Quindi il monitoraggio è fondamentale nella lotta allo *S. titanus* perché permette di rilevare la presenza o meno della cicalina, il livello di popolazione del fitofago in campo e soprattutto lo stadio di sviluppo del vettore (Gelmetti et al., 2019). Il monitoraggio si articola in due fasi temporali: la prima che si compie in primavera con l'osservazione delle forme giovanili e la seconda che si compie in estate con l'osservazione degli adulti. In primavera vanno osservate le neanidi e le ninfe che si trovano sulle foglie dei polloni basali. Questa prima fase è molto utile perché permette di rilevare la presenza o meno dell'insetto in pochissimo tempo, con un solo passaggio in vigneto da parte del tecnico o dell'operatore e senza l'ausilio di particolari materiali ed attrezzature (Gelmetti et al., 2019). La seconda fase, invece, prevede il controllo in estate degli adulti catturati su specifiche trappole cromotropiche adesive poste in vigneto oppure attraverso l'utilizzo dell'ombrello entomologico. Le trappole di colore giallo devono essere collocate all'interno della vegetazione in modo da favorire l'adesione da parte dei fitofagi e devono essere controllate settimanalmente con la conta degli adulti catturati mentre con l'ombrello entomologico si vanno a scuotere le viti per fare cadere gli adulti all'interno dello strumento. Da un'elaborazione statistica dei dati ottenuti con il monitoraggio (Gelmetti et al., 2019) è chiara la correlazione tra la presenza di forme giovanili osservate in primavera e di adulti catturati in estate. La lotta allo *S. titanus*, prima dell'intervento insetticida, prevede l'adozione di tecniche agronomiche come l'estirpo di tutte le viti che presentano sintomi di Flavescenza dorata e di tutte le viti inselvatichite alle bordure dei vigneti che sarebbero fonte d'inoculo per il vettore (fonte: manuale di difesa integrata della vite, reg. Veneto, 2021). Le pratiche agricole consigliate per contenere le condizioni favorevoli allo sviluppo dell'insetto sono un'equilibrata concimazione per non favorire un'eccessiva vigoria delle piante, una pronta potatura verde con sfoltimento della chioma e rimozione dei polloni basali e infine la lavorazione del sottofila per mantenerlo libero dalle infestanti. Quest'ultima tecnica è utile, in aggiunta ad uno sfalcio effettuato prima del trattamento insetticida, ad eliminare i fiori presenti nel vigneto che andrebbero ad attirare gli insetti pronubi (Mori et al., 2014). Infine, per avere un'efficacia maggiore, è fondamentale effettuare il trattamento nelle ore serali, in giornate non ventose e con elevati volumi di

acqua in modo tale da bagnare completamente l'intero apparato fogliare della vite comprendendo anche i polloni basali. In Veneto, la lotta chimica al vettore prevede due o tre trattamenti insetticidi rispettivamente per i vigneti coltivati in agricoltura convenzionale e in agricoltura biologica (fonte: decreto del direttore dell'unità organizzativa fitosanitario, reg. Veneto, 2023).

Per questa specie, a differenza della lotta contro altri insetti dannosi, non è prevista una soglia d'intervento e quindi, a partire dai dati raccolti a seguito del monitoraggio, si fissano i periodi specifici entro i quali si devono effettuare i trattamenti insetticidi. L'importanza di questa decisione è mirata a colpire, in un periodo specifico, determinate forme di sviluppo dell'insetto così da avere un'efficacia maggiore del trattamento. Solitamente questi periodi coincidono con la comparsa delle ninfe di IV età (da metà giugno) e la comparsa dei primi adulti a distanza di 8-10 giorni dal primo trattamento (fonte: decreto del direttore dell'unità organizzativa fitosanitario, reg. Veneto, 2023). In questo secondo caso i trattamenti sono indirizzati alle ninfe sopravvissute e agli adulti che diventano infettivi dopo circa 15 giorni dall'assunzione del fitoplasma (Pavan, 2005; Bressan et al., 2005; Alma et al., 2018). È fondamentale effettuare i trattamenti in modo corretto e nel periodo indicato in modo da avere un'elevata efficacia con una riduzione significativa del numero di adulti presenti in vigneto durante l'estate e il numero di uova svernanti (Lucchi et al., 2022).



Figura 5: trappola cromotropica adesiva gialla per monitoraggio cicaline in vigneto (foto Duso C.)

La dannosità di *E. vulnerata* ed *E. vitis* risulta spesso contenuta dal fatto che le due specie sono parassitizzate e predate da numerosi antagonisti naturali. Quindi l'uso di insetticidi è sconsigliato perché andrebbero ad alterare gli equilibri tra fitofagi e antagonisti naturali. I principali parassitoidi (Imenotteri Mymaridi) (Duso C., 2022) svernano negli stessi ambienti delle cicaline, in primavera colonizzano i vigneti per parassitizzare le uova delle cicaline e a fine estate tornano sulle piante sempreverdi per trascorrere l'inverno. Poiché questo sia possibile dev'essere presente un sito di svernamento (siepi, boschi) e deve essere limitato l'utilizzo di insetticidi (Fornasiero, 2009). Non sempre le popolazioni di cicaline sono mantenute entro certi limiti dall'attività antagonista dei predatori. Questa situazione si verifica in seconda generazione (Tirello P., 2021) quando è possibile effettuare un trattamento insetticida al superamento della soglia economica d'intervento che corrisponde ad 1-2 forme mobili per foglia (Girolami et al., 1989). Gli insetticidi più utilizzati nella lotta alle cicaline della vite sono a base di Tau-fluvalinate, Flupyradifurone (consentito 1 solo tratt./anno) e Etofenprox (consentito 1 solo tratt./anno). In aggiunta a queste sostanze di sintesi si possono utilizzare, per un massimo di 3 trattamenti all'anno, prodotti naturali a base di piretrine, e quindi consentiti in lotta biologica (fonte: LTDI reg Veneto_ difesa integrata, 2023). In alternativa al trattamento insetticida è riconosciuta un'azione efficace del caolino soprattutto contro le forme giovanili (Tacoli et al., 2017). Questo prodotto minerale è utilizzato perché presenta un'azione repellente nei confronti delle cicaline e provoca la morte delle forme giovanili.

6. LA CONFUSIONE SESSUALE VIBRAZIONALE

Nel corso degli ultimi anni la Commissione europea per mezzo del “Nuovo Regolamento Comunitario sull'Uso Sostenibile dei Prodotti Fitosanitari” chiede all'agricoltura di ridurre la quantità di insetticidi utilizzati in campo durante l'anno (fonte Agronotizie, 2022).

Inoltre, moltissimi principi attivi sono stati revocati e i pochi prodotti attualmente utilizzati nella difesa hanno subito un rigido controllo dal punto di vista tossicologico e ambientale prima di essere autorizzati. La previsione sull'utilizzo degli insetticidi contro i parassiti delle colture non è delle migliori e con il cambiamento climatico si prospettano attacchi insoliti e sconosciuti anche da parte di insetti che attualmente sono sotto controllo (Lucchi

et al, 2021). Tutto questo porta a studiare mezzi di lotta alternativi, come l'utilizzo della confusione sessuale vibrazionale (Mazzoni et al, 2009) (Polajnar et al., 2014).

È noto che gli insetti utilizzano la vista e l'olfatto per orientarsi e muoversi verso un organo specifico o una particolare pianta ospite (Hochkirch et al. 2006). Si è scoperto inoltre che un elevato numero di insetti (c.a. 150000 specie) che comprende anche le cicaline, utilizza messaggi sonori e vibrazionali che si propagano attraverso il substrato solido (Cocroft et al., 2005), per trasmettere e ricevere segnali (Claridge, 1985). Questi particolari segnali consentono alle cicaline l'identificazione, la localizzazione e soprattutto il corteggiamento di un altro individuo. Tutto questo ci potrebbe essere utile nel caso in cui conoscessimo la frequenza e l'intensità dei segnali per utilizzarli a sfavore dell'accoppiamento della specie provocando una minore diffusione degli insetti e quindi un minore rischio infettivo nel caso dei vettori. Negli ultimi decenni sono stati quindi studiati i segnali vibrazionali emessi durante la fase di accoppiamento da *S. titanus*, una specie che presenta una comunicazione unimodale (prima dell'accoppiamento sono presenti esclusivamente segnali vibrazionali) (Mazzoni et al. 2014). L'accoppiamento avviene a partire dal tardo pomeriggio (Mazzoni et al, 2009) ed è preceduto da una lunga fase di corteggiamento tra i partner durante la quale, attraverso i segnali vibrazionali, si instaura un duetto maschio-femmina. Durante questo lungo riconoscimento tra maschio e femmina, le frequenze, il tipo e la ripetitività dei segnali sono diversi (Polajnar et al., 2015). Si è scoperto infatti che esistono diverse forme di duetti tra maschio e femmina che si distinguono tra loro per il tipo di impulso emesso dal maschio (MP1, MP2) e il tempo trascorso tra un impulso femminile e il successivo impulso maschile. Sulla base di queste informazioni si possono quindi distinguere tre diverse tipologie di duetti: il duetto di identificazione, quello di localizzazione e quello di corteggiamento. Il maschio nel momento del corteggiamento si muove sopra le foglie in cerca di un partner emettendo dei segnali di richiamo costituiti da una serie regolare di MP1 ad intensità crescente (Mazzoni et al. 2014). A questi richiami maschili la femmina risponde, se si trova nelle vicinanze, con un segnale proprio che permette l'instaurazione del duetto di coppia detto duetto d'identificazione durante il quale il maschio emette segnali MP1 rallentati rispetto ai precedenti. Avvenuta l'identificazione, il maschio si sposta sulle foglie per avvicinarsi sempre di più alla femmina dando vita al duetto di localizzazione attraverso il quale il maschio deve trovare la foglia precisa su cui è adagiata la femmina. Per completare questa fase la forma maschile emette segnali MP1 intervallati da lunghe soste fino a quando non

arriva sulla stessa pagina fogliare della femmina. Una volta localizzata la femmina inizia la terza fase, il duetto di corteggiamento che si conclude con la copula (Mazzoni et al., 2009). A seguito degli studi effettuati si è pensato di utilizzare la confusione sessuale attraverso l'immissione di vibrazioni esterne che andassero ad abbassare il livello di riproduzione durante la fase del riconoscimento. Tuttavia, è possibile che l'interferenza vada ad alterare anche altre fasi del corteggiamento della specie, soprattutto nel caso di *S. titanus* che si sviluppa in modo scalare durante tutta l'estate, e si è quindi pensato di anticipare la confusione sessuale attraverso un segnale di disturbo. Infatti, oltre ai segnali vibrazionali all'interno della coppia, sono stati ritrovati anche segnali di disturbo (DN) emessi dal maschio per interrompere il duetto che si era creato tra una femmina e un altro maschio (Mazzoni et al., 2009). Questi segnali, che mascherano la risposta della femmina ai sensori del maschio in ascolto, hanno lo scopo di interrompere il duetto in atto per permettere al nuovo maschio di sostituire ed entrare nel duetto di corteggiamento al suo posto (Mazzoni et al., 2009). Con questi segnali di disturbo si sono fatte delle prove in laboratorio che hanno confermato l'uso efficiente ed efficace di segnali vibrazionali esterni, se effettuati ad una corretta frequenza e ripetitività, sull'interferenza e l'interruzione del duetto di coppia (Mazzoni et al., 2009). Successivamente tale esperimento è stato condotto su piante in vaso e infine su piante presenti in pieno campo dando ottimi risultati a favore di un'efficace interruzione della comunicazione di *S. titanus* soprattutto per le fasi di riconoscimento, localizzazione e corteggiamento (Eriksson et al., 2013). All'inizio, per avere una risposta certa dall'esperimento, si è fatta una prova su viti in pieno campo sulle quali erano state rilasciate coppie vergini di *S. titanus*. Con l'utilizzo di segnali vibrazionali esterni la percentuale di accoppiamenti è scesa al 4% rispetto all'80% degli accoppiamenti nel controllo (Eriksson et al., 2013).

In pieno campo è possibile immettere dei segnali di disturbo che vanno ad interferire con il comportamento della cicalina attraverso l'utilizzo di un particolare strumento elettromagnetico posto lungo il filo di sostegno delle vite che rilascia vibrazioni che si trasferiscono alla pianta. Con i primi esperimenti in campo aperto (Mazzoni et al., 2009) si è avuta risposta affermativa sull'utilizzo della confusione vibrazionale con un buon livello d'interruzione di accoppiamenti e quindi di riduzione del numero di copulazioni.

Nel 2013, un ulteriore studio (Lucchi et al., 2013) sempre con l'utilizzo di un agitatore elettromagnetico collegato al filo di sostegno, ha posto in evidenza differenze significative, in campo aperto, tra il numero di femmine vergini su piante sottoposte e piante non sottoposte a vibrazione. Si è visto infatti, che il numero di femmine non fecondate è stato di quattro volte superiore nelle viti sottoposte a vibrazione rispetto alle altre. Pertanto, l'interferenza provocata dalla vibrazione strumentale sulla comunicazione tra le cicaline è risultata una valida tecnica di manipolazione del comportamento di tali insetti che ne limita l'accoppiamento e la riproduzione (Mazzoni et al., 2014). Unico limite a questa importante scoperta rimane il consumo energetico per far funzionare i dispenser vibrazionali (Mazzoni et al., 2014) anche se ad oggi sono state realizzate tipologie di strumenti più efficienti e sostenibili, alimentati attraverso la radiazione solare, con significative riduzioni delle popolazioni di cicaline in vigneto (Mazzoni et al., 2019).

Dal 2017 presso la Fondazione Edmund Mach a San Michele (TN) è in funzione il primo vigneto a controllo vibrazionale grazie ad emettitori di segnali di disturbo posti lungo i filari (Mazzoni e Berardo, 2019). Nei tre anni successivi l'efficacia del trattamento è risultata ottima con riduzioni delle popolazioni di *S. titanus* ed *E. vitis* di oltre il 35% rispetto ai vigneti non trattati e danni fogliari ridotti del 50%. Importante da sottolineare è anche il fatto che tale trattamento non da nessun effetto negativo nei confronti delle specie utili (neurotteri e ragni) che utilizzano gli stessi segnali vibrazionali. Un dato particolarmente interessante e di controtendenza è l'elevato numero di adulti, per la maggioranza maschi, che si sono catturati con le trappole cromotropiche durante il trattamento. Secondo Mazzoni et al. (2021) la risposta sta nel fatto che i maschi, non ricevendo risposte dalle femmine perché disturbate dai segnali emessi dallo strumento, siano costretti a muoversi di più per instaurare un duetto con la femmina. Con un'elevata mobilità, il maschio è quindi più a rischio di essere attratto e catturato dalle trappole cromotropiche gialle. Se così fosse, le trappole adesive gialle potrebbero essere impiegate in campo come risposta dell'effettiva efficacia del trattamento di confusione vibrazionale (Mazzoni et al., 2021).

7. CONCLUSIONI

L'Unione Europea ha imposto la riduzione del 50%, entro il 2030, dell'utilizzo dei prodotti fitosanitari e ha introdotto ulteriori limitazioni sul consumo degli insetticidi più pericolosi. Ogni anno, a livello europeo, l'elenco dei prodotti impiegabili in agricoltura si riduce perché molte molecole, ritenute non conformi alla commercializzazione e all'utilizzo secondo il regolamento CE n. 1107/2009, vengono revocate. Inoltre, è da considerare anche il fatto che un abuso dell'utilizzo di insetticidi potrebbe portare negli anni all'insorgenza di forme di insetti resistenti e quindi, di conseguenza, non più controllabili. Sulla base di tutto questo è auspicabile una riduzione effettiva dell'uso di prodotti di sintesi ed un maggior impiego di tecniche più sostenibili. Recentemente si sono studiate tecniche di confusione vibrazionale contro le cicaline più conosciute e dannose alla vite. A seguito di studi e prove in campo si è visto che tali tecniche sono efficaci perché riducono le popolazioni di insetti dannosi e consentono al contempo al viticoltore di limitare l'utilizzo di insetticidi. Purtroppo, ad oggi, nella realtà di coltivazione, è una tecnica ancora poco impiegata ed utilizzata dai viticoltori. Questo suggerisce che siano necessarie ulteriori dimostrazioni che convincano i viticoltori ad un utilizzo maggiore di queste tecnologie che, allo stesso tempo, dovrebbero essere disponibili a costi ragionevoli.

8. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

Alma A., Lessio F., Gonella E., Picciau L., Mandrioli M., Tota F. (2018). New insights in phytoplasma-vector interaction: Acquisition and inoculation of flavescence dorée phytoplasma by *Scaphoideus titanus* adults in a short window of time. *Annals of Applied Biology*, 173(1), p. 55–62.

Baillod M., Jermini M., Antonin P., Linder C., Mittaz C., Carrera E., Udry V., Schmid A., (1993). Strategies for control of the green leafhopper, *Empoasca vitis* (Göthe). Efficacy of insecticides and problems related to their harmfulness. *Revue Suisse de Viticulture, d'Arboriculture et d'Horticulture*, 25(2), p. 133-141.

Bagnoli B., Gargani E., (2011). Survey on *Scaphoideus titanus* egg distribution on grapevine. *IOBC/WPRS Bull.*, 67, p. 233-237.

Bressan, A., Girolami, V., Boudon-Padieu, E., (2005). Reduced fitness of the leafhopper vector *Scaphoideus titanus* exposed to Flavescence dorée phytoplasma. *Entomologia experimentalis et applicata*, 115(2), p. 283-290.

Caudwell, A., Kuszala, C., Bachelier, J. C., & Larrue, J., (1970). Transmission of the golden flavescence of vines to herbaceous plants by the prolongation of the time during which *S. littoralis* can be used and the study of its survival on a large number of plant species. *Annales de Phytopathologie*, 2(2).

Claridge M. F., (1985). Acoustic signals in the Homoptera: Behavior, taxonomy and evolution. *Annual review of entomology*, 30 (1), p. 297-317.

Cocroft R.B., Rodriguez R.L., (2005). The behavioral ecology of insect vibrational communication. *Bioscience*, 55(4), p. 323-334.

Dermastia M., Bertaccini A., Constable F., Mehle N., 2017. Grapevine Yellows Diseases and Their Phytoplasma Agents: Biology and Detection. In: *Springer briefs in agriculture*, p. 1-19.

Della Bianca L., Misure di lotta obbligatoria contro la Flavescenza dorata della vite nella Regione Veneto per l'anno 2023, (2023). In: *DECRETO DEL DIRETTORE DELLA UNITA' ORGANIZZATIVA FITOSANITARIO n. 47 del 26 maggio 2023, p. 1-3.*

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

Duso C., Bressan A., Mazzon L., Girolami L., (2005). First record of the grape leafhopper *Erythroneura vulnerata* Fitch (Hom. Cicadellidae) in Europe. *Journal of applied entomology, 129(3), 170-172.*

Duso C., (2022). Biodiversità funzionale: analisi di casi studio. In: *incontro "Viticoltura Biologica", webinar online 14-21 aprile 2022, p. 1-53.*

Eriksson A., (2013). Mating disruption in *Scaphoideus Titanus* Ball (Hemiptera: Cicadellidae) by vibrational signals, *Tesi di Dottorato, UniPi.*

Fornasiero D., (2009). Influenza dei fattori ambientali e agronomici sulle popolazioni di *Empoasca Vitis*. *Tesi di Dottorato UNIPD.*

Gelmetti A., Ghidoni F., Bottura M., Nicolini G., (2019). Ottimizzazione del trattamento contro *Scaphoideus Titanus* grazie al monitoraggio primaverile delle forme giovanili. *L'enologo, 4, p. 91-95.*

Girolami V., Duso C., Refatti E., Osler R., (1989). Lotta integrata in viticoltura. Malattie della vite. *IRIPA-COLDIRETTI, p. 1-98, Venezia.*

Hochkirch A., Deppermann J., Groning J., (2006). Visual communication behaviour as a mechanism behind reproductive interference in three pygmy grasshoppers. *Journal of Insect Behavior, 19, p. 559-571.*

Lucchi, A., Eriksson, A., Anfora, G., Virant Doberlet, M., Mazzoni, V. (2013). A ten year research on vibrational communication in *Scaphoideus titanus*: science fiction or future prospect. In *IOBC-WPRS Meeting of the Working Group on "Integrated Protection and Production in Viticulture", October 13-17, 2013, Ascona, CH.*

Lucchi A., Alma A., (2022). Scaphoideus Titanus: ruolo epidemiologico, monitoraggio, possibilità d'intervento. In: *flavescenza dorata: una crescente minaccia per la viticoltura toscana. Incontro tecnico online, marzo 2022*

Lucchi A., Alma A., (2021). Influenza del cambiamento climatico sugli insetti: nuove minacce per la viticoltura europea. In Georgofili: *atti dell'Accademia dei Georgofili, serie VIII, Vol. 18, Firenze, p. 311-319*

Mazzoni V., Berardo A., (2019). Confusione sessuale vibrazionale contro le cicaline. *Agricoltura Trentina, ANNO XXXVIII - N° 10/2019*

Mazzoni V., Berardo A., Nieri R., Lucchi A., (2021). Biotremologia applicata: una nuova disciplina in piena espansione. In: *XXVI congresso nazionale italiano di entomologia. Giugno 2021*

Mazzoni V., Lucchi A., Cokl A., Presern J., Virant-Doberlet M., (2009). Disruption of the reproductive behavior of Scaphoideus Titanus by playback of vibrational signals. *Entomologia experimentalis et applicata [online]. 2009. Vol. 133, no. 2, p. 174–185.*

Mazzoni V., Lucchi A., (2014). Dieci anni di studi sulla comunicazione vibrazionale in Scaphoideus Titanus: dalla teoria alla pratica. *ATTI DELL'ACCADEMIA NAZIONALE ITALIANA DI ENTOMOLOGIA. RENDICONTI, 62: 209-214.*

Mori N., Pavan F., (2014). Strategie di controllo dei vettori associati ai giallumi della vite. *Atti Accademia Nazionale Italiana di Entomologia, 62, p. 215-220.*

Pavan, F., Bellomo, C., Vidoni, F., Bigot, G., Ostan, M., Boccalon, W., ... & Vinzi, L. (2005). Efficacia della lotta insetticida contro Scaphoideus titanus Ball in Friuli Venezia Giulia. *NOTIZIARIO ERSA, 17(5-6), p. 11-21.*

Polajnar J., Eriksson A., Lucchi A., Anfora G., Virant-Doberlet M., Mazzoni V., (2014). Manipulating behaviour with substrate-borne vibrations, potential for insect pest control. *Pest management science [online]. Vol. 71, no. 1, p. 15–23.*

Schvester D., Moutous G., Carle P., (1962b). *Scaphoideus littoralis* Ball. (Homopt. Jassidae) cicadelle vetricina de la Flavescence dorée de la vigne. *Revue Zoologique Agr. Appl.* 10–12, p. 118–131.

Tacoli, F., Mori, N., Pozzebon, A., Cargnus, E., Da Vià, S., Zandigiacomo, P., Pavan, F. (2017). Control of *Scaphoideus titanus* with natural products in organic vineyards. *Insects*, 8(4), 129.

Tirello P., Marchesini E., Gherardo P., Raniero D., Rossetto F., Pozzebon A., Duso C., (2021). The Control of the American Leafhopper *Erasmoneura vulnerata* (Fitch) in European Vineyards: Impact of Synthetic and Natural Insecticides. *Insects* 2021, 12 (2), 85.

Vidano C., Arno C., Alma a., (1988). On the Empoasca Vitis intervention threshold on vine. In *6th Auchenorrhyncha Meeting. Turin, Italy, September 7-11, 1987. Proceedings p. 525-537.*

Vidano, C., (1964). Scoperta in Italia dello *Scaphoideus littoralis* Ball cicalina americana collegata alla “Flavescence dorée” della Vite. *Italia Agricola* 101, p. 1031–1049.

Vidano, C. (1966). Scoperta della ecologia ampelofila del Cicadellide *Scaphoideus littoralis* Ball nella regione neartica originaria. *Ann Fac Sci Agrar Univ Studi Torino*, 3, p. 297-302.

Vigasio M., (2016). Monitoraggio dei fitofagi del vigneto. *Millevigne* (2), p 6-9.

2021. Manuale difesa integrata della vite, Regione del Veneto. Unità Organizzativa Fitosanitario, 15 maggio 2021.

Linee Tecniche di Difesa Integrata - Anno 2023 - Regione del Veneto, U.O. Fitosanitario (DD n 4 del 07 /02/2023), p. 216-217.

<http://agroambiente.info.arsia.toscana.it/arsia/arsia?ae5Diagnosi=si&IDColtura=2&IDSchedaFito=25>

<https://fitogest.imagelinenetwork.com/it/malattie-piante/malattie-parassiti/insetti/cicaline/cicalina-della-vite/1454>

<https://www.koppert.it/sfide/controllo-dei-parassiti/cicadellidi/cicalina-verde/#:~:text=L'adulto%20di%20Empoasca%20vitis,linfao%20della%20pianta%20dal%20floema.>

<https://www.agrimag.it/cicalina-della-vite/#:~:text=La%20cicalina%20della%20vite%20%C3%A8,sulla%20qualit%C3%A0%20dell'uva%20prodotta.>

<https://fitogest.imagelinenetwork.com/it/malattie-piante/malattie-parassiti/insetti/cicaline/cicalina-maculata-della-vite/4170>

https://www.agridea.ch/fileadmin/AGRIDEA/Theme/Productions_vegetales/Neobiotes/Cicalina_maculata_della_vite__Erasmoneura_vulnerata_.pdf

<https://www.agralia.it/erasmoneura-vulnerata/>

https://agrea.it/wp-content/uploads/30-Vettori_giallumi_vite.pdf

<http://difesafitosanitaria.ersa.fvg.it/fitosanitaria/lotta-obbligatoria-contro-la-flavescenza-dorata-della-vite-e-il-vettore-scaphoideus-titanus-anno-2023>

<https://www.cropscience.bayer.it/magazine/articoli/approfondimenti/vite---flavescenza-dorata>

<https://bur.regione.veneto.it/BurvServices/pubblica/DettaglioDecreto.aspx?id=504344#:~:text=Contro%20lo%20Scaphoideus%20titanus%2C%20vettore,anno%20di%20impianto%20del%20vigneto.>

https://www.agrimag.it/cicalina-della-vite/#Cicalina_della_Vite_Strategie_di_Controllo_e_Prevenzione

<https://antropocene.it/2020/03/13/empoasca-vitis/>

<https://www.coltivobio.com/cicalina-della-vite-scaphoideus-titanus-trattamenti-e-gli-insetticidi/>

https://www.researchgate.net/publication/260450322_Biology_and_ecology_of_the_Flavescence_doree_vector_Scaphoideus_titanus_A_review

https://www.researchgate.net/publication/228493917_Vibrational_communication_and_other_behavioural_traits_in_Scaphoideus_titanus

https://www.venetoagricoltura.org/upload/pubblicazioni/GUIDA_PER_IL_VITICOLTOR/E/074insetti_cicalina_verde.pdf

<https://www.agraria.org/entomologia-agraria/cicalina-della-flavescenza-dorata.htm>

<https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/fitosanitario/temi/avversita/schede/avversita-per-nome/flavescenza/schede/trattamenti-insetticidi-obbligatori>