patologie della vite quali il tumore batterico (Bazzi *et al.*, 1991), la Malattia di Pierce (Goheen *et al.*, 1973), e i funghi precursori del mal dell'esca (Edwards *et al.*, 2004). Nel mondo vivaistico italiano sulla tecnica vengono espresse perplessità di fondo: non sempre, infatti, si sono avute assicurazioni di affidabilità ai fini della conservazione delle qualità vivaistiche dei materiali trattati (Borgo *et al.*, 1999; Frausin *et al.*, 1999a). Pertanto la termoterapia in acqua calda è utilizzata solo per particolari esigenze, per lo più per movimentare specifiche partite di talee. Certamente non ha trovato largo impiego per il trattamento delle grandi partite di barbatelle (BI).

I trattamenti termici non compromettono la vitalità del materiale vivaistico se il legno è ben maturo (come avviene di norma in località molto calde e asciutte, per esempio, in Australia); possono essere invece rischiosi per materiale vivaistico raccolto in ambienti in cui la maturazione del legno è incompleta. Inoltre, per il momento, non sono stati progettati impianti di termoterapia a elevata capienza in grado di funzionare in regime di continuità.

Si ritiene, inoltre, che prima di prevedere la generalizzata adozione della termoterapia nella filiera produttiva vivaistica, siano anche da indagare approfonditamente le conseguenze del trattamento sui numerosi organismi che vivono associati a vite (endofiti e non), verificando il loro ruolo, nonché gli effetti della loro eventuale devitalizzazione (Sharmini *et al.*, 2004; Di Marco *et al.*, 2004; Musetti *et al.*, 2004; Ragazzi *et al.*, 2004).

Più frequente, negli scambi intercontinentali di materiali vivaistici, è invece il trattamento delle BI con immersione in miscele ad azione insetticida (Eppo, 1988). Si presume che questa operazione possa eliminare le eventuali uova di *S. titanus* deposte sui fusti delle barbatelle. Del tutto abbandonata, sembra invece la tecnica di fumigazione con il bromuro di metile, altamente fitotossica se la superficie del materiale vegetale da trattare è bagnata.

Altre vie di difesa dai GY sono in corso di studio. Sono stati avviati, ad esempio, programmi di ricerca per l'individuazione di fonti di resistenza di varietà di viti tolleranti. Promettenti sembrano le ricerche attivate in Francia per l'ottenimento di viti geneticamente modificate mediante l'inserimento di geni in grado di indurre un'azione di tipo anticorpale nei confronti di fitoplasmi floematici. Si tratta di prospettive che, per i tempi di realizzazione e per il quadro normativo vigente, appaiono, comunque, ancora lontane dall'essere realizzate.

7.4.2 Controllo di Flavescenza dorata attraverso la lotta contro il vettore *Scaphoideus titanus* Ball.

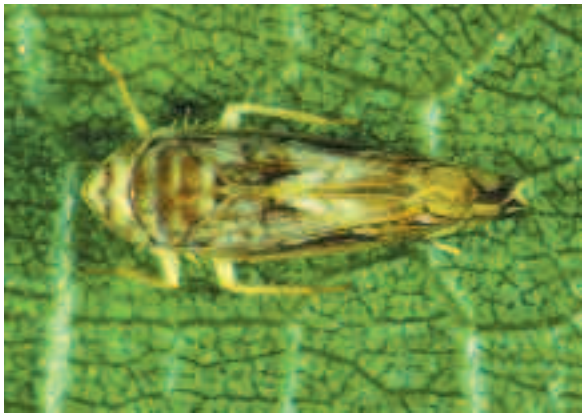
Francesco Pavan, Giorgio Stefanelli, Alberto Villani, Nicola Mori, Gabriele Posenato, Alberto Bressan, Vincenzo Girolami

La Flavescenza dorata (FD) è un giallume della vite (fitoplasmosi) il cui agente causale è trasmesso da *Scaphoideus titanus* Ball. (Homoptera, Cicadellidae) (Schvester *et al.*, 1961, 1963; Carraro *et al.*, 1994; Bianco *et al.*, 2001; Mori *et al.*, 2002) (*foto 1*).

Gravi epidemie di FD si sono verificate solo in aree viticole e in vigneti ove l'impiego di insetticidi per il controllo di altri fitofagi era limitato e le densità di popolazione di *S. titanus* erano elevate (Pavan *et al.*, 1987, 1997; Borgo, 1988, 1996; Posenato *et al.*, 1996a, 1996b, Cravedi *et al.*, 1992; Lozzia, 1992; Mori *et al.*, 1999b; Cravedi e Nicoli Aldini, 2000; Vercesi e Scattini, 2000; Bosio *et al.*, 2001; Cravedi e Mazzoni, 2002). I trattamenti insetticidi risultano infatti il fattore più importante che influenza le densità di popolazione di *S. titanus* (Posenato *et al.*, 1996a, 2001; Mori *et al.*, 1999b; Mori, 2004; Pavan *et al.*, 2005), ma l'entità delle popolazioni della cicalina può variare anche in funzione del vitigno (Borgo, 1988; Bosio *et al.*, 2001). La densità di vegetazione e la vigoria delle viti, così come un'esposizione dei vigneti protetta dal vento, potrebbero essere fattori favorevoli a elevate popolazione del vettore (Vidano, 1966).

L'esistenza di una relazione fra l'entità delle popolazioni di *S. titanus* e l'incremento della malattia è ritenuta un dato acquisito, anche se non sono stati effettuati studi specifici. Indirette e chiare conferme di tale relazione derivano comunque dal fatto che la lotta insetticida contro *S. titanus* è efficace al fine di ridurre l'incidenza di FD (Schvester, 1969; Posenato *et al.*, 1996b; Belli *et al.*, 1997) e dal fatto che nella stessa area viticola i vigneti non trattati con insetticidi presentano un'incidenza della malattia molto più elevata di quelli trattati (Bellotto, 2004). In generale, non è comunque possibile stabilire una relazione univoca fra densità di un vettore ed incremento di una malattia a causa dell'interferenza di molteplici fattori quali la mobilità del vettore, la sua preferenza e il comportamento alimentare nei confronti della pianta ospite, l'interazione fra vettore e patogeno, la suscettibilità della pianta ospite e l'inoculo di partenza (Purcell, 1985).

Le strategie di lotta contro il vettore si basano essenzialmente sull'impiego di insetticidi, benché non siano trascurati interventi di lotta agronomica e in prospettiva si speri di raggiungere un controllo naturale del vettore a densità non dannose.



1. Adulto di *Scaphoideus titanus*
Foto A. Villani

2. Forma giovanile di quinta età di *S. titanus*
Foto A. Villani

Lotta insetticida contro S. titanus

La lotta insetticida contro il vettore ha avuto fortuna non solo per l'elevata efficacia nel ridurre l'incidenza di FD (per esempio, *fig. 1a*), ma anche per sua economicità e facilità di esecuzione.

Efficacia della lotta insetticida

La possibilità di controllare una malattia, il cui agente patogeno è trasmesso da artropodi, attraverso la lotta chimica al vettore non è comunque a priori scontata (Maramorosch, 1988). Limitandosi alle fitoplasmosi della vite è noto, ad esempio, che la lotta insetticida nei vigneti non è sinora risultata efficace per il contenimento del legno nero della vite (Pavan, 1989; Pavan *et al.*, 1989; Sforza e Boudon-Padieu, 1998; Cavallini *et al.*, 2003).

Da un punto di vista teorico l'efficacia della lotta insetticida contro *S. titanus* trova una convincente spiegazione nelle seguenti argomentazioni:

a) il cicadellide è un facile bersaglio, in quanto è monofago su piante del genere Vitis. Il rinvenimento occasionale di adulti di *S. titanus* su altre specie legnose, presenti nelle siepi attorno ai vigneti, non è tale da far temere consistenti ricolonizzazioni (Schvester *et al.*, 1962a, 1962b; Pavan, 2000);

b) l'insetto completa una sola generazione all'anno per cui le sue popolazioni, dopo un trattamento insetticida, possono riprendersi solo nell'annata successiva;

c) benché recentemente il fitoplasma agente di FD sia stato rinvenuto in *Clematis vitalba* L. (Angelini *et al.*, 2003) e occasionalmente forme giovanili di *S. titanus* siano state osservate su altre piante legnose (Schvester *et al.*, 1962b), la vite in natura è, sulla base delle conoscenze attuali, l'unica pianta su cui le forme giovanili di *S. titanus* possono infettarsi.

Poiché i vigneti (o singole viti) non trattati con insetticidi possono essere sorgente sia del vettore (ricolonizzazioni) sia del fitoplasma (nuove infezioni), la salvaguardia di quelli trattati è migliore se la lotta insetticida viene estesa a tutti gli impianti presenti in un dato territorio (Carle e Schvester, 1964; Planas, 1987; Pavan *et al.*, 2005).

Al fine di utilizzare nel modo più efficiente la lotta chimica è importante capire attraverso quali processi si ottiene il risanamento dei vigneti infetti. Ai trattamenti insetticidi sono state associate:

a) una riduzione delle nuove infezioni (vedi, ad esempio: Posenato *et al.*, 1996b; *fig. 1b*);

b) una riduzione delle reinfezioni.

Questo secondo aspetto è importante solo se le viti infette sono in grado di risanare. Il ruolo delle reinfezioni nella ricomparsa della malattia in viti divenute asintomatiche è stato ritenuto importante sin dalle prime ricerche (Caudwell, 1961), anche se lo stesso fenomeno è stato in parte attribuito a un momentaneo mascheramento della malattia (viti infette, ma non sintomatiche) (Schvester, 1969). Per quantificare l'importanza delle reinfezioni nel manifestarsi della malattia bisognerebbe confrontare l'incidenza del risanamento in vigneti rispettivamente con elevate (testimoni) e contenute popolazioni di *S. titanus* (trattati con insetticidi). Da un'indagine effettuata nell'area del Prosecco (provincia di Treviso) è risultato chiaramente che a partire dall'anno successivo all'inizio dei trattamenti insetticidi, le percentuali di risanamento sono aumentate (*fig. 1c*) e le perdite di produzione nelle viti con sintomi sono diminuite (*fig. 1d*). Questi dati suggeriscono che l'abbattimento delle popolazioni del vettore favorisce non solo il risanamento delle viti, ma anche la diminuzione dell'entità dei danni in quelle ancora sintomatiche.

Epoche di intervento e numero trattamenti

L'efficacia della lotta chimica contro il vettore nel ridurre l'incidenza della malattia dipende da:

a) il livello di contenimento delle popolazioni del vettore;

b) l'eliminazione del vettore prima che questo sia infettivo.

L'abbattimento delle popolazioni di *S. titanus* dipende dalle sostanze attive utilizzate, dall'epoca di impiego (in generale i trattamenti sono più efficaci contro le forme giovanili che contro gli adulti, e le prime età giovanili sono più sensibili delle ultime) e dal numero di trattamenti effettuati.

Secondo Autori francesi, su vite i primi individui del vettore diventano infettivi fra la quarta e la quinta settimana da quando hanno iniziato a nutrirsi su una vite infetta (Schvester *et al.*, 1969). Le prime infezioni si potrebbero quindi teoricamente verificare a circa 30 giorni dall'inizio della schiusura delle uova, in coincidenza con la comparsa dei primi individui di quarta o quinta età (vedi, ad esempio, le fenologie riportate in: Lozzia, 1992; Stefanelli *et al.*, 2000; Bosio e Rossi, 2001). Recenti ricerche svolte in Italia hanno potuto verificare che già le forme giovanili di quarta-quinta età (*foto 2*), catturate in vigneti infetti, possono trasmettere l'agente causale di FD (Bressan e Girolami, dati non pubblicati).

Un trattamento insetticida per evitare tutte le infezioni dovrebbe essere effettuato prima che la cicalina divenga infettiva. È opportuno comunque osservare che quando compaiono i primi individui in grado di trasmettere il fitoplasma, il rischio di infezioni è basso per i tre seguenti motivi:

a) la schiusura delle uova è molto scalare (dura circa due mesi) e presenta un picco in giugno per cui la quota di forme giovanili nate nel primo periodo è trascurabile;

b) la proporzione di individui infetti aumenta nel corso della stagione (Schvester *et al.*, 1963); tale fatto potrebbe dipendere sia dalla minore capacità delle prime età giovanili ad acquisire il fitoplasma (Schvester *et al.*, 1969), sia dal basso inoculo iniziale evidenziato dalla gradualità con cui le piante ammalate manifestano i sintomi;

c) il numero di viti che le forme giovanili di quarta-quinta età possono inoculare è limitato dalla loro scarsa capacità di spostamento.

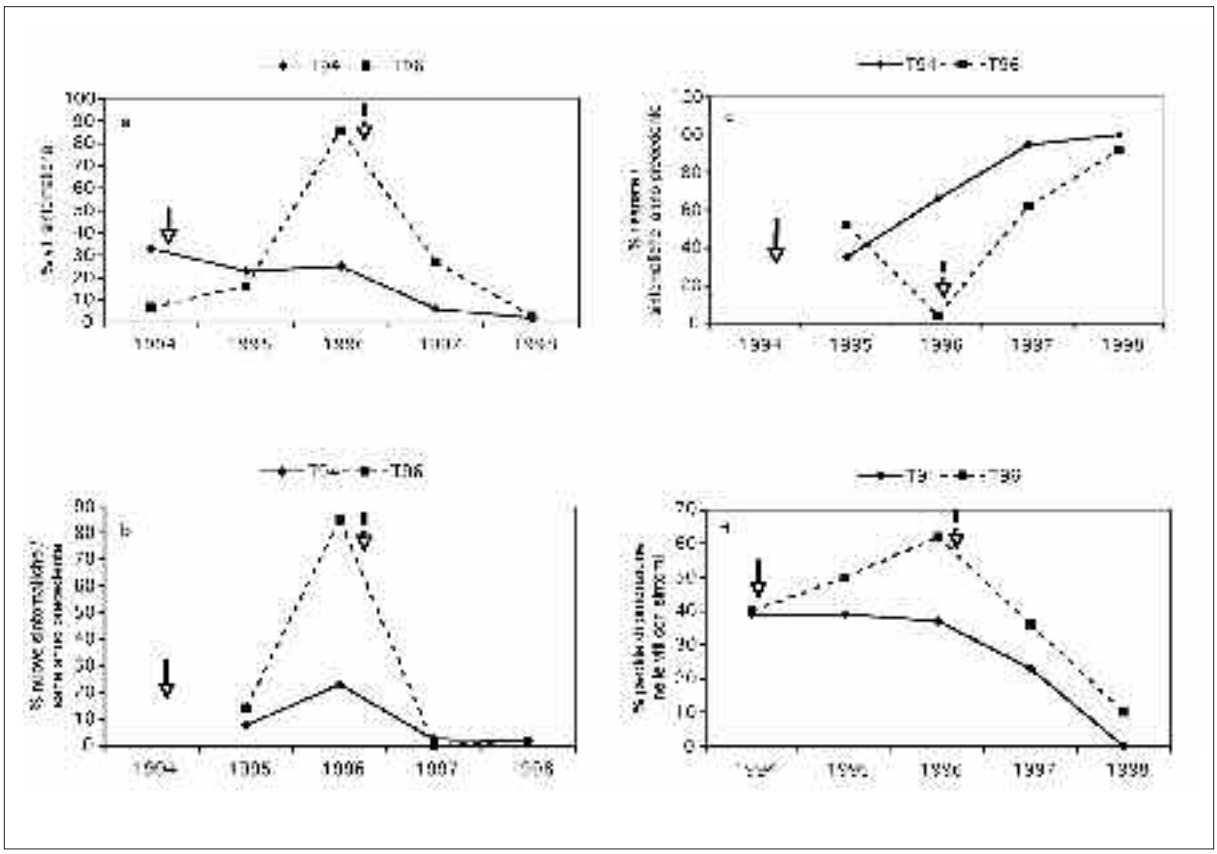


Fig. 1 - Andamento di FD in due vigneti di cultivar Prosecco trattati con insetticidi contro il vettore *S. titanus* a partire rispettivamente dal 1994 (T94; alta pressione insetticida solo dal 1996) e 1996 (T96) [rielaborato da Pavan *et al.*, 1997 e Zucchetto, 1998]. Le viti sintomatiche non sono state estirpate

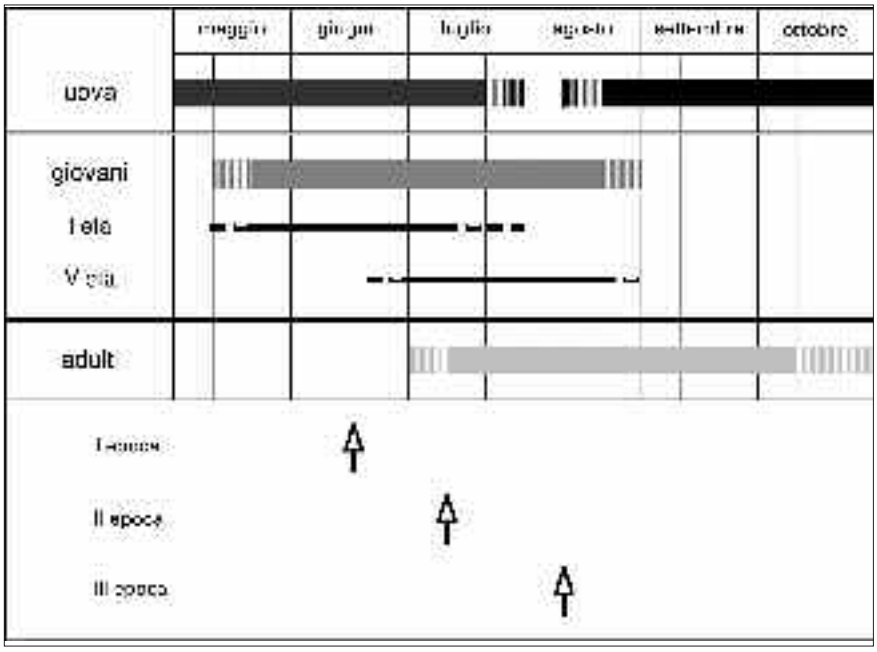


Fig. 2 - Ciclo biologico di *S. titanus* nell'Italia nord-orientale e strategie di lotta insetticida. Le frecce indicano i periodi ottimali in cui effettuare i trattamenti insetticidi con prodotti neurotossici [rielaborato da Pavan e Stefanelli, 1999]

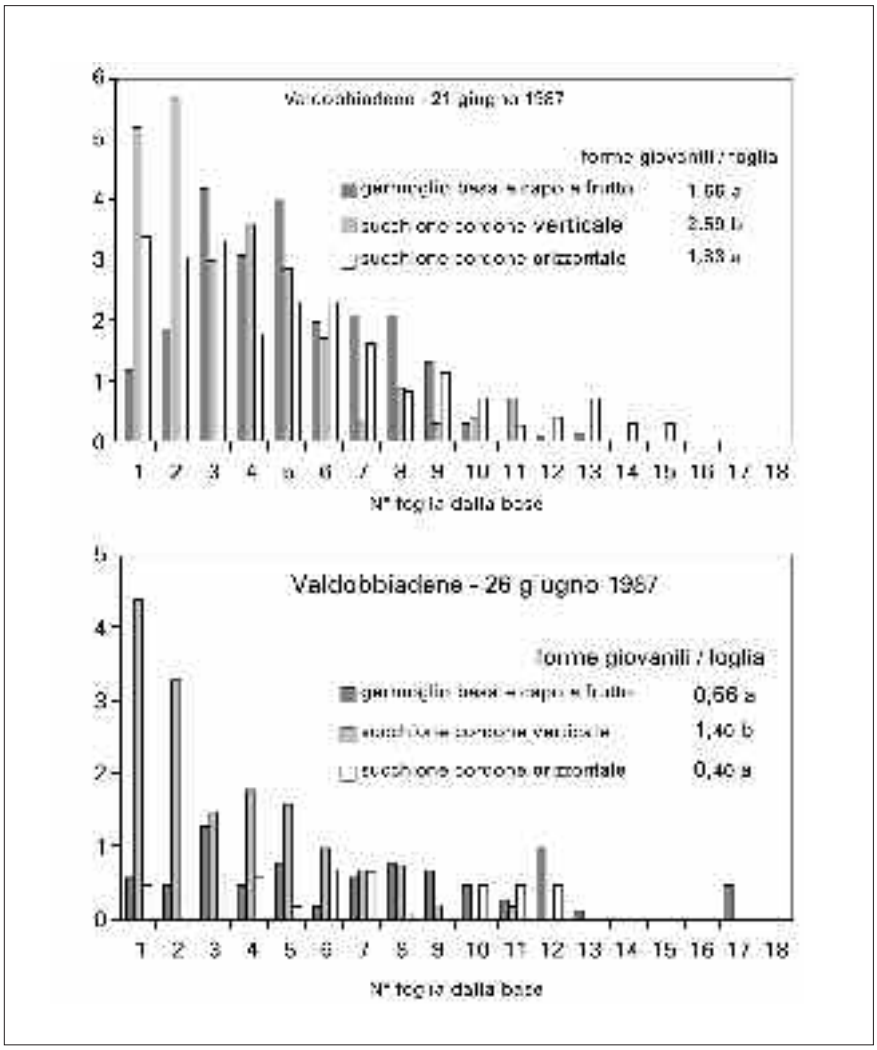


Fig. 3 - Influenza della posizione del germoglio all'interno della pianta e della foglia lungo il germoglio sulla densità di popolazione delle forme giovanili di *S. titanus* (viti di cv. Prosecco allevate a parete verticale) [Pavan, dati non pubblicati]

Partendo da queste considerazioni è stato proposto un modello in cui si evidenzia che il rischio di infezioni in funzione del tempo ha un andamento tipicamente esponenziale, anche in conseguenza del fatto che il fitoplasma, una volta acquisito, può essere trasmesso in modo persistente (Bressan *et al.*, 2003). La probabilità di nuove infezioni è trascurabile fino a 40 giorni dall'inizio della schiusura delle uova e, quando risultano basse sia la densità di popolazione di *S. titanus* sia la percentuale di viti sintomatiche (sorgenti di infezione, da cui la cicalina può acquisire il fitoplasma), fino a 50 giorni dalla comparsa delle prime forme giovanili. Questo momento coincide con lo sfarfallamento dei primi adulti.

A causa della scalarità nella schiusura delle uova (per l'Italia settentrionale si vedano, ad esempio, i lavori di: Vidano, 1964; Pavan e Stefanelli, 2000) (*fig. 2*) risulta che un solo intervento insetticida, effettuato prima della comparsa delle prime forme giovanili potenzialmente infettive (quarta-quinta età giovanile), non può garantire un'efficacia adeguata contro le popolazioni della cicalina più tardive. È necessario pertanto effettuare un secondo trattamento. Questo andrà teoricamente posizionato a non oltre quattro settimane dal primo intervento, per evitare che gli individui nati dopo il trattamento possano diventare infettivi, e verso la fine della schiusura delle uova, in modo che la persistenza dell'insetticida sia sufficiente a controllare tutti gli ultimi nati.

Il momento ottimale in cui effettuare i singoli interventi dipenderà non solo dalla fenologia dell'insetto, che varia in relazione all'area viticola e all'andamento meteorologico stagionale, ma anche dall'insetticida utilizzato (vedi § *Sostanze attive utilizzabili*).

In Francia venivano consigliati altri due interventi insetticidi (Planas, 1987), rispettivamente in inverno contro le uova svernanti e in estate contro gli adulti provenienti dall'esterno. Il trattamento ovicida è comunque relativamente poco efficace (Carle e Schvester, 1964; Moutous *et al.*, 1977; Carraro e Pavan, 1988; Rousseau, 1997), essendo le uova deposte nel ritidoma e quindi difficilmente raggiungibili dall'insetticida. Il trattamento adulticida, di cui è difficile valutare l'efficacia e utilità pratica in quanto il volo degli adulti dura normalmente da inizio luglio a ottobre, è teoricamente tanto più efficace quanto più persistente è la sostanza attiva utilizzata (Posenato *et al.*, 2002). Dovendo effettuare un singolo intervento adulticida, è presumibile ottenere la massima efficacia trattando in coincidenza con il picco di presenza degli adulti che si verifica fra la fine di luglio e la metà di agosto, a seconda della zona viticola e dell'annata considerate. L'utilizzo di insetticidi persistenti ha comunque effetti collaterali negativi in quanto può favorire sia pullulazioni indotte di acari tetranichidi sia la selezione di fitofagi resistenti (vedi § 1.4.).

Sulla base delle considerazioni sopra esposte le strategie di intervento, adottate in Italia, si sono concentrate sui trattamenti primaverili-estivi posizionati contro le forme giovanili (Posenato *et al.*, 1996b; Belli *et al.*, 1997; Pavan e Stefanelli, 2000; Bosio *et al.*, 2001; Cravedi e Mazzoni, 2002).

Monitoraggio di S. titanus

Il campionamento delle popolazioni della cicalina è importante al fine di ottimizzare le strategie di lotta e di verificarne l'efficacia.

Monitoraggio delle forme giovanili

Il campionamento delle popolazioni delle forme giovanili è utile per stabilire:

a) la prima comparsa di alcune età (prima, quarta, quinta);

b) la proporzione delle diverse età nel tempo.

Le forme giovanili di *S. titanus* sono maggiormente presenti sui germogli (succhioni in particolare) della parte bassa delle piante e sulle foglie basali dei germogli (Schvester *et al.*, 1962b; Vidano, 1966; Lozzia, 1992; Cravedi *et al.*, 1993; Posenato *et al.*, 2001) (*fig. 3*); debbono pertanto essere campionate le foglie di succhioni posti alla base del fusto o, in mancanza di questi, quelle di germogli posti lungo i cordoni permanenti orizzontali delle viti (Posenato *et al.*, 2001). Nelle forme di allevamento a parete verticale, con vegetazione prossima al terreno, si possono campionare anche foglie di germogli posti vicino al suolo (Cravedi *et al.*, 1993).

Data la tendenza delle forme giovanili a spiccare salti quando la vegetazione viene toccata, è preferibile effettuare i campionamenti nelle prime ore del mattino, quando la cicalina è meno mobile (Bosio e Rossi, 2001). Inoltre, i campionamenti andrebbero evitati dopo piogge intense che fanno cadere a terra molti individui.

Le forme giovanili possono venir catturate anche con trappole cromotropiche gialle invischiate (Cravedi *et al.*, 1992; Jermini *et al.*, 1993).

Monitoraggio degli adulti

Il monitoraggio degli adulti ha due finalità:

a) individuare la comparsa dei primi adulti;

b) studiarne le variazioni quantitative nel tempo.

Gli adulti possono venir monitorati con campionamenti delle foglie (Schvester *et al.*, 1962b),

3. Tecnica dello "scuotimento manuale" per il monitoraggio di *S. titanus*
Foto F. Pavan

4. Trappola cromotropica per il monitoraggio di *S. titanus* perpendicolare al terreno
Foto F. Pavan

con mezzi meccanici (Osler *et al.*, 1975) e con trappole cromotropiche gialle invischiate (Pavan *et al.*, 1987).

I campionamenti fogliari, per fornire un'informazione adeguata, richiedono l'osservazione di un numero troppo elevato di foglie, in quanto le densità di popolazioni degli adulti, anche nei vigneti poco o affatto trattati con insetticidi, sono spesso molto contenute (Pavan *et al.*, 1987).

I mezzi meccanici si basano o sullo scuotimento della vegetazione per far cadere gli insetti (tecniche dello "strumento scuotitore-raccoglitore" e dello "scuotimento manuale") o sullo sfalcio della stessa con retino entomologico. La tecnica dello "strumento scuotitore-raccoglitore" ("frappage" in francese) utilizza un retino o ombrello entomologico che ha la funzione di raccogliere gli adulti caduti dopo aver percosso con un bastone imbottito la vegetazione sovrastante il retino stesso (Osler *et al.*, 1975; Rui *et al.*, 1987). La tecnica dello "scuotimento manuale", messa a punto in Friuli Venezia Giulia e adatta a forme di allevamento quali il Sylvoz e il Casarsa, consiste nel posizionare un retino entomologico sotto un capo a frutto, che viene scosso vigorosamente (*foto 3*). La tecnica che si basa sull'utilizzo del "retino entomologico" prevede dei colpi sulla vegetazione, effettuati con lo stesso retino e diretti dal basso verso l'alto, e si adatta solo a forme di allevamento a parete verticale (Bosio *et al.*, 2001).

Le trappole cromotropiche utilizzate per il monitoraggio degli adulti di *S. titanus* sono costituite da pannelli rettangolari semplici, o doppi a formare una croce (tipo Rebell), ricoperti di colla su uno o entrambi i lati (*foto 4*). In sperimentazioni effettuate in Italia le catture sono risultate massime su trappole cromotropiche di colore giallo intenso (Pavan e Strapazzon, 1991); trappole di colori giallo più chiaro, blu, verde e rosso non hanno comunque mai determinato una riduzione delle catture superiore al 50%, mentre solo tendenzialmente più basse sono state le catture su trappole bianche e trasparenti. Differente attrattività di tre tipi di trappole gialle è stata osservata anche in Svizzera (Jermini *et al.*, 1992). Catture più elevate su trappole cromotropiche di color rosso rispetto a trappole gialle sono state osservate in altre sperimentazioni effettuate in Italia (Lessio

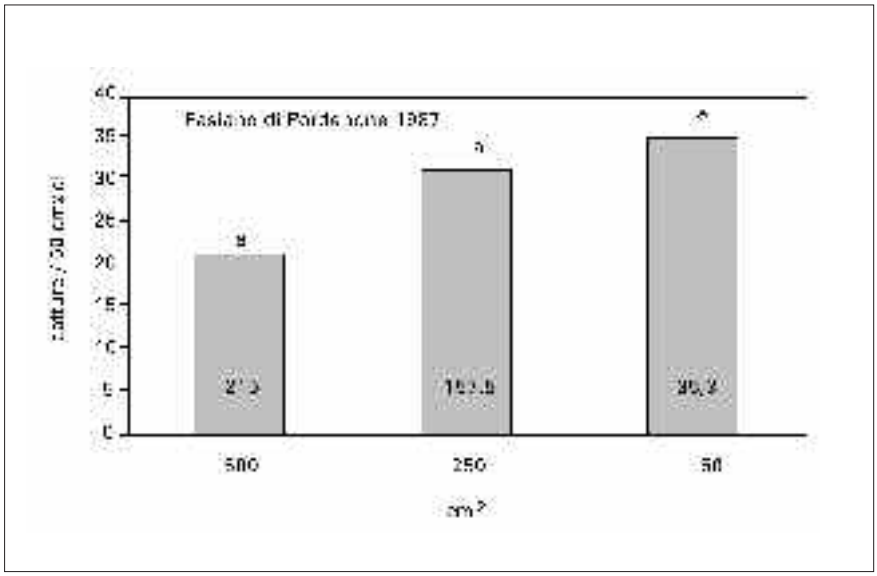


Fig. 4 - Influenza della dimensione di trappole cromotropiche gialle invischiate sull'efficienza delle catture di adulti di *S. titanus* (trappole poste in mezzo alla vegetazione di viti allevate a Sylvoz). All'interno della colonna sono riportate le catture per trappola (media di 3 trappole per 8 campionamenti) [Pavan, dati non pubblicati]

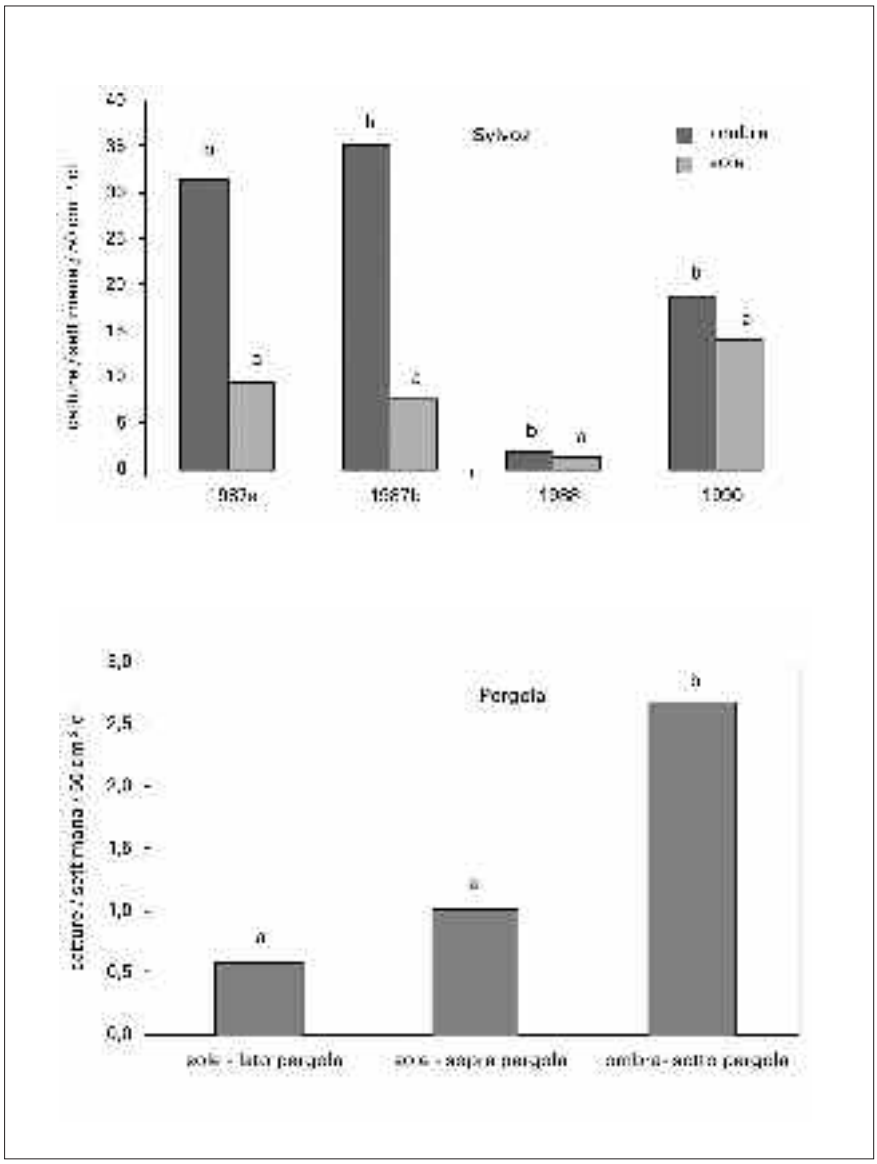


Fig. 5 - Influenza della posizione della trappola rispetto alla vegetazione sulle catture di adulti di *S. titanus* in viti allevate a Sylvoz (parete verticale) [Pavan, dati non pubblicati] e a pergola (parete orizzontale) [Strapazzon, dati non pubblicati] (ombra = trappole poste in mezzo alla vegetazione; sole = trappole poste di lato alla vegetazione e sempre esposte all'irraggiamento diretto del sole)

5. Trappola cromotropica per il monitoraggio di *S. titanus* parallela al terreno
Foto F. Pavan

6. Manicotto utilizzato per confinare le forme giovanili su viti allevate in vaso
Foto A. Bressan

e Alma, 2004). Le trappole rosse utilizzate in quest'ultima prova erano caratterizzate da una riflettanza più simile alle più attrattive trappole gialle che non a quella rosse utilizzate nelle prove riportate in Pavan e Strapazzon (1991). Tale fatto indicherebbe che per confrontare l'attrattività di trappole diverse è più importante fare riferimento alla riflettanza che al colore.

Le catture totali per trappola aumentano all'aumentare delle dimensioni delle trappole (fra 50 cm2 e 500 cm^2), anche se l'incremento è meno che proporzionale all'aumento della superficie (*fig. 4*). I giorni di permanenza in campo sono associati a una perdita di efficienze delle trappole (catture/giornaliere), anche se le riduzioni in un periodo compreso fra 1 e 2 settimane non sono mai superiori al 25% (Pavan, dati non pubblicati).

La posizione della trappola cromotropica rispetto alla vegetazione è in grado di influenzare l'entità delle catture. Le trappole poste fra la vegetazione (forme di allevamento a parete verticale) o sotto la stessa (forme di allevamento orizzontale), ancorché visibili dall'esterno, catturano significativamente di più rispetto a trappole completamente esposte all'irraggiamento diretto del sole (*fig. 5*). Anche l'orientamento delle trappole nello spazio può influire sull'entità delle catture. In Svizzera, su viti allevate a Guyot, trappole orizzontali (parallele al terreno) hanno catturato significativamente di più di trappole verticali (Jermini *et al.*, 1992), mentre in Italia, su viti allevate a Sylvoz, è stato osservato il contrario (*fig. 6; foto 5*). L'apparente contraddizione fra i dati raccolti in Svizzera e in Italia dipende probabilmente dal fatto che nel primo caso, diversamente dal secondo, le trappole verticali non erano poste all'interno della vegetazione ed erano invischiate da un solo lato. Considerata la maggior facilità di installazione in campo, è in ogni caso preferibile mettere le trappole in posizione verticale.

Non è opportuno utilizzare trappole preconfezionate e predisposte per monitorare piccoli insetti nelle serre (aleirodidi, tripidi, sciaridi), in quanto, essendo limitata la quantità di colla presente, gli adulti di *S. titanus* colpiscono la trappola, ma spesso non restano invischiati.

Nessuno dei metodi di monitoraggio degli adulti è il migliore in assoluto. Essi teoricamente non forniscono le stesse informazioni: i mezzi meccanici consentono di conoscere la densità di popolazione nel momento in cui viene effettuato il campionamento, mentre le trappole cromotropiche solo quando vengono sostituite e relativamente all'intero periodo in cui restano in campo. Perciò i metodi meccanici sono preferibili quando si vuole ottenere un'informazione puntuale sulla densità di popolazione, mentre le trappole cromotropiche hanno il vantaggio di permettere un monitoraggio continuo nel tempo. L'entità delle popolazioni stimata con le trappole cromotropiche – a parità di colore, dimensione e posizionamento – è con ogni probabilità maggiormente condizio-

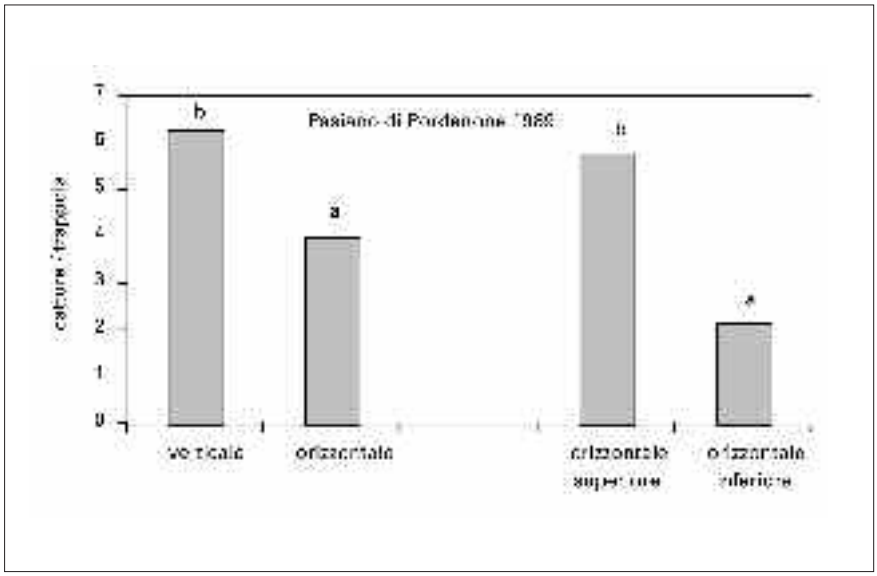


Fig. 6 - Influenza dell'orientamento nello spazio di trappole cromotropiche gialle invischiate (23 x 11,5 cm) sulle catture di adulti di *S. titanus* (trappole posizionate in mezzo alla vegetazione su viti allevate a Sylvoz) (verticale = perpendicolari al suolo; orizzontale = parallele al suolo; inferiore = lato rivolto verso il suolo; superiore = lato rivolto verso l'alto) [Pavan, dati non pubblicati]

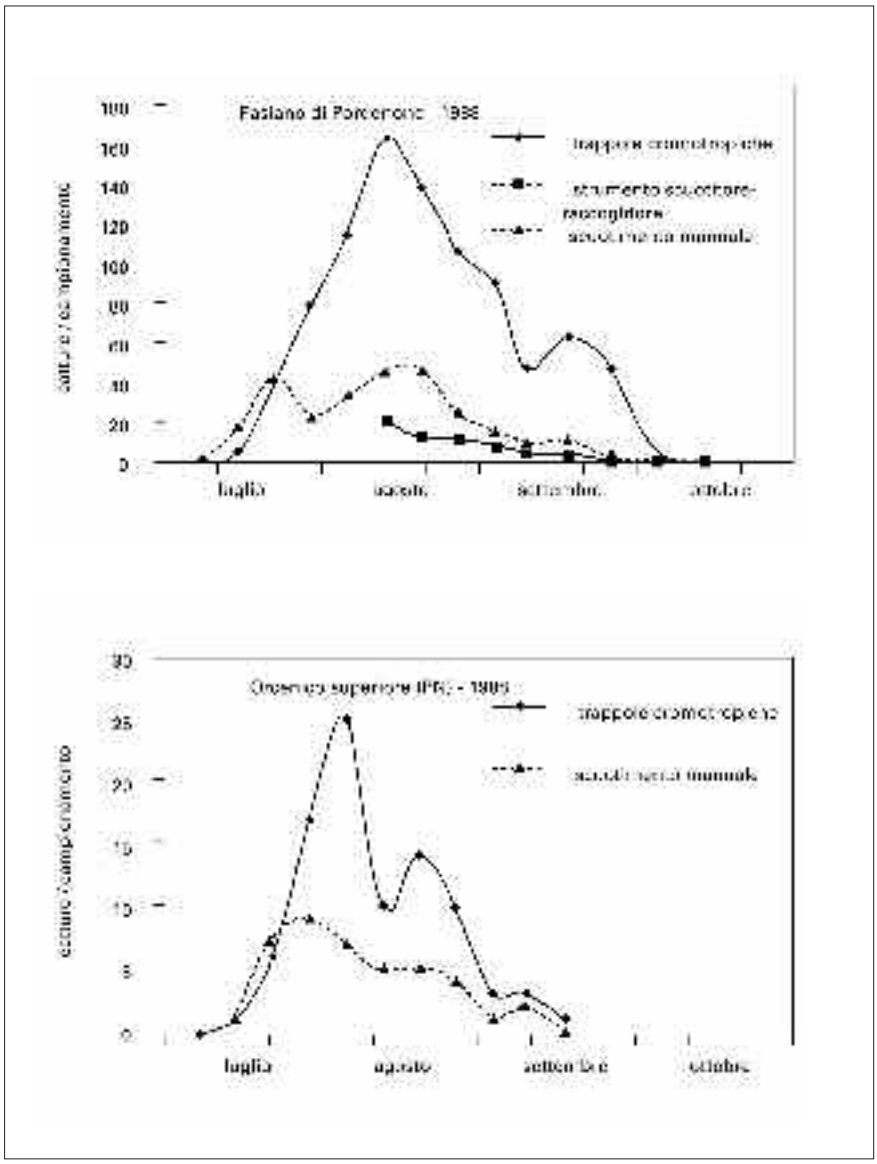


Fig. 7 - Confronto fra tre metodi di cattura degli adulti di *S. titanus* su viti allevate a parete verticale. Sono state confrontate le catture ottenute con tre trappole cromotropiche gialle di 250 cm² sostituite una volta alla settimana, con quelle conseguite in 10 minuti con i due metodi meccanici [Pavan, dati non pubblicati]

Tab. 1 - Sostanze attive (s.a.) utilizzabili nella lotta contro *Scaphoideus titanus* e loro effetti collaterali su altri fitofagi della vite e su alcuni nemici naturali

Sostanze attive (s.a.)	*Scaphoideus titanus*			*Tignole della vite*	*Empoasca vitis*	*Metcalfa pruinosa*	*Cocciniglie*	*Nemici naturali*	
	giovani	*adulti*	*persistenza*					*fitoseidi*	*antocoridi*
	eff.	*eff.*		*eff.*	*eff.*	*eff.*	*eff.*	*toss.*	*toss.*
NEUROTOSSICI DI SINTESI									
Fosforganici									
clorpirifos-metil	+++	+++	+	+++	+(*)	+++	+	++(**)	++
clorpirifos-etil	+++	+++	++	+++	++(*)	+++	++	++(**)	++
fenitrotion	+++	+++	++	+++	++(*)	+++	+	++(**)	++
malation	+++	+++	++	++(p)	++(*)	++		++(**)	++
Carbammati°									
carbaril	++	++	++	++	+		+	++	++
metomil	++	++	++	+++			+++	++	
Piretroidi									
acrinatrina, alfa-cipermetrina,									
bifentrin, lambda-cialotrina,									
zeta-cipermetrina	+++	+++	+++	++(p)	+++	+++		+++	+++
Altri									
etofenprox	+++	+++		+	+++	+++		+++	+++
indoxacarb	–/++	+/							
++	+	++(p)	++			–	+/–		
tiametoxan	+++	+++	++		+++				
REGOLATORI DI CRESCITA									
buprofezin	+++	–	+++	–	+++	–	++(#)	+/–	+
flufenoxuron	++/ +++	–	+++	++(p)	+++	+		++/–	++
"BIOLOGICI"									
piretrine naturali	++	++	–	–/+	+/++	+	+	+	—
olio bianco	++	++	+			++	++	+	—
piretrine naturali + olio bianco	+++	+++	+			+++		+	—
rotenone	++	+	+	+	+/++			+	
azadiractina	–/+							–	—

LEGENDA

+++ = efficacia (tossicità, persistenza) elevata
++ = efficacia discreta
+ = efficacia parziale
– = efficacia nulla
simbolo / simbolo = indicazioni contrastanti riportate in letteratura
assenza di simboli = informazioni non disponibili nella letteratura a disposizione
(p) = s.a. utilizzabili solo per la lotta preventiva.

* = l'efficacia è nulla dove sono state selezionate popolazioni resistenti
** = la tossicità è nulla in presenza di popolazioni resistenti
# = attività lenta
° = sostanze attive in corso di revisione per la registrazione.

nata da fattori legati al comportamento dell'insetto, che può modificare nel tempo sia la sua attività di volo sia il grado di risposta allo stimolo cromatico. La manualità dell'operatore può invece influenzare il numero di individui catturati quando vengono utilizzati i metodi meccanici. Le trappole cromotropiche forniscono un'informazione più efficiente (a parità di tempi di campionamento) dei mezzi meccanici [vedi *fig. 7* per i metodi che si basano sullo scuotimento; desumibile da Bosio *et al.* (2001) per il "retino entomologico"]. Lo "scuotimento manuale" è risultato comunque tendenzialmente più efficiente delle trappole cromotropiche all'inizio del volo, quando gli adulti sono ancora poco mobili (*fig. 7*). Il "retino entomologico", sempre in tale fase, ha addirittura catturato di più delle trappole cromotropiche (Bosio e Rossi, 2001), anche se in questo caso non sono stati considerati i tempi di campionamento.

7. Succhioni presenti lungo il cordone permanente verticale di un vite Foto G. Bogot

Sostanze attive utilizzabili

Le sostanze attive efficaci contro *S. titanus* sono numerose (Carle e Schvester, 1964; Planas, 1987; Carraro e Pavan, 1988; Cazenave e Planas, 1991; Caobelli e Carcereri, 1995; Decoin, 1995; Charayron, 1997; Rousseau, 1997; Stefanelli e Villani, 1997; François *et al.*, 1999; Mori *et al.*, 1999a, 2004; Bassi *et al.*, 2000; Pavan e Stefanelli, 2000; Bosio *et al.*, 2001, 2004; Posenato *et al.*, 2001, 2002; Stefanelli *et al.*, 2002; Cravedi e Mazzoni, 2002; Girolami *et al.*, 2002; Bottura *et al.*, 2003; Mazzoni *et al.*, 2003; Caruso e Mazio, 2004; Mazio e Montermini, 2004; Mori, 2004).

Dal punto di vista pratico gli insetticidi possono essere raggruppati in:

a) prodotti neurotossici;
b) prodotti regolatori di crescita (inibitori della biosintesi della chitina);
c) prodotti "biologici", autorizzati anche nelle aziende a conduzione biologica (Reg. CEE 2092/91 e successive integrazioni) (*tab. 1*).

La scelta delle sostanze attive dovrà considerare il meccanismo di azione dell'insetticida impiegato, il costo del prodotto commerciale, la possibilità di controllare contemporaneamente altri fitofagi e la tossicità nei confronti dell'artropodofauna utile.

Insetticidi di sintesi ad attività neurotossica

Fra i prodotti neurotossici è possibile utilizzare fosforganici, carbammati, piretroidi, etofenprox, indoxacarb e neonicotinoidi (tiametoxam).

I *fosforganici* e i *carbammati* sono efficaci sia contro le forme giovanili sia contro gli adulti e sono caratterizzati da un forte potere abbattente. I formulati microincapsulati sono più persistenti di quelli tradizionali e quindi sono particolarmente adatti alla lotta contro gli adulti provenienti da vigneti non trattati (Posenato *et al.*, 2002). Due trattamenti effettuati con fosforganici nel corso di una stagione vegetativa, in vigneti precedentemente non trattati con insetticidi, sono in grado di ridurre le popolazioni del vettore a livelli molto bassi (Posenato *et al.*, 2001).

I *piretroidi*, compreso l'affine *etofenprox*, sono efficaci sia contro le forme giovanili sia contro gli adulti e sono caratterizzati da elevati potere abbattente e persistenza. Se ne sconsiglia l'uso in vigneti destinati alla produzione di uva in quanto sono particolarmente tossici nei confronti degli acari fitoseidi e di altri predatori, e causano frequentemente pullulazioni indotte di acari tetranichidi (Duso e Pavan, 1986; Mori *et al.*, 1999a; Posenato *et al.*, 2001). Possono invece essere utilmente impiegati nei barbatellai, in quanto da una parte sono poco tossici nei confronti dell'uomo e dall'altra presentano caratteristiche tecniche, quali l'elevata persistenza, che li rendono particolarmente adatti alla lotta contro gli adulti migranti.

Indoxacarb è registrato per l'impiego contro *S. titanus* (Bassi *et al.*, 2000), ma il suo grado di attività è oggetto di discussione. In prove di pieno campo su viti allevate a spalliera l'efficacia è risultata nulla (Bosio *et al.*, 2004) o parziale (Mazzoni *et al.*, 2003); su viti allevate a pergola è invece risul-

tata discreta (dati non pubblicati). In prove effettuate in ambiente confinato (vedi § 1.7.1), indoxacarb è risultato attivo sia contro le forme giovanili sia contro gli adulti, raggiungendo però livelli di efficacia e persistenza poco inferiori a quelli dei fosforganici, solo quando l'insetticida è stato irrorato in presenza della cicalina (dati non pubblicati). Nell'ambito di vigneti allevati a spalliera e trattati due volte all'anno contro *S. titanus*, popolazioni significativamente più elevate della cicalina sono state osservate in quelli che nel primo dei due interventi hanno utilizzato indoxacarb in alternativa a un fosforganico o a flufenoxuron (Pavan *et al.*, 2005). L'efficacia di indoxacarb è maggiore quando colpisce direttamente la cicalina, come risulta sia dai dati raccolti in ambiente confinato (insetticida più attivo se irrorato in presenza della cicalina), sia, indirettamente, da quelli di campo (maggior facilità di irrorare la pagina inferiore delle foglie su pergola che su spalliera). Sulla base dei dati sperimentali sopra esposti è auspicabile utilizzare indoxacarb solo nei vigneti dove vengono effettuati due trattamenti insetticidi all'anno e limitatamente al primo intervento. Questo ultimo, al fine di massimizzare l'efficacia dell'insetticida, andrà effettuato in anticipo rispetto all'epoca in cui vengono utilizzati gli altri prodotti neurotossici in modo da intervenire quando le forme giovanili della cicalina sono più suscettibili e la densità di vegetazione delle viti consente una buona bagnatura della pagina inferiore delle foglie.

I *neonicotinoidi*, quali imidacloprid (Posenato *et al.*, 2002; Mazio e Montermini, 2004) e tiametoxam (AGREA, dati non pubblicati), sono caratterizzati da un ottimo potere abbattente e da un'elevata persistenza. Solo la sostanza attiva tiametoxan è per il momento autorizzata su vite contro *S. titanus.*

Regolatori di crescita di sintesi

Fra i regolatori di crescita sono risultati efficaci due inibitori della biosintesi della chitina: *flufenoxuron* e *buprofezin*.

La loro attività si esplica quasi esclusivamente contro le forme giovanili (Mori *et al.*, 1999a; Bosio *et al.*, 2001; Mazzoni *et al.*, 2003). L'efficacia dei due insetticidi è analoga nei confronti delle prime due età giovanili, mentre la terza età è meglio controllata da buprofezin rispetto a flufenoxuron (Cravedi e Mazzoni, 2002). La loro azione, quella di flufenoxuron in particolare, è lenta, in quanto essi manifestano un'efficacia che si avvicina a quella dei fosforganici solo dopo circa due settimane dal trattamento (Stefanelli e Villani, 1997; Mori *et al.*, 1999a; Mazzoni *et al.*, 2003; Bosio *et al.*, 2004). Se si vogliono eliminare i primi individui della cicalina potenzialmente infettivi (vedi § *Prove di efficacia contro le forme giovanili*), i due regolatori di crescita vanno quindi impiegati a non oltre 15-20 giorni dall'inizio della schiusura delle uova, quando le forme giovanili appartengono quasi tutte alle prime due età. Per lo stesso motivo non è consigliabile utilizzarli in vigneti infetti nel primo anno in cui vengono effettuati interventi insetticidi (Posenato *et al.*, 2001; Cravedi e Mazzoni, 2002; Bosio *et al.*, 2004). Flufenoxuron è risultato efficace anche quando impiegato in agosto-settembre contro le femmine ovideponenti, in quanto ha ridotto di quasi il 90% la presenza di neanidi nella primavera successiva (François *et al.*, 1999).

Flufenoxuron, utilizzato alla dose attualmente riportata in etichetta pari a 100 ml/hl, è risultato meno efficace di buprofezin in prove parcellari (Bosio *et al.*, 2004) e confrontando vigneti diversamente trattati (Bosio *et al.*, 2001; Mazzoni *et al.*, 2003), ma non in prove svolte confinando le forme giovanili su piante in vaso (Stefanelli e Villani, 1997). Flufenoxuron, quando utilizzato a 150 ml/hl per il controllo delle tignole della vite, non ha dato risultati sostanzialmente diversi da quelli di buprofezin nè in prove parcellari (Mori *et al.*, 1999a) nè confrontando vigneti diversamente trattati (Bosio *et al.*, 2001). La minore efficacia di flufenoxuron rispetto a buprofezin, oltre che dalla dose, potrebbe dipendere anche dalla sua minore attività contro le forme giovanili di età maggiore della seconda; opportuno è quindi il consiglio di impiegare questa sostanza attiva in anticipo rispetto a buprofezin (Cravedi e Mazzoni, 2002). In un'indagine triennale svolta in Friuli Venezia Giulia in vigneti ove venivano effettuati due interventi all'anno contro *S. titanus*, la strategia basata sul doppio trattamento con fosforganici e quella in cui il primo fosforganico è stato sostituito da flufenoxuron hanno avuto efficacie non significativamente diverse nel contenimento delle popolazioni della cicalina (Pavan *et al.*, 2005).

Flufenoxuron e buprofezin non sempre sono caratterizzati da selettività nei confronti degli acari fitoseidi e sono risultati tossici nei confronti di insetti predatori quali gli antocoridi (Sterk *et al.*, 1999; Angeli *et al.*, 2000; Girolami *et al.*, 2002). Flufenoxuron, a differenza di buprofezin, è efficace anche contro le tignole della vite ed è in grado di controllare la seconda generazione delle stesse anche quando impiegato in prima epoca, in coincidenza con la prima generazione (Barbieri, 1997; Boselli *et al.*, 2000; Bressan *et al.*, 2002). Una maggiore incidenza di infestazioni da parte di cocciniglie è risultata spesso associata a un uso ripetuto di flufenoxuron (Vari, comunicazioni personali), men-

tre buprofezin presenta una discreta efficacia, anche se lenta, nei confronti di Planococcus spp. (Bedford *et al.*, 1996) e di altre cocciniglie della vite (Pavan *et al.*, 1996; Stefanelli *et al.*, 2004).

Insetticidi utilizzabili in agricoltura biologica

Fra le sostanze attive utilizzabili in agricoltura biologica, le piretrine naturali hanno dato i migliori risultati, miscelate o meno con piperonil-butossido (Stefanelli *et al.*, 2002; Bottura *et al.*, 2003; Bosio *et al.*, 2004; Caruso e Mazio, 2004; Mori *et al.*, 2004). Esse sono caratterizzate da ottimo potere abbattente, ma praticamente possiedono nulla persistenza per cui richiedono un numero di trattamenti più elevato rispetto ai prodotti di sintesi e sono inefficaci nei confronti di adulti provenienti dall'esterno (Bottura *et al.*, 2003; Mori *et al.*, 2004).

Buona è l'attività dell'olio paraffinico che è tossico anche nei confronti di adulti che arrivano sulla vegetazione dopo il trattamento (Stefanelli *et al.*, 2002; Bottura *et al.*, 2003; Mori *et al.*, 2004). La sua efficacia risulta tendenzialmente migliore se viene attivato con piretrine naturali. Tale prodotto può dare problemi di fitotossicità se distribuito in miscela con zolfo.

Discreta, ma significativamente inferiore a quella delle piretrine naturali, risulta l'efficacia di rotenone (Bottura *et al.*, 2003; Mori *et al.*, 2004). Ottima contro le forme giovanili appare invece la miscela rotenone + piretrine naturali (Bottura *et al.*, 2003; Bosio *et al.*, 2004; Mori *et al.*, 2004).

Insetticidi a base di azadiractina hanno evidenziato un'efficacia nulla (Bosio *et al.*, 2004) o limitata (Bottura *et al.*, 2003; Caruso e Mazio, 2004).

Modalità di esecuzione dei trattamenti

Le modalità di esecuzione dei trattamenti sono di fondamentale importanza al fine di massimizzarne l'efficacia.

Sulla base di indicazioni riportate in diversi lavori (per esempio: Bosio *et al.*, 2001, 2004; Bottura *et al.*, 2003; Mori *et al.*, 2004) sono di seguito riassunti alcuni accorgimenti per rendere più efficaci i trattamenti:

a) è indispensabile impiegare elevati volumi d'acqua in modo da bagnare bene la vegetazione, soprattutto quando si utilizzano piretrine naturali e indoxacarb che aumentano di molto la loro efficacia quando colpiscono direttamente la cicalina;
b) gli ugelli dell'irroratrice devono essere orientati anche verso la parte inferiore delle piante, dove sono concentrate le forme giovanili;
c) prima del trattamento è opportuno asportare tutti i succhioni basali a eccezione di quelli che possono venire adeguatamente irrorati dalla miscela insetticida, in modo da favorire la concentrazione della maggioranza delle forme giovanili su questi ultimi (pratica utile soprattutto su viti allevate a parete orizzontale, quali la pergola, in quanto su queste i succhioni rappresentano l'unica vegetazione prossima al suolo);
d) le piretrine naturali andrebbero distribuite la sera o con cielo coperto per limitare la degradazione da parte della componente ultravioletta della luce;
e) quando si utilizzano piretrine naturali e rotenone è bene acidificare l'acqua in modo da ottenere un pH di 6-6,5;
f) è preferibile non utilizzare gli insetticidi in miscela con anticrittogamici.

Strategie di lotta insetticida

Le strategie di lotta insetticida da adottare varieranno in relazione alle finalità produttive del vigneto e alla presenza e incidenza della malattia.

Vigneti convenzionali per la produzione di uve da vino

In tali vigneti l'obiettivo della lotta insetticida sarà quello di evitare danni economici. Le strategie di intervento varieranno in funzione della presenza e incidenza di FD.

• *A.1. Vigneti in cui FD non è ancora presente*

Quando FD non è ancora presente, la convenienza economica di effettuare trattamenti preventivi risiede nell'evitare gravi epidemie qualora la malattia si insedi. Infatti, come già detto, le aree viticole maggiormente danneggiate da FD sono state quelle in cui la pressione insetticida era meno forte. Le aree viticole dove è conveniente attuare una lotta preventiva sono soprattutto quelle contigue ad aree già infette.

In tali aree, non essendoci ancora la necessità di intervenire precocemente per eliminare le prime forme giovanili potenzialmente infettive, è sufficiente effettuare un unico trattamento insetticida all'anno. Qualora si utilizzino insetticidi neurotossici, il trattamento andrà effettuato verso la fine della schiusura delle uova del vettore in coincidenza con il trattamento contro la seconda generazione delle tignole della vite. Se si utilizzano buprofezin o flufenoxuron, questi andranno posizionati nel momento di maggiore efficacia che coincide con la massima presenza di forme giovanili delle prime due età (pre-fioritura o immediata post-fioritura). L'utilizzo di flufenoxuron in tale fase è anche garanzia di controllo della seconda genera-

zione delle tignole della vite (Barbieri, 1997; Boselli *et al.*, 2000; Bressan *et al.*, 2002).

Tale strategia preventiva, antieconomica nel breve periodo e con negativi effetti eco-tossicologici, ha dato ottimi risultati nel contenimento di FD; ad esempio, in Friuli Venezia Giulia la malattia, nelle nuove aree in cui si è via via insediata, non ha mai causato danni di rilevanza economica nei vigneti che erano stati preventivamente trattati (Servizio fitosanitario regionale, dati non pubblicati). È comunque stato dimostrato che la lotta insetticida contro il vettore riduce in modo significativo l'incidenza della malattia in un vigneto anche quando viene iniziata nell'anno in cui vengono osservate le prime viti con sintomi (Posenato *et al.*, 2001).

• *A.2. Vigneti in cui FD è presente*

Dove la malattia è già insediata, i trattamenti hanno lo scopo di ridurre sia le nuove infezioni sia le reinfezioni.

Nei vigneti in cui l'incidenza della malattia è elevata e ci si trova nella fase epidemica bisogna esercitare una forte pressione insetticida, in quanto il rischio di nuove infezioni è maggiore in presenza di molte viti infette che fungono da inoculo. In tali aree è necessario effettuare due interventi insetticidi all'anno posizionati contro le forme giovanili:

- il primo 15-30 giorni dopo l'inizio della schiusura delle uova;
- il secondo pochi giorni prima del previsto termine della schiusura delle uova, ovvero in coincidenza con la comparsa dei primi adulti, epoca che può coincidere con il trattamento contro la seconda generazione delle tignole della vite.

In tali vigneti un terzo trattamento è sicuramente antieconomico; in Veneto, infatti, due soli trattamenti insetticidi all'anno, ancorché posizionati sulla seconda e terza generazione delle tignole della vite, hanno avuto la stessa efficacia nel ridurre la percentuale di nuove piante ammalate di tre trattamenti primaverili-estivi posizionati secondo il ciclo di *S. titanus* (Posenato *et al.*, 1996b).

Il primo intervento può essere effettuato sia con inibitori della biosintesi della chitina (buprofezin e flufenoxuron), sia con insetticidi neurotossici. I due regolatori di crescita, flufenoxuron in particolare, andranno utilizzati precocemente, quando sono presenti soprattutto forme giovanili delle prime due età, cioè non oltre l'immediata post-fioritura. I fosforganici e gli altri neurotossici andranno impiegati alla comparsa della quarta età giovanile.

Per il secondo intervento è opportuno impiegare fosforganici. È preferibile non utilizzare piretroidi, soprattutto nelle aree viticole in cui è presente un buon equilibrio fra acari tetranichidi (ragnetti) e acari predatori fitoseidi (Duso e Pavan, 1986; Mori *et al.*, 1999a; Posenato *et al.*, 2001). Sarà inoltre opportuno non effettuare su larga scala una pressione selettiva a base di un solo gruppo di sostanze attive per ridurre il rischio di selezionare popolazioni di fitofagi resistenti, come recentemente verificatosi nella zona del Soave, dove sono state osservate popolazioni di Empoasca vitis (Göthe) resistenti ai fosforganici (Girolami *et al.*, 2001).

Nei vigneti infetti in cui le nuove piante ammalate sono ormai poche e le popolazioni del vettore sono basse, è possibile ridurre il numero di trattamenti insetticidi efficaci contro *S. titanus* a uno all'anno e in prospettiva adottare strategie di lotta integrata che prevedano interventi posizionati soprattutto in funzione del controllo delle tignole della vite (Girolami *et al.*, 2002). Naturalmente dovrà essere sempre monitorata attentamente la presenza di FD e di *S. titanus*, in modo da aumentare prontamente la pressione insetticida qualora necessario. Al fine di stabilire la pressione insetticida necessaria al contenimento di FD, potrebbe anche essere determinata una densità del vettore al di sotto della quale la probabilità di nuove infezioni è molto bassa, per cui ulteriori riduzioni delle popolazioni di *S. titanus* risultano inutili (Girolami, 2000).

Vigneti per la produzione di materiale vivaistico

Il vivaismo è responsabile della diffusione di FD a grandi distanze e per questo la normativa fitosanitaria ha imposto rigidi controlli su tale attività (Frausin *et al.*, 2000).

Per ridurre i rischi di diffusione della malattia tramite innesto, nelle aree viticole ad attività vivaistica, oltre al monitoraggio sulla presenza della malattia, è stata esercitata, sin dalle prime segnalazioni di FD in Friuli Venezia Giulia, un'elevata pressione di lotta insetticida contro il vettore (Frausin *et al.*, 2000). Negli impianti collegati a tale attività (vigneti di piante madri e barbatellai) la lotta contro *S. titanus* deve mirare alla "eradicazione" dell'insetto, dovendosi evitare non solo la diffusione della malattia, ma anche il suo semplice instaurarsi. In tali vigneti è quindi necessario effettuare una forte pressione insetticida, soprattutto se questi si trovano in aree contigue a quelle già infette. In Veneto e Friuli Venezia Giulia sono obbligatori tre interventi insetticidi (due contro le forme giovanili e uno adulticida). Quest'ultimo trattamento può coincidere con quello contro la terza generazione delle tignole della vite. Nei barbatellai i trattamenti possono venir

effettuati anche con piretroidi (vedi § *Insetticidi di sintesi ad attività neurotossica*).

Vigneti per la produzione di uve biologiche e piccoli vigneti familiari

Nei vigneti a conduzione biologica, come pure in piccoli vigneti vicini alle abitazioni, non è possibile (vigneti "biologici") o non è auspicabile (vigneti "familiari") utilizzare insetticidi organici di sintesi.

In tali vigneti le finalità della lotta insetticida sono analoghe a quelle dei vigneti convenzionali, ma i mezzi a disposizione sono più limitati. In pratica una buona efficacia è garantita solo dalle piretrine naturali, che sono però molto poco persistenti. L'attività insetticida può venir prolungata miscelando le piretrine naturali con olio bianco (vedi § *Sostanze attive utilizzabili*). Nell'ambito di strategie di lotta integrata, e per sopperire ai limiti della lotta insetticida, in tali vigneti debbono anche venir utilizzati al meglio i mezzi di lotta agronomica (vedi § *Lotta agronomica*).

Valutazione dell'efficacia dei trattamenti insetticidi nel contenimento di S. titanus

La valutazione dell'efficacia dei trattamenti insetticidi nei confronti di *S. titanus* presenta alcune difficoltà:

a) *S. titanus*, se confrontato con altri fitofagi, non raggiunge popolazioni molto elevate e quindi non è sempre facile effettuare prove di pieno campo;

b) nelle aree viticole interessate da FD è spesso difficile trovare vigneti non trattati con insetticidi;

c) la cicalina ha una distribuzione molto aggregata: il coefficiente angolare delle "*power low*" di Taylor (1961) è risultato variare da 1,32 a 1,48, considerando gli adulti catturati per trappola cromotropica (Jermini *et al.*, 1993; Bosco *et al.*, 1997), e pari a 1,24 in relazione alle forme giovanili per foglia basale (Pavan, dati non pubblicati). Ciò implica la necessità di considerare un elevato numero di unità di campionamento sia per avere una stima abbastanza precisa delle popolazioni sia perché eventuali differenze fra tesi a confronto risultino statisticamente significative.

Prove di efficacia contro le forme giovanili

Considerato che le forme giovanili presentano una mobilità notevolmente inferiore rispetto agli adulti, ove la densità di popolazione della cicalina è relativamente elevata è possibile effettuare prove di pieno campo. Le prove andranno possibilmente impostate a blocchi randomizzati con quattro ripetizioni. Considerata la relativa mobilità delle forme giovanili, le parcelle dovranno essere sufficientemente ampie (per esempio, 3 filari e 14 piante per filare, Mazzoni *et al.*, 2003) e i campionamenti interessare le piante centrali di ogni parcella. Le forme giovanili andranno osservate nella zona della pianta più infestata che consente una stima più efficiente delle popolazioni (Karandinos, 1976). Quando possibile, i campionamenti andranno pertanto effettuati sui succhioni posti alla base delle viti (Bosio *et al.*, 2001; Posenato *et al.*, 2001; *fig. 3*). In assenza di succhioni, e soprattutto da fine giugno, si dovranno campionare i germogli posti alla base dei capi a frutto. Nelle prove riportate in letteratura in alcuni casi l'unità di campionamento era costituita dal germoglio tal quale (Mori *et al.*, 1999a; Posenato *et al.*, 2001), mentre in altri casi da una foglia basale per germoglio (Carraro e Pavan, 1988; Bosio *et al.*, 2001, 2004; Mazzoni *et al.*, 2003). I campionamenti, per stimare la densità di popolazione della cicalina, andranno effettuati immediatamente prima del trattamento (T+0) e in più momenti successivi (per esempio, T+1, T+7, T+15, T+30 = 1, 7, 15, 30 giorni dopo il trattamento) in modo da valutare il potere abbattente, la rapidità di azione e la persistenza dei prodotti a confronto (Mori *et al.*, 1999a; Bottura *et al.*, 2003) (*fig. 3*).

Quando la densità delle popolazioni in campo è bassa si possono confinare le forme giovanili, mediante manicotti di rete a tenuta di insetto posti sopra germogli di viti allevate in vaso sotto screenhouse e precedentemente trattate con insetticidi (Stefanelli e Villani, 1997; *foto 6*). I manicotti devono essere di forma cilindrica sia per evitare che le forme giovanili muoiano imprigionate fra le pieghe sia per agevolare i campionamenti. Per confrontare correttamente l'attività dei diversi insetticidi, le forme giovanili poste all'interno dei manicotti debbono essere coetanee. Prove di questo tipo consentono di valutare non solo l'efficacia delle sostanze attive sulle diverse età giovanili, ma anche la loro persistenza, confinando le forme giovanili (almeno 10 per manicotto) sulle piante in momenti via via successivi al trattamento. Per valutare l'importanza di irrorare direttamente gli insetti, le forme mobili possono venir inserite all'interno del manicotto prima del trattamento. I campionamenti per stimare la mortalità andranno effettuati in più momenti successivi al trattamento (per esempio, dopo 1, 3, 7, 15 giorni). Dovranno essere previste quattro ripetizioni per tesi e ognuno dei manicotti appartenenti alla stessa tesi dovrà preferibilmente essere posto su quattro piante diverse

trattate le une indipendentemente dalle altre. Ad ogni campionamento verranno contati gli individui vivi e quindi stimata la mortalità.

Prove di efficacia contro gli adulti

La valutazione dell'attività di un insetticida nei confronti degli adulti di *S. titanus* risulta difficile in prove parcellari di pieno campo, oltre che per i motivi precedenti, anche a causa dell'elevata mobilità degli adulti che possono ricolonizzare rapidamente le parcelle trattate.

Per tale motivo è stato messo a punto un metodo sperimentale che prevede il confinamento degli adulti o in campo su germogli di vite, mediante manicotti di tulle (Stefanelli *et al.*, 1994; Posenato *et al.*, 2002), o sotto screenhouse su viti allevate in vaso, mediante manicotti in rete a tenuta d'insetto (Bottura *et al.*, 2003; Posenato *et al.*, 2002; Mori *et al.*, 2004). Gli adulti possono venir confinati sulle viti sia prima sia dopo il trattamento, non appena la vegetazione si è asciugata, per valutare l'importanza di irrorare o meno gli insetti (Mori *et al.*, 2004). Tali metodi possono consentire di mettere in luce non solo il potere abbattente e la persistenza di un insetticida, ma anche la sua eventuale repellenza (Stefanelli *et al.*, 1994). Tale caratteristica è positiva se si considera l'effetto su adulti che arrivano dall'esterno, ma potrebbe essere negativa in relazione agli adulti già presenti nei vigneti che, indotti in un primo momento a portarsi sulla vegetazione circostante per sfuggire all'attività dell'insetticida, successivamente ricolonizzerebbero le viti. È noto, infatti, che *S. titanus* può nutrirsi e sopravvivere per brevi periodi su molte piante legnose presenti nella vegetazione che circonda i vigneti (Schvester *et al.*, 1962b).

Confronto fra vigneti diversamente trattati

L'efficacia di diverse strategie (tipo e numero di trattamenti) può venir valutata anche confrontando gruppi di vigneti omogenei (numero di anni da cui si tratta, numero di trattamenti per anno, sostanze attive utilizzate) (Bosio *et al.*, 2001; Mazzoni *et al.*, 2003; Pavan *et al.*, 2005).

Per valutare l'efficacia dei trattamenti effettuati in prima epoca (inizio giugno) con le diverse sostanze attive, bisogna stimare la densità di popolazione delle forme giovanili effettuando un campionamento prima del trattamento e uno dopo 2-3 settimane (Bosio *et al.*, 2001). Il confronto sarà fatto sulla riduzione percentuale delle popolazioni delle forme giovanili. Tali campionamenti risultano poco utili quando le popolazioni sono molto basse (per esempio, vigneti trattati da più anni).

Per confrontare l'efficacia di diverse strategie di lotta (numero di trattamenti all'anno e sostanze attive diverse) è possibile stimare le popolazioni degli adulti con trappole cromotropiche o con retino entomologico (Bosio *et al.*, 2001). Per quanto esposto in precedenza sul monitoraggio degli adulti, è più pratico ed efficiente utilizzare trappole cromotropiche. Sarebbe ottimale installare le trappole all'inizio dei voli e sostituirle a cadenza settimanale per tutto il periodo di volo, ma un buon compromesso, al fine di ridurre i costi, è quello di installare le trappole una sola volta nel periodo di massima cattura degli adulti (ultima decade di luglio-seconda di agosto) (Pavan *et al.*, 2005).

Valutazione efficacia trattamenti insetticidi nel contenimento FD

Lo scopo principale della lotta è il contenimento di FD tramite l'abbattimento delle popolazioni del vettore. L'efficacia dei trattamenti nel contenimento della malattia si valuta confrontando l'andamento di FD in vigneti diversamente trattati (numero e tipo di interventi) (Posenato *et al.*, 1996b; Belli *et al.*, 1997).

Volendo seguire i criteri della lotta integrata e guidata è opportuno non solo valutare l'efficacia, ma anche la convenienza economica dei trattamenti che dipenderà dal costo della lotta e dagli incrementi in termini di produzione lorda vendibile.

LOTTA AGRONOMICA

La lotta agronomica rappresenta non tanto un'alternativa alla lotta chimica quanto un mezzo che si deve aggiungere al primo nell'ambito di strategie di difesa integrata. In quanto privo di effetti collaterali negativi di tipo eco-tossicologico, tale mezzo di controllo va incentivato.

Eliminazione dei tralci con S. titanus svernante

S. titanus sverna come uovo quasi esclusivamente sul legno di due anni (Schvester *et al.*, 1962b; Vidano, 1964), che viene in buona parte asportato durante la potatura secca. Se il legno di potatura viene lasciato in campo le uova schiudono e le forme giovanili possono, grazie alla loro mobilità, colonizzare le viti a partire dalle foglie più vicine al suolo e, in particolare, da quelle dei succhioni presenti nella parte bassa del cordone verticale permanente delle viti. Se il legno viene allontanato dal vigneto è evidente che le potenziali popolazioni

della cicalina vengono drasticamente ridotte (Carle e Schvester, 1964). L'adozione di tale pratica è più importante nei vigneti dove la lotta insetticida non può essere ottimale, come in quelli delle aziende a conduzione biologica (Rousseau, 1997).

Eliminazione dei succhioni

Nel periodo primaverile-estivo, come detto precedentemente, le forme giovanili di *S. titanus* presentano le densità più elevate sui succhioni posti nelle parti basse delle piante. Tale distribuzione spaziale non dipende dai siti di svernamento della cicalina, in quanto solo raramente le femmine per deporre le uova utilizzano legno di età superiore ai due anni (Schvester *et al.*, 1962b; Vidano, 1964), ma dal fatto che le forme giovanili cadute a terra ricolonizzano le viti a partire dai succhioni basali o dai germogli prossimi al terreno (Lozzia, 1992; Cravedi *et al.*, 1993; Posenato *et al.*, 2001; Bosio *et al.*, 2001). La tendenza delle forme giovanili a spiccare salti, se disturbate, cadendo verso il basso, è evidente quando si tocca una foglia o un germoglio infestato e quando si usano metodi di monitoraggio quali lo strumento "scuotitore-raccoglitore". L'azione meccanica del vento o della pioggia, ma anche lo scuotimento della vegetazione causato dai trattamenti antiparassitari, potrebbero essere fattori che favoriscono la caduta a terra delle forme giovanili.

La scacchiatura ripetuta dei fusti, impedendo una facile colonizzazione delle viti da parte delle forme giovanili, si ritiene possa contribuire alla riduzione delle popolazioni della cicalina (Rousseau, 1997). Bisogna comunque tenere presente che, oltre ai succhioni, anche i germogli portati da rami di un anno possono essere colonizzati dalle forme giovanili cadute a terra se sono prossimi al terreno. La scacchiatura potrebbe essere più efficace se effettuata in coincidenza con l'inizio della schiusura delle uova, in quanto le prime età giovanili da una parte sono più vulnerabili e dall'altra hanno maggior difficoltà a colonizzare i germogli portati da rami di un anno, essendo questi ancora distanti dal terreno. Sulle forme di allevamento a parete orizzontale (per esempio, pergola) la colonizzazione delle viti sarà più difficile, essendo la vegetazione più distante dal livello del terreno (Bottura *et al.*, 2003). Bisogna comunque tener presente che le forme giovanili di *S. titanus* sono in grado di sopravvivere nutrendosi per lunghi periodi su diverse piante erbacee (Caudwell *et al.*, 1970) e pertanto, una volta cadute a terra, non necessitano dell'immediata disponibilità di foglie di vite.

Eliminazione dei vigneti abbandonati e delle viti inselvatichite

I vigneti abbandonati e le viti inselvatichite (generalmente viti americane derivanti da ricacci di portinnesti) non vengono trattati con insetticidi e possono ospitare popolazioni più o meno elevate del vettore (Schvester *et al.*, 1962b; Carle e Schvester, 1964; Vidano, 1964). Queste ultime possono sia ricolonizzare i vigneti trattati sia infettarne le viti. È opportuno ricordare che possono essere infetti non solo le viti europee presenti nei vigneti abbandonati, ma anche i portinnesti inselvatichiti sintomatici o meno (Moutous, 1977; Caudwell *et al.*, 1994).

La pericolosità di tali viti è tanto più elevata quanto più sono vicine ai vigneti trattati con insetticidi. In Francia, proprio per tali motivi, è stata sin dall'inizio resa obbligatoria l'eliminazione dei vigneti abbandonati e delle viti inselvatichite (Carle e Schvester, 1964; Planas, 1987).

Recenti indagini effettuate in Italia hanno comunque messo in luce che i vigneti di vite europea abbandonati e le viti inselvatichite ospitano normalmente popolazioni di *S. titanus* molto inferiori a quelle dei vigneti di vite europea coltivati, ma non trattati con insetticidi (Mori, 2004; Pavan *et al.*, 2005).

Estirpo delle viti sintomatiche

Poiché, a parità di densità delle popolazioni di *S. titanus*, la probabilità di avere nuove piante ammalate dipende dalla proporzione di individui infetti e questa, a sua volta, dalla percentuale di viti ammalate (inoculo) (Bressan *et al.*, 2003), l'efficacia di un trattamento insetticida nel ridurre l'incidenza di FD dovrebbe aumentare se vengono estirpate le viti sintomatiche (Schvester, 1969). L'estirpo delle viti infette, al primo manifestare dei sintomi, potrebbe ridurre la percentuale di vettori infetti che possono trasmettere il fitoplasma già nel corso della stessa annata. Normalmente però l'estirpo delle viti viene effettuato durante il riposo vegetativo, allo scopo di ridurre l'inoculo nell'annata successiva.

La convenienza di estirpare le viti deve comunque tener conto della possibilità che le viti risanino (Girolami, 2000; Osler *et al.*, 2002). L'utilità di tale pratica è infatti tanto minore quanto più le viti risanano. Nelle viti diventate asintomatiche normalmente non viene più rilevato il fitoplasma (Osler *et al.*, 2002) e le forme giovanili che si nutrono su esse non risultano infettive (Schvester *et al.*, 1969).

LOTTA BIOLOGICA CONTRO IL VETTORE

Come per altri fitofagi esotici, introdotti in tempi relativamente recenti nel nostro Paese, anche per *S. titanus* il controllo biologico naturale da parte di entomofagi indigeni è limitato e sicuramente non sufficiente a mantenere le popolazione del vettore a livelli non dannosi.

Entomofagi indigeni (imenotteri mimaridi e driinidi, ma anche ragni e insetti predatori) si sono comunque adattati a *S. titanus* (Schvester *et al.*, 1962a; Carle, 1965; Alma e Arzone, 1994; Arzone e Alma, 1994; Rousseau, 1997; Malausa *et al.*, 2003).

Sono state anche ipotizzate strategie di lotta biologica con rilasci inondativi di imenotteri mimaridi indigeni (Sutre e Fos, 1997).

Recentemente sono stati individuati nel nord America e importati in Francia numerosi parassitoidi di *S. titanus* (imenotteri driinidi, ditteri pipunculidi e imenotteri oofagi), che sono oggetto di studio in ambiente confinato prima della loro liberazione in campo (Malausa *et al.*, 2003).

Dal punto di vista pratico, sempre che questi entomofagi vengano liberati e riescano ad affermarsi, sarà comunque importante verificare se i nuovi equilibri biologici determineranno densità di popolazione di *S. titanus* economicamente non dannose. Il fatto che nelle aree in cui sono stati raccolti i parassitoidi le popolazioni della cicalina hanno basse densità autorizza un moderato ottimismo.

7.5 Conclusioni e prospettive

Ruggero Osler

La Flavescenza dorata (FD) della vite è giustamente ritenuta la malattia più grave e preoccupante fra quelle che rientrano nel gruppo dei giallumi della vite (GY) causati da fitoplasmi. Infatti, come è stato riferito nella sezione "Epidemiologia" di questo elaborato, FD è fortemente epidemica, può essere distruttiva per la vite e la sua produzione e può colpire moltissime varietà, forse tutte quelle più coltivate. È di recente introduzione in Europa (anni cinquanta in Francia) e pertanto non sussistono fenomeni di selezione e di adattamento patogeno/ospite vegetale. Anche il vettore è di origine neartica e non si conoscono ancora, in Europa, suoi competitori efficaci. FD e il suo vettore sono presenti nel Nord Italia, Toscana inclusa, ma è in atto una progressione spaziale di entrambi, in nuove zone.

Fin dagli anni cinquanta, ma soprattutto dopo il 1980, le ricerche su questa malattia sono state fortemente incentivate, sia a livello internazionale che nazionale che regionale. L'eziologia di FD è certa e ampie sono le informazioni sulle caratteristiche del fitoplasma causale, incluse quelle genetiche. Anche la diagnosi di FD è certa e precisa, specialmente quella molecolare (ormai applicata di routine).

Buone sono le conoscenze sull'ecologia del vettore e anche sulle caratteristiche della trasmissione del fitoplasma nonché sulla relazioni fondamentali patogeno/pianta ospite.

È nota la difficoltà della trasmissione di FD attraverso l'innesto al tavolo; si conosce la lunghezza media del periodo di incubazione della malattia in vite.

Di conseguenza – traspare con evidenza anche dal presente elaborato – si conoscono sufficientemente l'epidemiologia della malattia e i suoi parametri fondamentali. Sono state svolte esperienze e osservazioni anche sulla termoterapia e sul fenomeno del "recovery".

Per quanto concerne la possibilità di difesa, sembra corretto affermare che innumerevoli sono gli esempi ove la malattia è stata frenata nella sua diffusione (in Italia e all'estero) in seguito all'adozione di strategie e di interventi idonei (specialmente mirati alla lotta al vettore, e alla distruzione delle viti infette). Non si può sottacere che in altri casi gli interventi sono stati tardivi e la malattia è sfuggita al controllo.

Attualmente, le conoscenze acquisite sulla malattia e le esperienze maturate nell'ambito della prevenzione, consentono di affermare che FD, se monitorata adeguatamente e fronteggiata per tempo, non deve essere più un problema grave. Lo si sta dimostrando in Friuli Venezia Giulia e in Trentino: in entrambi i casi, FD si è affacciata nei rispettivi territori con notevole ritardo rispetto ad altre Regioni, anche confinanti; è stato, pertanto, possibile fronteggiare la malattia fin dall'inizio, evitando, finora, rilevanti epidemie. A commento di questi risultati, si vuole ribadire l'importanza, fondamentale, dell'organizzazione generale dei programmi di intervento: questi devono coinvolgere Enti pubblici, Istituti scientifici e tecnici, Consorzi e Cooperative di produttori.

In ambito nazionale – lo si ricorda anche qui – si sta riscontrando una sensibile diminuzione nella frequenza della malattia, proprio nelle regioni che avevano subito i danni maggiori negli anni novanta.

È comunque vero che si tratta di una malattia epidemica; che permangono forme di pericolose endemie laddove si sono esaurite le epidemie; nuove epidemie possono nascere dall'arrivo (in-

controllato) di vettori; differenti biotipi – patotipi – genotipi di FD possono riavviare epidemie anche in zone precedentemente già infette.

Nuove infezioni, anche a distanze ragguardevoli, possono essere innescate attraverso l'introduzione di materiale vegetale infetto. Da qui l'importanza dell'adozione di severe misure per la produzione di barbatelle. Ma gli scoppi epidemici sono da attribuire all'attività dei vettori locali.

Secondo un parere abbastanza condiviso nella comunità scientifica, oggi si dispone di conoscenze, di mezzi e di tecniche che dovrebbero essere idonei a evitare situazioni della gravità registrata in passato. Purché non si abbassi eccessivamente la guardia.

Si è detto che si tratta di una malattia complessa. Per quanto concerne l'eziologia, recenti studi basati sui geni ribosomiali, hanno messo in rilievo la presenza di genotipi diversi di FD, in zone diverse e in periodi diversi. Non si conosce ancora la rilevanza pratica di questi biotipi di FD e il loro impatto sull'epidemiologia della malattia.

Ma anche altri aspetti fondamentali della fitopatia restano ancora da approfondire, come:

- il "recovery";
- i fattori precisi che influenzano la genesi ma soprattutto l'estinzione delle epidemie;
- i rapporti patogeno/cicalina vettore;
- i rapporti patogeno/pianta ospite;
- l'influenza di endofiti su FD;
- la possibilità di fenomeni di "Resistenze acquisite sistemiche" (SAR) in viti infette;
- la resistenza/tolleranza di genotipi di viti a FD.

Tutto questo suggerisce che si deve insistere nella ricerca su questa malattia, possibilmente attraverso progetti nazionali, coordinati, a continuazione di quello del Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, attualmente in corso.

Bibliografia

AHRENS U., SEEMÜLLER E. (1992) - *Detection of plant pathogenic mycoplasmalike organism by a polymerase chain reaction that amplifies a sequence of the 16S rRNA gene*. Phytopathology, 82: 828-832.

ALMA A., ARZONE A. (1994) - *Adattamento di Driinidi paleartici al Cicadellide neartico* Scaphoideus titanus *Ball. (Auchenorrhyncha Cicadellidae)*. In Atti Conv. "Lotta biologica" [Acireale (CT), 28 novembre 1991], pp. 83-87.

ANGELI G., FORTI D., MAINES R. (2000) - *Side-effects of eleven insect growth regulators on the predatore bug* Orius laevigatus *Fieber (Heteroptera: Anthociridae)*. Bulletin OILB/SROP, 23 (9): 85-92.

ANGELINI E., CLAIR D., BORGO M., BERTACCINI A., BOUDON-PADIEU E. (2001) - *Flavescence dorée in France and Italy. Occurence of closely related phytoplasma isolates and their near relationships to Palatinate grapevine yellows and an alder yellows phytoplasma*. Vitis, 40: 79-86.

ANGELINI E., NEGRISOLO E., CLAIR D., BORGO M., BOUDON-PADIEU E. (2003) - *Phylogenetic relationships among flavescence dorée strains and related phytoplasmas determined by heteroduplex mobility assay and sequence of ribosomal and non ribosomal DNA*. Plant Pathol., 52: 663-672.

ANGELINI E., SQUIZZATO F., LUCCHETTA G., BORGO M. (2003) - *Identification of a grapevine flavescence dorée-C phytoplasma and two deletion mutans in Clematis*. Proc. 14th Meeting of the International Council for the Study of Virus and Virus-like Diseases of the Grapevine (ICVG) [Locorotondo (BA-Italy), September 12-17, 2003], pp. 60-61.

ANGELINI E., SQUIZZATO F., LUCCHETTA G., BORGO M. (2004) - *Detection of a phytoplasma associated with grapevine flavescence dorée in* Clematis vitalba. Europ. J. Plant Pathol., 110: 193-201.

ARZONE A., ALMA A. (1994) - *Indagini su parassitoidi oofagi di S*caphoideus titanus *Ball. (Auchenorrhyncha Cicadellidae)*. In Atti Conv. "Lotta biologica", [Acireale (CT), 28 novembre 1991], pp. 83-87.

BAGARD A. (1987) - *La flavescence dorée dans le vignoble corse*. In Atti Conv. Int. "La Flavescenza dorata della vite" [Vicenza-Verona, 28-29 maggio 1987], pp. 69-90.

BAKER K.F. (1962) - *Thermotherapy of planting material*. Phytopathology, 52: 1244-1255.

BARBA M., BOCCARDO G., CARRARO L., DEL SERRONE P., ERMACORA P., FIRRAO G., GIUNCHEDI L., LOI N., MALFITANO M., MARCONE C., MARZACHÌ C., MUSETTI R., OSLER R., PALMANO S., POGGI POLLINI C., RAGOZZINO A. (1998) - *Confronto di differenti tecniche di diagnosi applicate al rilevamento di fitoplasmi in pomaceee*. Notiziario sulla protezione delle piante, 9: 263-278.