

La flavescenza dorata e la sua gestione nel vigneto: contenere la malattia ed evitare ulteriore propagazione

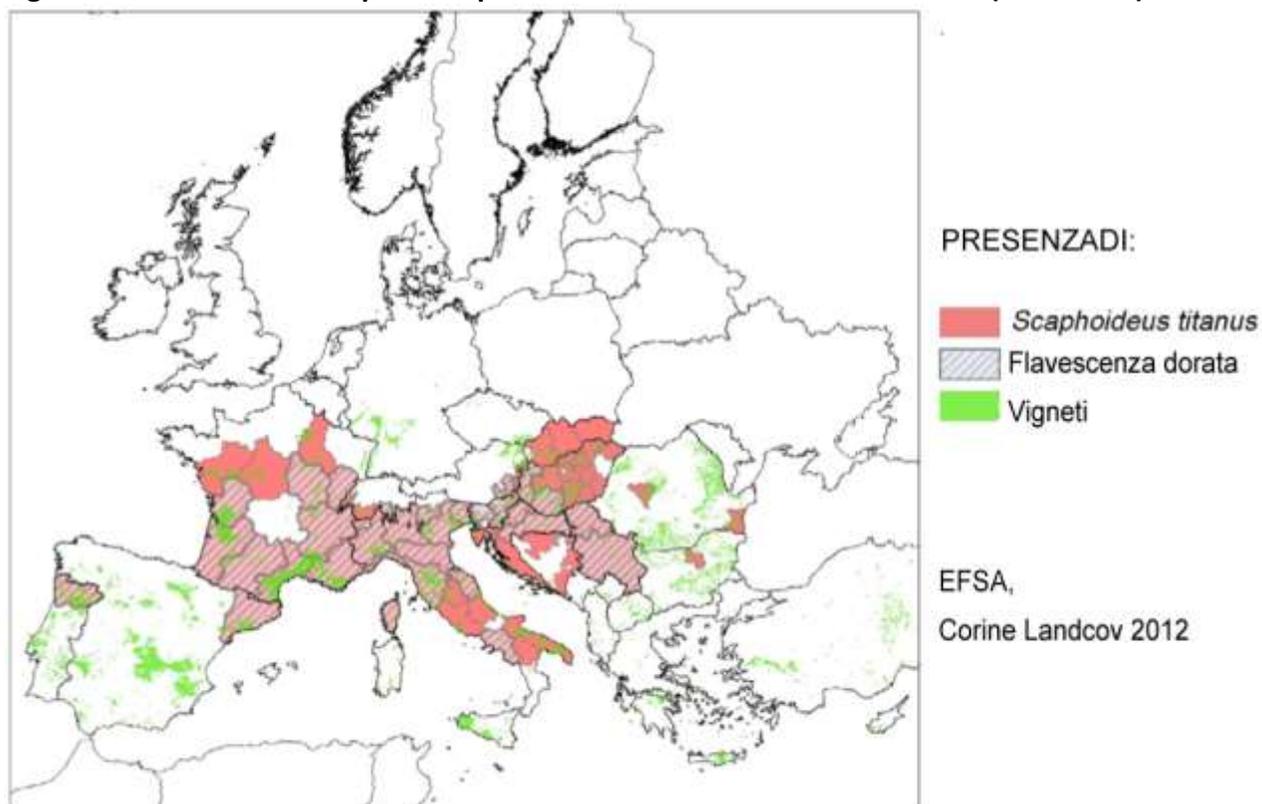
Introduzione

La Flavescenza dorata (FD) è una malattia grave, appartenente al gruppo dei giallumi della vite (GY) e segnalata fin dagli anni '50 in Francia, in seguito malattie simili sono state individuate in altre regioni Europee (per esempio lo Stolbur). La malattia, causata da un fitoplasma il quale è considerato organismo da quarantena (presente nell'Allegato II, parte A, sezione II della Direttiva comunitaria 2000/29/CE e anche nella lista A2 della EPPO, European and Mediterranean Plant Protection Organization), è una delle più dannose malattie della vite in Europa, con conseguenze economiche importanti per i paesi produttori di vino. Il più noto vettore della FD è una cicalina strettamente associata alla vite che è in grado di trasmettere il fitoplasma. FD provoca conseguenze gravi, perdita di produzione e decadimento delle piante. Senza le adeguate misure di controllo la malattia si diffonde rapidamente, potendo interessare anche la totalità delle viti in un appezzamento nel giro di qualche anno. Nonostante i controlli obbligatori per questa malattia in Europa, essa è in continua espansione e richiede un monitoraggio costante del territorio al fine di individuare nuove aree infette.

Diffusione in Europa e ulteriori diffusioni della FD e del suo vettore

Il principale vettore della FD, *Scaphoideus titanus*, è stato introdotto in Europa dal Nord America negli anni '50 (Papura et al., 2012). La sua introduzione è stata attribuita all'introduzione di viti dal Nord America. Comunque, *S. titanus* potrebbe essere stato presente fin dal 1927, ma con livelli di popolazione e distribuzione spaziale ridotta tali da non consentire l'iscrizione della specie nelle liste di presenza. La colonizzazione dei vigneti europei da parte di *S. titanus* è un fenomeno attualmente in corso, in quanto l'insetto si è diffuso dalla Francia alle più importanti zone viticole europee e tuttora è diffuso abbondantemente nelle regioni viticole da occidente ad oriente, dal Portogallo alla Serbia e dal Nord della Francia al sud dell'Italia. La distribuzione di *S. titanus* in Europa è molto più estesa di quella del fitoplasma, essendo presente anche in zone dove FD non è ancora fortunatamente presente (es. Spagna del Nord o in Alsazia in Francia). La prima epidemia di FD è stata segnalata in Francia nel 1957 da Caudwell, e in seguito la malattia si è diffusa rapidamente nelle altre regioni viticole europee. Tutt'oggi il fitoplasma della Flavescenza dorata è presente nei Paesi maggiori produttori di vino in Europa, tra cui Austria, Croazia, Francia, Ungheria, Italia, Portogallo, Slovenia, Spagna, Svizzera e Serbia (Fig. 1). In alcuni di questi Paesi la presenza del fitoplasma è limitata ad alcune aree geografiche. La diffusione della malattia in Europa è fortemente legata alla diffusione del suo vettore *Scaphoideus titanus*, a sua volta legata alla dispersione di popolazioni introdotte in una certa area e in seguito ad attività antropiche (Pavan et al., 1997; Bertin et al., 2007; Papura et al., 2009). La diffusione di *Scaphoideus titanus* potrebbe non essere ancora terminata: popolazioni di *S. titanus* potrebbero essersi stabilite nel Nord Europa o in Cina a causa delle condizioni climatiche favorevoli in queste aree (Maixner, 2005; Steffek et al., 2007).

Figura 1: Diffusione in Europa di *Scaphoideus titanus* e Flavescenza dorata (EFSA 2016)



Sintomi e conseguenze di FD

La vite infetta da Flavescenza dorata mostra sintomi che non sono distinguibili da altre malattie da fitoplasma ascrivibili al gruppo dei giallumi della vite (GY) in particolare il Legno Nero. I sintomi sono tipici ma alcuni possono generare confusione con altre malattie o disordini abiotici.

Talvolta i primi sintomi possono essere osservati precocemente e si manifestano come ritardo o riduzione del germogliamento (Caudwell 1964), ma i sintomi tipici di FD si manifestano in misura maggiore durante l'estate ed è quindi in questa stagione che si deve intensificare il monitoraggio. In primavera può essere osservata una crescita stentata dei capi a frutto, accartocciamenti della lamina fogliare, disseccamento delle infiorescenze e prematura caduta delle foglie. I sintomi più evidenti appaiono più tardi nella stagione e sono maggiormente visibili nell'estate avanzata. Una vite infetta presenta ridotta o assenza di lignificazione dei tralci dell'anno, con ripiegamento della lamina fogliare verso il basso e una consistenza fragile della foglia che tende a rompersi quando accartocciata nella mano; si osservano alterazioni cromatiche delle foglie che presentano arrossamenti (varietà a bacca nera) o ingiallimenti (varietà bianche), che possono interessare tutta la lamina, o solo una parte, con contorni netti, o la zona intorno alle nervature. In estate possono essere osservati anche disseccamenti delle infiorescenze e dei grappoli e fenomeni di defogliazione precoce a causa del distacco dal picciolo del lembo fogliare. La presenza del fitoplasma comporta una ridotta attività fotosintetica e di trasporto dei nutrienti, riducendo la qualità delle uve o causando anche il totale disseccamento dei grappoli con elevate perdite di produzione (fino al 100%).

I sintomi possono essere più o meno visibili a seconda delle cultivar, inoltre i portainnesti non mostrano sintomi visibili anche se infetti (portatori sani del fitoplasma della FD). I sintomi della FD possono essere confuse con altri sintomi, come deficienze nutrizionali o disordini fisiologici. In caso di dubbio, deve essere verificata la presenza dei tre sintomi tipici (alterazioni cromatiche delle foglie e accartocciamento, mancata lignificazione dei germogli e disseccamento dei grappoli). Dal momento che i sintomi di FD sono simili a quelli dello Stolbur (Legno Nero), solamente in seguito ad analisi PCR è possibile identificare l'agente causale responsabile dei sintomi osservati in campo. Il metodo dell'analisi PCR permette di diagnosticare e identificare il fitoplasma presente all'interno degli organi della pianta infetta (lamina fogliare e picciolo) mediante l'analisi di un frammento di DNA del fitoplasma stesso.



Quando le viti infette non sono già morte – il che è molto raro – la presenza del fitoplasma della FD provoca conseguenze deleterie sulle uve e conseguentemente sulla qualità dei vini prodotti a causa della ridotta o ritardata maturazione delle uve, con uve che possiedono una ridotta concentrazione di zuccheri e di altri composti. Tuttavia, a confronto con la minore produzione che si verifica a causa delle perdite di produzione dovute al disseccamento dei grappoli, la riduzione della qualità delle uve assume una minore importanza.

Nei vivai, la Flavescenza dorata ha un impatto importante sulla produzione. Nel caso in cui venga segnalata la presenza del fitoplasma della FD in un barbatellaio, il lotto infetto non possiede più la certificazione fitosanitaria necessaria alla vendita (passaporto delle piante o certificato fitosanitario per l'esportazione in Paesi non comunitari) e si richiede l'eradicazione e l'adozione di misure di contenimento. Nelle aree infette, i vivai devono

applicare le misure di controllo per la FD come per esempio effettuare il monitoraggio dei campi di viti madri e del vettore.

Malattia della FD: una relazione a tre

Per esistere, la Flavescenza Dorata necessita della presenza simultanea di tre fattori: l'agente infettivo, ovvero il fitoplasma, il vettore e l'ospite.

Il fitoplasma

I fitoplasmi sono batteri intracellulari senza parete che vivono all'interno dei vasi floematici della pianta. Il fitoplasma della FD può essere trasmesso da un ospite ad un altro solamente attraverso insetti vettori, nei quali è in grado di moltiplicarsi e circolare, o attraverso l'innesto.

Il fitoplasma che causa la FD mostra un'elevata variabilità genetica: svariati ceppi di fitoplasma possono causare la FD e sono largamente distribuiti in Europa. Finora sono stati identificati in Europa 3 gruppi genetici del fitoplasma della FD (Malembic-Maher, 2009):

- FD1, maggiormente localizzato nel sud-ovest della Francia e più raramente altrove
- FD2, il gruppo maggiormente presente in Europa
- FD3, maggiormente presente in Italia

Le piante ospiti possono svolgere la funzione di serbatoi per il fitoplasma, come per esempio *Alnus glutinosa*, *Clematis vitalba* e le specie di *Vitis* sp. selvatiche (Malembic-Maher et al., 2007; Filipin et al., 2009). In Europa, l'ipotesi maggiormente accreditata è quella che i fitoplasmi correlati con la FD fossero presenti in queste piante prima che sulla vite, ma non fossero in grado di provocare epidemie nei vigneti per la mancanza di un vettore efficiente

Il vettore

1. Ciclo biologico

Scaphoideus titanus è una specie univoltina. Le uova vengono deposte durante la tarda estate sotto la corteccia del legno di più anni, quindi in seguito ad una diapausa variabile da 6 ad 8 mesi a seconda delle condizioni climatiche e delle caratteristiche del vigneto, schiudono. La durata del periodo di schiusura delle uova è in relazione alla diapausa, che non richiede temperature fresche per interrompersi (Chuche and Thiery, 2012).

La durata del periodo di schiusura delle uova è variabile a seconda delle regioni e in genere periodi di schiusura prolungati nel tempo sono tipici di vigneti situati in zone con inverni miti. Le temperature regolano l'inizio e la lunghezza del periodo di schiusura delle uova del vettore come anche il rapporto tra i due sessi (Chuche and Thiery, 2014). Dopo la schiusa, si susseguono 5 stadi giovanili nel giro di 5-8 settimane a seconda delle condizioni climatiche, prima della comparsa dell'adulto. Gli stadi giovanili sono soliti rimanere sulla pianta sulla quale sono nati ma talvolta possono saltare da una pianta all'altra (Maixner et al., 1993). Essi si nutrono preferibilmente sui succhioni alla base del tronco sulle foglie situate più in basso e all'interno della vegetazione. Gli adulti sfarfallano generalmente a partire dal mese di Luglio, sono molto mobili e volano attivamente da una vite all'altra. Per accoppiarsi, *Scaphoideus titanus* emette segnali di comunicazione vibratoria. Le femmine, una volta accoppiate,

sono in grado di iniziare a deporre le uova già 10 giorni dopo lo sfarfallamento (la maturità è raggiunta 6 giorni dopo lo sfarfallamento).

2. Comportamento alimentare

Scaphoideus titanus si alimenta sulle foglie di vite. E' generalmente assodato che *Scaphoideus titanus* si nutre principalmente a livello dei vasi floematici, ma è in grado di succhiare la linfa sia dai vasi floematici che da quelli xilematici. Gli stadi giovanili preferiscono alimentarsi a carico dei vasi più piccoli sulla lamina fogliare mentre gli adulti si alimentano maggiormente a spese dei vasi più grandi o sui piccioli fogliari (Chuche and Thiery, 2014). *S. titanus* è in grado di acquisire il fitoplasma durante le fasi di alimentazione sulle piante infette già a partire dal primo stadio giovanile e in seguito rimane infetto per il resto della sua vita. Il vettore comunque necessita di un periodo di circa un mese di incubazione prima di diventare infettivo. Durante questo periodo il fitoplasma circola e si moltiplica all'interno del vettore raggiungendo quindi le ghiandole salivari nelle quali il tasso di moltiplicazione del fitoplasma stesso è ancora maggiore. Una volta che la concentrazione del fitoplasma all'interno delle ghiandole salivari è sufficiente, l'agente infettivo può essere trasmesso con ogni puntura di alimentazione alle piante sane.

C. Le piante ospiti

In Europa, *S. titanus* è strettamente associato al genere *Vitis* ma può occasionalmente essere trovato su altre piante come per esempio salice e pesco (Chuche and Thiery, 2014). L'insetto porta a termine il suo intero ciclo biologico su vite ma occasionalmente si alimenta su altre piante.

S. titanus potrebbe avere preferenze varietali: in vigneti costituiti da differenti varietà sono stati osservati diversi livelli di popolazione dell'insetto su ciascuna varietà (Schvester et al, 1962; Posenato et al, 2001).

S. titanus è associato alla vite ma il fitoplasma della FD può essere trovato anche in altre specie come ad esempio *Alnus glutinosa*, *Clematis vitalba*, *Ailanthus altissima*. Altre specie vettrici, come la cicalina *Dictyophara europaea* e *Oncopsis alni*, possono trasmettere il fitoplasma da queste specie alla vite. Questo fenomeno sembra però essere occasionale, di conseguenza la probabilità di trasmissione è bassa dal momento che questi vettori si alimentano molto raramente su vite a differenza di *S. titanus* (Maixner et al., 2000; Arnaud et al., 2007; Filippin et al., 2009).

Quando una pianta di vite è infetta, il fitoplasma colonizza via floema tutte le parti della pianta (comprese le foglie) e costituisce quindi una sorgente di infezione. *S. titanus* diffonde la malattia alimentandosi sulla vite e volando da una vite all'altra. Di conseguenza, il tasso di infezione nell'anno N è strettamente correlato alla popolazione del vettore nell'anno N-1 (Morone et al., 2007). In assenza di trattamenti insetticidi, le popolazioni di *S. titanus* in vigneto possono raggiungere le dimensioni di migliaia di individui per ettaro (Schvester, 1969) con una conseguente veloce diffusione della malattia e con un numero di viti infette che può aumentare fino a 10 volte in un anno!

Gestione della malattia nelle regioni dove è già presente

- A. Gestione del vettore
- B. Strategie di trattamento

I trattamenti insetticidi rivolti contro *Scaphoideus titanus* sono essenziali per ridurre le popolazioni del vettore e ridurre la velocità e/o il rischio di epidemie di FD. Per essere efficienti, dal momento che *Scaphoideus titanus* è un insetto molto efficiente e nel diffondere FD in vigneto, i trattamenti insetticidi devono essere applicati al momento giusto.

Il momento e il numero dei trattamenti insetticidi vengono definiti da un decreto nazionale nella maggior parte dei Paesi europei, dal momento che FD è dichiarato organismo da quarantena. La data del primo trattamento obbligatorio è generalmente definito da una commissione tecnica in quanto è necessario un ottimo livello di conoscenza di *Scaphoideus titanus*. Al fine di determinare la data del primo trattamento possono essere utilizzate le cassette di incubazione e deve essere fatto almeno un monitoraggio per rilevare la presenza del primo stadio giovanile negli appezzamenti di controllo. Le cassette di incubazione contengono legno di 2 anni proveniente da appezzamenti con presenza del vettore nell'anno precedente e una trappola gialla. Quando le uova presenti sotto la corteccia schiudono le forme giovanili vanno a intrappolarsi. Viene registrata la data di osservazione della schiusura del primo uovo e poi confermata alcuni giorni dopo in campo. Il primo trattamento insetticida viene posizionato un mese dopo la prima schiusura. Il secondo trattamento insetticida può essere posizionato verso la fine dell'efficacia del primo trattamento (1 settimana nei vigneti condotti con metodo biologico e il piretro che è un prodotto a bassa persistenza, e 3 settimane in quelli convenzionali) con l'obiettivo di coprire la fine delle schiusure nelle aree dove le popolazioni di *S. titanus* sono elevate, oppure più avanti, per colpire gli adulti nelle aree dove le popolazioni *S. titanus* sono basse. A seconda delle regioni e di aree all'interno della stessa regione può essere o meno applicato un terzo trattamento. Questo viene definito da un decreto, a seconda della storia di FD nell'area considerata. Il monitoraggio eseguito sugli adulti può aiutare a determinare la necessità di un terzo trattamento. Un'elevata presenza del vettore, infatti, significa che il rischio di infezione è elevato e deve essere applicato un trattamento addizionale. Dal momento in cui l'insetto vettore acquisisce il fitoplasma nutrendosi su viti infette occorre circa un mese di moltiplicazione del microrganismo all'interno dell'insetto prima che questo possa trasmettere la malattia a viti sane se l'acquisizione è avvenuta da parte di forme giovanili, mentre tale periodo si riduce se l'acquisizione è ad opera di un adulto alato. Pertanto: si deve effettuare il primo trattamento insetticida (il più strategico per il contenimento del vettore, viene effettuato contro le forme giovanili prima che queste diventino infette) circa 30 giorni dopo l'inizio della schiusura delle uova. Nota: se si utilizzano insetticidi ad azione lenta, come i regolatori di crescita, l'epoca del trattamento deve essere adeguatamente anticipata; il secondo trattamento (effettuato in coincidenza con quello contro le larve della seconda generazione delle tignole della vite e finalizzato al controllo delle forme giovanili nate successivamente al primo intervento e contro i primi adulti) deve essere fatto 20 giorni dal primo; se nel corso dell'estate si presentano delle reinfestazioni di adulti, può essere necessario un terzo trattamento. A seconda delle regioni e delle situazioni climatiche il secondo trattamento può essere anticipato o spostato in avanti, a seconda che si intenda privilegiare la lotta ai giovani delle ultime generazioni oppure agli adulti. Le date dei trattamenti insetticidi contro *S. titanus*, indicate dal servizio tecnico dei Servizi Fitosanitari regionali, variano comunque di anno in anno a seconda del decorso stagionale e del ciclo biologico dell'insetto vettore. Inoltre, il ciclo biologico di *S. titanus* andrebbe monitorato attentamente a livello locale per stabilire il momento migliore per l'intervento, che può dunque essere anticipato o posticipato rispetto alla data indicata.

Il caso della produzione biologica

In viticoltura biologica, la prevenzione è di cruciale importanza, perciò deve essere monitorata la presenza di *Scaphoideus titanus* negli appezzamenti e con maggior precisione, specialmente quando l'appezzamento è vicino ad un'area dove la presenza di FD è stata confermata. Inoltre, in alcuni Paesi europei vengono eseguiti trattamenti insetticidi contro il vettore della FD. Quali principi attivi vengono utilizzati il piretro naturale e l'azadiractina (EC Reg. 889/08).

Questi principi attivi non sono di facile utilizzo e dovrebbero essere applicati con elevata precisione nel rispetto di certe specifiche condizioni, altrimenti la loro efficacia risulta limitata. Inoltre i trattamenti insetticidi devono essere regolarmente rinnovati, sono essenziali osservazioni programmate per limitare la diffusione della FD. Ogni pianta sintomatica deve essere immediatamente estirpata al fine di contenere la malattia.

Effetto del piretro: il piretro naturale è una molecola delicata, sensibile alle alte temperature e alle radiazioni UV. L'emivita è stimata in 10-12 minuti per una soluzione di piretro direttamente esposta la sole. Il prodotto possiede una azione shock per contatto e agisce sulla conduzione nervosa dell'insetto. L'applicazione del piretro naturale può essere eseguita in associazione con applicazioni di rame o zolfo (Sudvinbio, 2013). Il piretro naturale è efficace sugli stadi giovanili di *S.titanus* da L1 a L3. Sfortunatamente, l'efficienza del trattamento con il piretro è variabile ed è quindi necessario, sia prima che dopo il trattamento a base di piretro, un serio monitoraggio delle popolazioni del vettore e la conduzione di numerose osservazioni successive nel tempo sull'appezzamento.

Rimozione dei serbatoi di inoculo

Le viti selvatiche rappresentano un serbatoio di *Scaphoideus titanus* e del fitoplasma della FD. Il fitoplasma della FD è stato riportato in specie selvatiche quali *Clematis sp.* e *Alnus sp.* ed occasionalmente potrebbe essere trasmesso alla vite da queste piante.

Questo ecosistema chiamato "compartimento selvatico" rappresenta così un rischio per l'emergenza di epidemie. Comunque, esso può anche fornire servizi utili al vigneto: riserva di biodiversità e regolazione naturale di alcuni organismi nocivi mediante l'ospitalità di insetti ausiliari. Così, è importante considerare e stimare la relazione esistente tra il rischio dell'insorgenza di una epidemia e i servizi svolti nella regolazione naturale che offrono queste aree semi-naturali. In ogni caso è sempre opportuno eliminare almeno le viti americane inselvaticite da antichi portinnesti di vigneti abbandonati per alcune decine di metri dal confine del vigneto. L'estensione del monitoraggio e del controllo della malattia oltre il perimetro del vigneto stesso in questi compartimenti selvatici non è di facile esecuzione.

Monitoraggio del vettore: monitoraggio degli stadi giovanili e degli adulti

Scaphoideus titanus è difficile riconoscere in quanto gli stadi giovanili sono piccoli e mobili. Inoltre, la cicalina può essere confusa con altre cicaline o insetti che vivono sulla vite. I primi stadi giovanili di *S.titanus* (neanidi) sono dapprima di colore dal bianco al traslucido, e in seguito si scuriscono con le successive mute. Le ninfe sono identificabili grazie a due punti neri simmetrici presenti in posizione

dorsolaterale vicino alla parte terminale dell'addome. Quando disturbate tendono a saltare via. Questo comportamento può essere utilizzato per discriminare gli stadi giovanili di *S.titanus* dagli stadi giovanili di altre specie di cicaline che possono essere presenti contemporaneamente sulle foglie di vite, come per esempio *Empoasca vitis* (quando disturbata si muove lateralmente sulla superficie fogliare) e *Zygina rhamni* (quando disturbata tende a muoversi lungo una linea dritta sulla superficie fogliare). Le dimensioni dell'adulto di *Scaphoideus titanus* varia da 4,8 a 5,8 mm, ha una colorazione marrone e delle strisce sul capo.



(Foto da IFV South-West (L1, Adulto) e INRA Bordeaux (L3, L5), France).

Il monitoraggio del vettore è di aiuto per identificare ogni nuova presenza di *S. titanus*. Il monitoraggio deve iniziare da quello effettuato sugli stadi giovanili di *S.titanus* ma richiede la presenza di tecnici formati. Al fine di ottenere una precisione elevata, il controllo visivo sulla presenza degli stadi giovanili deve essere effettuata sulla pagina inferiore di un numero di foglie variabile da 100 a 200 e sui germogli basali della vite e sulle foglie evitando di muovere eccessivamente la vegetazione per evitare che le cicaline saltino via.

I trattamenti insetticidi devono essere applicati nel rispetto delle date indicate dai servizi tecnici. Il monitoraggio degli adulti delle cicaline in vigneto utilizzando trappole gialle a colla è il metodo generalmente utilizzato per decidere se e quando è necessaria l'applicazione di un trattamento contro gli adulti.

Pratiche non consuete osservate in campo per il controllo delle popolazioni del vettore

Le pratiche descritte qui sotto sono state attuate da alcuni viticoltori e sono state osservate in campo ma non è disponibile alcun risultato scientifico che ne provi l'efficacia.

I metodi alternativi alla gestione chimica della Flavescenza Dorata sono stati testati per essere utilizzati nella maggior parte dei casi in produzione biologica e principalmente per ridurre l'utilizzo dei fitofarmaci e proteggere l'ambiente

I. Applicazione di olio di arancio

Una alternativa al controllo chimico di *Scaphoideus titanus* è l'utilizzo dell'olio essenziale di arancio. Questo prodotto è utilizzato da alcuni viticoltori in Europa per il controllo delle popolazioni di *S. titanus* ma in modo complementare ai trattamenti chimici dal momento che l'olio essenziale non è registrato come insetticida. Il principio attivo dell'olio di arancio è un terpene, D-limonene identificato come insetticida naturale. Il D-limonene possiede la capacità di diseccare gli stadi giovanili dell'insetto vettore e può essere efficace sugli stadi giovanili di *Scaphoideus titanus*. L'efficacia di questo prodotto

deve ancora essere dimostrata. Sono stati riportati effetti collaterali negativi nei confronti di altri organismi nocivi presenti in vigneto.

II. Applicazione di caolino

L'applicazione di caolino ha un'azione repellente contro le cicaline ma alcuni studi hanno dimostrato anche una certa mortalità degli stadi giovanili. E' principalmente utilizzato in agricoltura biologica, dove l'unico insetticida ammesso e non molto efficace è il piretro. Non si configura come un'alternativa ma una possibile integrazione. Il caolino è maggiormente efficace sugli stadi giovanili precoci che sugli adulti. Dato l'elevato costo del prodotto e la sua provata, anche se parziale, efficacia, l'ottimizzazione dei tempi e delle dosi necessita di ulteriori studi.

Gestione delle viti infette

La sanità del vigneto è un punto chiave nella gestione della FD.

Il monitoraggio del vigneto è uno dei principali elementi chiave nella gestione della FD e deve essere svolto sia a scala regionale che di singolo vigneto. Per fare in modo che sia efficace, è caldamente raccomandato che il monitoraggio sia organizzato e controllato da un organismo preposto a ciò. Ad ogni modo, il monitoraggio dovrebbe essere svolto individualmente da ogni singolo viticoltore nel proprio vigneto nel rispetto dei protocolli di monitoraggio.

Quando vengono identificati sintomi di Flavescenza Dorata o i sintomi di Stolbur, devono essere eseguite analisi di laboratorio per confermare la diagnosi di FD e per distinguere la FD dai sintomi di Stolbur.

L'estirpo e la distruzione delle viti infette è sempre consigliata e resa obbligatoria in alcune regioni da parte di decreti nazionali (è il caso dell'Italia). Durante il periodo di presenza delle cicaline (da Maggio ad ottobre) non appena viene identificata una vite infetta deve essere estirpata o capitozzata per essere rimossa appena possibile. Più presto viene rimossa la vite infetta, meglio è. In questo modo *Scaphoideus titanus* non può alimentarsi sulla vite infetta, non diventa infettivo e quindi non partecipa alla diffusione della malattia.

L'estirpo deve essere eseguito meticolosamente evitando la ricrescita di germogli o polloni dal portainnesto. I portainnesti sono portatori sani, possono ospitare il fitoplasma della FD senza che alcun sintomo venga espresso. Evitare che le viti estirpate ricrescano sia nell'appezzamento coltivato che fuori dell'appezzamento.

Nel caso in cui un rapido estirpo non sia realmente possibile durante la stagione vegetativa, esso può essere posticipato dopo la raccolta, ma la vite o le parti sintomatiche della chioma devono essere tagliate via il prima possibile e la vite deve essere chiaramente marchiata ed etichettata per il successivo estirpo totale. L'area di presenza della malattia si allarga da vite a vite a partire dalla prima vite infetta, per questo motivo non deve essere lasciata nell'appezzamento nessuna vite sintomatica. L'incidenza della malattia aumenta molto velocemente, in assenza di misure di controllo la quantità delle viti infette si moltiplica ogni anno.

Lasciare viti infette nell'appezzamento può aumentare in modo considerevole il livello di infezione negli anni seguenti.

Ogni viticoltore dovrebbe attuare un monitoraggio regolare delle viti per individuare i sintomi precoci di FD. E' importante che i viticoltori che possiedono un vigneto in area infetta siano allenati sul riconoscimento dei sintomi dal momento che il loro vigneto potrebbe essere anch'esso infetto da FD e, in questo caso, è essenziale estirpare le viti infette il più presto possibile. In caso di una nuova

infezione, devono essere informate le autorità locali competenti e attuare le misure previste. In caso di dubbio, è possibile richiedere un'analisi di laboratorio della vite sospetta.

Al fine di contenere ed eradicare la FD presente in un'area, è essenziale sia una gestione collettiva che individuale; inoltre per una efficiente gestione è indispensabile una buona comunicazione fra viticoltori e le associazioni e gli organismi dedicati.

La ricerca sul vettore e sulla gestione della malattia

Per migliorare la gestione della FD, è importante considerare le differenze nella sensibilità dei vitigni. Ricercatori (Boudon-Padieu, 1996; Jagoueix-Eveillard et al., 2012) hanno dimostrato la presenza di una differenza di sensibilità alla Flavescenza Dorata tra diverse cultivar e portainnesti. Alcune varietà esprimono sintomi di FD in modo più o meno marcato, e allo stesso modo anche i portainnesti, che esprimono sintomi molto lievi o risultano asintomatici quando infetti da fitoplasma. Per esempio il Cabernet Sauvignon esprime chiari sintomi di FD quindi è molto sensibile alla FD. All'opposto, il Merlot è poco sensibile alla FD ed esprime meno sintomi rispetto al Cabernet Sauvignon (Jagoueix-Eveillard et al., 2012). Inoltre, a scala di appezzamento, l'incidenza di FD è più bassa sul Merlot che sul Cabernet Sauvignon. All'interno della pianta, nel Merlot la gravità dei sintomi è più bassa e la distribuzione del fitoplasma nei vasi del floema è limitata a confronto del Cabernet Sauvignon. Per i portainnesti, gli studi dimostrano che anche se alcuni portainnesti non esprimono sintomi essi contengono elevate quantità di fitoplasma (Galletto et al, 2014). Un risultato interessante di questo studio è che meno la cultivar esprime i sintomi, meno il fitoplasma si diffonde e si moltiplica nella pianta e meno la malattia si diffonde nel territorio. Alcuni portainnesti sono tolleranti, non esprimono sintomi ma contengono grandi quantità di fitoplasma rappresentando un rischio invisibile di diffusione della malattia (Malembic-Maher, 2015).

Strade di ricerca su fitoplasma ed ospiti

Ricerca sulle sorgenti di resistenza nelle specie di Vitis e ricerca sui meccanismi di difesa della vite

Una via per approfondire la sensibilità varietale di Vitis è quella di identificare cultivar e portainnesti non attrattivi per gli insetti vettori o identificare le cultivar con un basso tasso di moltiplicazione del fitoplasma della FD. Inoltre, sono necessari studi sulla caratterizzazione dei meccanismi e le basi genetiche della resistenza per il miglioramento varietale e per lo sfruttamento dei meccanismi di difesa della vite stimolando le difese naturali (SDN) della vite.

Inibitori molecolari

Ricerche sono attualmente in corso sugli inibitori molecolari che evitano il riconoscimento fra il fitoplasma e le cellule dell'insetto. L'obiettivo è quello di bloccare il fitoplasma prima che esso raggiunga le cellule interne dell'insetto. Quando l'insetto si alimenta su una vite infetta, il fitoplasma può entrare dell'insetto e può infettare il vettore passando attraverso diverse barriere dei tessuti. Questo fenomeno richiede la presenza di interazioni che si creano fra le proteine del fitoplasma e le pareti cellulari delle cellule dell'insetto. I ricercatori cercano di bloccare queste interazioni andando a inibire le proteine responsabili del trasferimento del fitoplasma. Tuttora non è disponibile ancora alcun risultato.

Immagini aeree

Una identificazione precoce dei sintomi di FD è essenziale nella gestione della FD. Questo è il motivo per cui numerose aziende private e pubbliche stanno sviluppando l'utilizzo di immagini aeree acquisite tramite droni, volte ad una più facile gestione della FD. I ricercatori stanno ancora lavorando: oggi non ci sono mezzi efficienti e riconosciuti per distinguere i sintomi di FD dai sintomi di altre malattie utilizzando i droni.

Vie di controllo del vettore

Disturbo dell'accoppiamento

Un metodo innovativo sarebbe quello di prevenire la crescita delle popolazioni di *Scaphoideus titanus* da un anno all'altro disturbando la loro riproduzione. Il metodo consiste nel disturbare i segnali emessi dai maschi per attrarre le femmine inibendo così la riproduzione. Gli adulti comunicano mediante segnali vibratori, i maschi possiedono un comportamento chiamato "chiama e vola" ed emettono un canto di corteggiamento mentre le femmine emettono dei segnali in risposta ai maschi (Mazzoni et al., 2009). Per inibire la riproduzione è stato messo a punto un meccanismo che trasmette segnali vibratori attraverso un filo metallico di supporto e la riproduzione di tali segnali vibratorii riduce il livello di chiamata del maschio ed interrompe il duetto sonoro maschio-femmina. Questo si traduce di conseguenza in una riduzione significativa del numero di accoppiamenti (Mazzoni et al., 2009), riducendo così il livello di popolazione da un anno all'altro. Questo metodo potrebbe essere utile per facilitare la gestione nel lungo periodo nel caso di presenza locale di elevati livelli di popolazione. Il limite è dato dal costo degli elementi vibratorii e dall'impossibilità di controllare gli accoppiamenti nel comparto selvatico, nelle zone con forte presenza di incolti.

Controllo biologico

Il controllo biologico delle popolazioni di *Scaphoideus titanus* è stato sperimentato mediante l'utilizzo di parassitoidi, con alcune specie di *Pipunculidae*, *Anteoninae* e *Gonatopodinae* ma sembra non sia possibile un controllo pratico a grande scala nei vigneti, anche se alcune di queste specie sono singolarmente capaci di parassitizzare *Scaphoideus titanus*. Il controllo biologico è anche stato studiato mediante l'uso di batteri che sono in grado di disturbare la riproduzione dell'insetto o la sua capacità di trasmettere il fitoplasma (Chuche et al., 2017; Gonella, 2012; Marzorati, 2006). Tutte queste strategie sono attualmente in via di valutazione e dovrebbero essere considerate solamente come complementari ai mezzi attuali di controllo della FD e non come sostitutivi.

Conclusione

A differenza di altre malattie della vite, la gestione della Flavescenza Dorata necessita di uno sforzo collettivo, nella quale ogni singolo viticoltore possa utilizzare gli strumenti più efficaci a disposizione nel rispetto della normativa. L'efficacia nel controllo della FD dipende dalla coesione fra gli attori. Senza misure efficaci e condivise la malattia è in grado di annientare la viticoltura di una zona. Una buona gestione della FD passa attraverso la combinazione di diversi metodi che operano sia contro il vettore *Scaphoideus titanus* sia sui serbatoi della malattia, una volta che le viti sono state contaminate dal fitoplasma.

Bibliografia

Arnaud G., Malembic-Maher S., Salar P., Bonnet P., Maixner M., Marcone C., Boudon-Padieu E., Foissac X (2007) Multilocus sequence typing confirms the close genetic interrelatedness of three distinct flavescence dorée phytoplasma strain clusters and group 16SrV phytoplasmas infecting grapevine and alder in Europe. *Appl Environ Microbiol* 73:4001–4010.

Bertin S, Guglielmino CR, Karam N, Gomulski LM, Malacrida AR, Gasperi G (2007) Diffusion of the Nearctic leafhopper *Scaphoideus titanus* Ball in Europe: a consequence of human trading activity. *Genetica* 131:275–285.

Boudon-Padieu, E. (1996). Grapevine yellows induced by phytoplasmas. Diagnosis, epidemiology and research. *Comptes Rendus de l'Academie d'Agriculture de France* 82, 5-20.

Caudwell A (1957) Deux années d'études sur la Flavescence dorée, nouvelle maladie grave de la vigne. *Ann Amelior Plant* 4:359–393

Caudwell A (1964) Identification d'une nouvelle maladie à virus de la vigne, la "Flavescence dorée". Etude des phénomènes de localisation des symptômes et de rétablissement. *Ann Epiphyt* 15(Hors Série 1), 193 pp

Caudwell A., Larrue J., Boudon-Padieu E., McLean G.D., 1997. Flavescence Dorée elimination from dormant wood of grapevines by hot-water treatment. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 3 (1), 21-25.

Chuche J, Thiéry D (2012) Egg incubation temperature differently affects female and male hatching dynamics and larval fitness in a leafhopper. *Ecol Evol* 2:732–739.

Chuche J., Thiéry D., 2015. Biology and ecology of the Flavescence Dorée vector *Scaphoideus titanus* : a review. *Agronomy for Sustainable Development*, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, 2014, 34 (2), pp.381-403

Chuche J., Auricau-Bouvery N., Danet J.L., Thiéry D., 2017. Use the insiders: could insect facultative symbionts control vector-borne plant diseases? *JL. et al. J Pest Sci* (2017) 90: 51.

Filippin L, Jovi J, Cvrkovi T, Forte V, Clair D, Tosevski I, Boudon-Padieu E, Borgo M, Angelini E (2009) Molecular characteristics of phytoplasmas associated with Flavescence dorée in clematis and grapevine and preliminary results on the role of *Dictyophara europaea* as a vector. *Plant Pathol* 58:826–837

Galetto L., Miliordos D., Roggia C., Rashidi M., Sacco D., Marzachi C., et al. (2014). Acquisition capability of the grapevine Flavescence dorée by the leafhopper vector *Scaphoideus titanus* Ball correlates with phytoplasma titre in the source plant. *J. Pest Sci.* 87 671–679.

Gonella E., Crotti E., Rizzi A., Mandriolli M., Favia G., Daffonchio D., Alma A., 2012. Horizontal transmission of the symbiotic bacterium *Asaia* sp. in the leafhopper *Scaphoideus titanus* Ball, *BMC Microbiology*, January 2012.

Jagoueix-Eveillard, S., Labroussaa, F., Salar, P., Danet, J.-L., Hevin, C., Perrin, M., Masson, J., Foissac, X., Malembic-Maher, S. (Auteur de correspondance) (2012). Looking for resistance to the Flavescence dorée disease among *Vitis vinifera* cultivars and other *Vitis* species. Presented at 17. Congress of the International Council for the study of Virus and virus-like Diseases of the Grapevine, Davis, USA (2012-10-07 - 2012-10-14).

Lessio F., Tota F. and Alma A., 2014. Tracking the dispersion of *Scaphoideus titanus* Ball (Hemiptera: Cicadellidae) from wild to cultivated grapevine: use of a novel mark–capture technique. Department of Agricultural, Forest and Food Sciences, University of Torino, Italy, *Bulletin of Entomological Research*, 2014 Aug;104(4):432-43

Maixner M, Pearson RC, Boudon-Padieu E, Caudwell A (1993) *Scaphoideus titanus*, a possible vector of Grapevine Yellows in New York. *Plant Dis* 77:408–413.

Maixner M, Reinert W, Darimont H (2000) Transmission of grapevine yellows by *Oncopsis alni* (Schrank) (Auchenorrhyncha : Macropsinae). *Vitis* 39:83–84

Maixner M., 2005. Risks posed by the spread and dissemination of grapevine pathogens and their vectors. *Plant protection and plant health in Europe : introduction and spread of invasive species*, Symposium proceedings, No 81. The British Crop Production Council, Alton, Hampshire, UK, pp 141-146.

Malembic-Maher et al., 2009. Ecology and taxonomy of Flavescence Dorée phytoplasmas : the contribution of genetic diversity studies. *PAV*, p132.

Malembic-Maher S., 2015. Flavescence Dorée de la vigne: recherches menées à l'INRA et pistes pour le future. Oral communication of the congress "Rencontres Rhodaniennes" April 2015.

Marzorati M, Alma A, Sacchi L, Pajoro M, Palermo S, Brusetti L, Raddadi N, Balloi A, Tedeschi R, Clementi E, Corona S, Quaglino F, Bianco PA, Beninati T, Bandi C, Daffonchio D (2006) A novel bacteroidetes symbiont is localized in *Scaphoideus titanus*, the insect vector of flavescence dorée in *Vitis vinifera*. *Applied Environmental Microbiology* 72:1467–1475.

Mazzoni et. al, 2009. Disruption of the reproductive behaviour of *Scaphoideus titanus* by playback of vibrational signals. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Volume 1 33, Issue 2, Pages 174–185.

Morone C, Boveri M, Giosue S, Gotta P, Rossi V, Scapin I, Marzachi C (2007) Epidemiology of flavescence dorée in vineyards in northwestern Italy. *Phytopathology* 97:1422–1427.

Papura D, Delmotte F, Giresse X, Salar P, Danet JL, van Helden M, Foissac X, Malembic-Maher S (2009) Comparing the spatial genetic structures of the Flavescence dorée phytoplasma and its leafhopper vector *Scaphoideus titanus*. *Infect Genet Evol* 9:867–876.

Pavan F, Villani A, Fornasier F, Girolami V (1997) Ruolo del vivaismo nella diffusione della flavescenza dorata. *Inf Agrar* 53:69–71

Posenato G, Mori N, Bressan A, Girolami V, Sancassani GP (2001) *Scaphoideus titanus*, vettore della flavescenza dorata: conoscerlo per combatterlo. *Inf Agrar* 57:91–93

Schvester D (1962) Sur les causes de la propagation en Armagnac et en Chalosse de la Flavescence dorée de la vigne. Rev Zool Agr 10–12: 132–135

Steffek R, Reisenzein H, Zeisner N (2007) Analysis of the pest risk from Grapevine flavescence dorée phytoplasma to Austrian viticulture. EPPO Bull 37:191–203.

SUDVINBIO, 2013. Caractérisation des conditions d'efficacité du pyrèthre naturel pour lutter contre la cicadelle de la flavescence dorée en viticulture biologique – Résultats de 2013, 7p.