



Este projecto recebeu financiamento ao abrigo do programa europeu de investigação e inovação Horizonte 2020, através do acordo de subvenção N° 652601

Artigo Técnico

A Flavescência Dourada e a sua gestão na vinha: conter a doença e evitar a sua disseminação

A Flavescência Dourada (FD) é uma doença de quarentena (lista A2 EPPO, Directiva 2009 / 297CE), causada por um fitoplasma (*Candidatus Phytoplasma vitis*), pertencente ao grupo dos “amarelos” da videira (grapevine yellows - GY), sendo actualmente uma das doenças mais graves que afecta as vinhas europeias.

Foi identificada pela primeira vez na década de cinquenta, em França, sendo que outras doenças semelhantes foram relatadas noutros países europeus (ex. Bois noir).

O principal vector da FD, o cicadelídeo *Scaphoideus titanus*, é um insecto monófago que se alimenta exclusivamente da videira. A FD tem um impacto económico significativo na videira, incluindo perdas de rendimento e declínio, numa fase posterior. Sem a aplicação de medidas de controlo, a doença espalha-se rapidamente, afectando a totalidade das vinhas, decorridos alguns anos. Apesar da obrigatoriedade da aplicação de medidas de controlo na Europa, a doença continua a disseminar-se, requerendo vigilância constante para evitar a sua dispersão para novas áreas, assim como reduzir o impacto económico, nas áreas já infectadas.

1. Distribuição na Europa e futura dispersão da FD e do seu vector

O vector da FD, *S. titanus*, foi introduzido na Europa a partir da América do Norte na década de cinquenta (Papura et al., 2012). Admite-se que a sua presença se tenha relacionado com a introdução de plantas de videira vindas da América do Norte. No entanto, é admissível que tenha ocorrido anteriormente a este período, ainda que, pela sua reduzida presença espacial, não tenha sido registado em inventários. A disseminação do insecto pelos vinhedos é um processo contínuo, tendo o mesmo migrado de França para a maioria dos vinhedos europeus, estando amplamente presente nas regiões vitícolas de Este a Leste, de Portugal à Sérvia, e do Norte da França para o Sul da Itália. A distribuição de *S. titanus* na Europa é mais ampla que a do fitoplasma, estando o insecto presente em regiões sem FD (por exemplo, Norte de Espanha ou Alsácia na França).

O primeiro surto de FD foi detectado em França em 1957 por Caudwell, tendo-se espalhado rapidamente para outras regiões vitivinícolas europeias. Hoje, a FD está presente na Áustria, Croácia, França, Hungria, Itália, Portugal, Eslovénia e Espanha, Suíça e Sérvia (Figura 1). Nalguns desses países, o fitoplasma está limitado a algumas áreas geográficas. A dispersão da doença está fortemente relacionada com a dispersão de populações introduzidas do seu insecto vector, e/ou relacionada com a actividade humana (Pavan et al., 1997, Bertin et al., 2007, Papura et al. 2009). A dispersão de *S. titanus* pela Europa poderá ainda não ter terminado, já que populações do insecto poderiam estabelecer-se no Norte da Europa ou na China, devido a condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento do insecto (Maixner, 2005; Steffek et al., 2007).

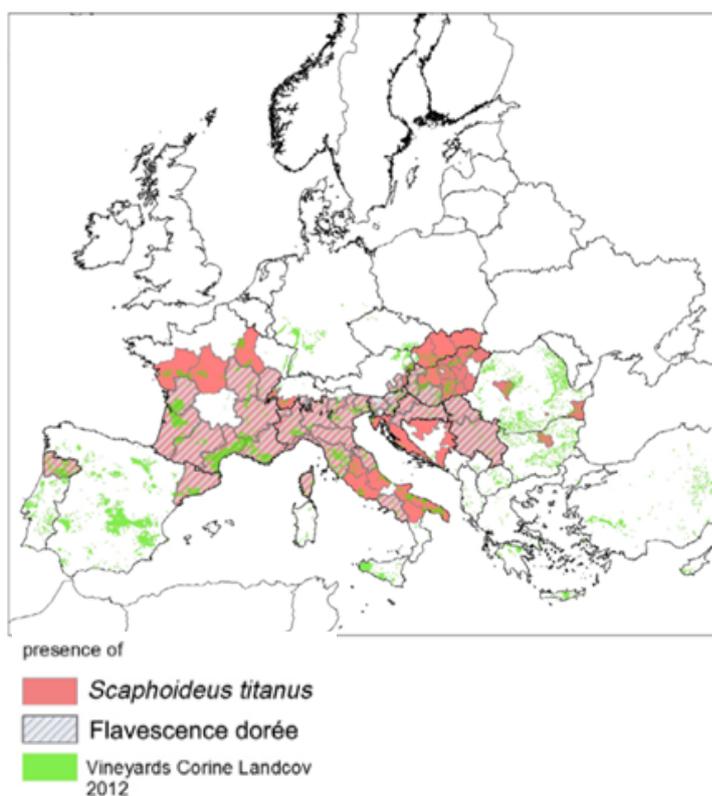


Figure 1: Mapa de distribuição de *Scaphoideus titanus* e da Flavescência Dourada na Europa (EFSA 2016)

2. Sintomas e impactos da FD

As vinhas infectadas com FD desenvolvem sintomas que não se distinguem de outros fitoplasmas da videira que pertencem ao mesmo grupo (GY), podendo ser ainda confundidos com outras doenças ou stresses abióticos.

Por vezes, os primeiros sintomas podem ser observados nos

estados iniciais de desenvolvimento da videira: o primeiro sintoma visível pode ser um atraso no abrolhamento ou mesmo o não abrolhamento (Caudwell, 1964), mas essas observações devem ser sempre complementadas pela observação de mais sintomas durante o Verão.

Na Primavera, podem ainda ser observados os seguintes sintomas: crescimento reduzido das varas, enrolamento foliar sobre a margem inferior da folha e queda prematura de folhas, no entanto, os sintomas mais evidentes surgem mais tarde, sendo muito mais visíveis durante o mês de Setembro. Nas videiras infectadas, observa-se uma deficiência ou ausência total de atempamento das varas, alteração da coloração da folhagem (avermelhada para castas tintas vermelhas ou amareladas para castas brancas) e alteração da textura das folhas, adquirindo o efeito “crocante”, quando esmagadas. Durante o Verão, ocorre o emurchecimento das inflorescências e, mais tarde, dos bagos e a queda prematura da folha, devido ao desprendimento do pecíolo. Dentro da planta, o fitoplasma reduz a actividade fotossintética e o transporte de nutrientes, diminuindo a qualidade da uva ou mesmo causando dessecção total de cachos, envolvendo perdas significativas de rendimento (até 100%).

Os sintomas podem ser mais ou menos visíveis, de acordo com a casta. Para além disso, os porta-enxertos são portadores assintomáticos do fitoplasma da FD (designados vulgarmente por portadores saudáveis da FD).

Os sintomas de FD podem ser confundidos com outros sin-



Sintomas da Flavescência Dourada.

tomas relacionados com outras doenças, carências nutritivas ou distúrbios fisiológicos. Em caso de dúvida, a presença dos três sintomas típicos (descoloração da folha e enrolamento, ausência de atempamento dos rebentos e dessecação de cachos) deve ser verificada em simultâneo. Na dúvida, deve ser realizada uma análise laboratorial, para confirmar o diagnóstico. Como os sintomas de FD são semelhantes aos sintomas de Bois noir, uma análise de PCR (método de diagnóstico molecular do DNA realizada em laboratório a partir do limbo e pecíolo da folha) permite identificar qual o fitoplasma responsável pelos sintomas observados.

Esta doença afecta a qualidade do vinho produzido pelas videiras infectadas, em consequência do atraso na maturação, alteração da concentração de açúcares e de outros compostos. No entanto, este impacto é considerado menor, quando comparado com os impactos observados na quantidade.

Em viveiros, a FD pode ter um impacto significativo na produção. No caso da detecção de um surto de FD, o viveirista perde a possibilidade de emitir passaportes fitossanitários, tendo obrigatoriamente que implementar as medidas de controlo obrigatórias, as quais passam pela monitorização dos campos de pés-mães e a aplicação de medidas de controlo ao insecto vector.

3. Doença da FD: um relacionamento tri-partido

A FD requer a presença simultânea de 3 agentes: o agente infeccioso - ou seja, o fitoplasma, o vector (*S. titanus*) e a planta hospedeira, neste caso, a videira.

A. O fitoplasma

O fitoplasma é uma bactéria desprovida de paredes celulares que vive nos vasos do floema da videira. A FD pode ser transmitida de um hospedeiro para outro através do seu insecto vector, no interior do qual se multiplica e circula, ou por enxertia, através de material vegetativo infectado.

O fitoplasma que causa a FD exhibe diversidade genética: várias estirpes de fitoplasmas podem causar FD encontrando-se distribuídas por toda a Europa. Até agora, 3 grupos genéticos de fitoplasma da FD foram identificados na Europa (Malembic-Maher, 2009):

- FD1, principalmente localizado no sudoeste da França e, mais raramente, noutros lugares
- FD2, o principal grupo presente na Europa
- FD3, relatado maioritariamente em Itália

As plantas hospedeiras *Alnus glutinosa*, *Clematis vitalba* e espécies selvagens de *Vitis* podem servir como reservatórios de fitoplasma (Malembic-Maher et al., 2007; Filipin et al., 2009). Na Europa, a hipótese mais provável e aceite é que o fitoplasma da FD se albergou nestes hospedeiros, previamente a ter passado para a vinha.

B. O vector

i. Ciclo de vida

O *S. titanus* é uma espécie univoltina. Os ovos são colocados, no final do Verão, sob o ritidoma de madeira velha, eclodindo após uma fase de diapausa que pode ir de 6 a 8 meses, dependendo das condições climáticas e das características da vinha. A duração do período de incubação está relacionada com a saída da diapausa, a qual não exige a ocorrência de temperaturas frias (Chuche e Thiery, 2012). A duração do período de incubação varia de acordo com as regiões sendo os longos períodos de incubação típicos de vinhas sujeitas a Invernos suaves. As temperaturas regulam o início e a duração do período de incubação, bem como a proporção sexual (Chuche e Thiery, 2014). Após a eclosão, 5 estados de desenvolvimento de ninfas (L1-L5) sucedem-se ao longo de 5 a 8 semanas, de acordo com as condições climáticas, antes de surgirem os adultos. As ninfas geralmente permanecem na planta onde eclodem, mas por vezes, podem deslocar-se de uma planta para outra (Maixner et al., 1993). Os insectos alimentam-se preferencialmente da página inferior de vegetação localizada na base do tronco (ex. “ladrões”). Os adultos aparecem geralmente a partir de Julho, têm elevada mobilidade, voando de uma videira para outra. Para acasalar, e com vista a comunicarem entre si, os insectos de emitem sinais vibratórios. As fêmeas, depois de fertilizadas, são capazes de iniciar a postura 10 dias após a emergência (atingem a maturidade sexual 6 dias após a sua emergência).

ii. Comportamento alimentar

S. titanus alimenta-se de folhas de videira. É geralmente aceite que se alimenta principalmente dos vasos do floema, podendo, no entanto alimentar-se de seiva, quer do floema, quer do xilema. A ninfa prefere alimentar-se de pequenas nervuras do limbo e os adultos preferem as nervuras maiores ou mesmo os pecíolos (Chuche e Thiery, 2014). Desde o primeiro instar, e após alimentar-se em plantas infectadas, *S. titanus* pode adquirir o fitoplasma, permanecendo infectado durante o restante período da sua vida. No entanto, para que o vector se torne infeccioso, é necessário um período de incubação de cerca de um mês. Durante este período, o fitoplasma circula e multiplica-se no seu interior, até chegar às suas glândulas salivares, onde a taxa de multiplicação é ainda maior. Uma vez que a concentração de fitoplasma nas glândulas salivares é suficiente, o agente infeccioso (FD) pode ser transmitido a uma planta saudável, em cada processo de ingestão.

C. As plantas hospedeiras

Na Europa, *S. titanus* está fortemente associado à videira (*Vitis vinifera*), completando todo o seu ciclo de vida nesta cultura, mas pode ocasionalmente ser encontrado noutras plantas tais como *Salix viminalis* e *Prunus persica* (Chuche e Thiery, 2014). Pode também apresentar preferências alimentares por determinadas castas, em detrimento de outras: em vinhas com diversas

castas, diferentes níveis populacionais foram observados nas várias castas (Schvester et al, 1962; Posenato et al, 2001).

O fitoplasma da FD pode também ser encontrado noutras espécies como *Alnus glutinosa*, *Clematis vitalba* e *Ailanthus altissima*. Outras espécies de vectores, como *Dictyophara europaea* e *Oncopsis alni*, podem transmitir o fitoplasma dessas espécies para a vinha. Pelo facto destes vectores se alimentarem muito raramente da videira, ao contrário de *S. titanus*, este fenómeno é muito ocasional, sendo a probabilidade de transmissão à videira relativamente baixa (Maixner et al., 2000; Arnaud et al., 2007; Filippin et al., 2009).

Quando uma planta de videira é infectada, o fitoplasma coloniza todas as partes da planta através do floema constituindo, portanto, uma potencial fonte de infecção. Ao alimentar-se da videira infectada e ao mover-se posteriormente para outra videira, *S. titanus* dissemina a doença para esta. Portanto, a taxa de infecção no ano N está fortemente correlacionada às populações de insectos vectores presentes no ano N-1 (Morone et al., 2007). Sem a aplicação de tratamentos insecticidas, as populações de *S. titanus* na vinha podem atingir os milhares de indivíduos por hectare (Schvester, 1969), conduzindo a uma disseminação rápida da doença, com um número crescente de videiras infectadas até 10 vezes por ano!

4 Gestão da doença em regiões onde já foi referenciada

A. Gestão do vector

i. Estratégias de tratamento

A realização de tratamentos insecticidas é essencial para diminuir as populações do insecto vector e, conseqüentemente, reduzir o risco do aparecimento de novos surtos de FD. Atendendo às características do insecto e à sua eficiência na disseminação da doença, para que os tratamentos tenham o máximo de eficácia, devem ser posicionados no momento certo.

O número de tratamentos insecticidas a realizar e o período de aplicação dos mesmos são definidos por legislação publicada em cada país, tendo em conta o estatuto de doença de quarentena da FD. A data do primeiro tratamento obrigatório é geralmente determinada pelo serviço de avisos agrícolas, a nível regional, tendo em conta os conhecimentos da bioecologia de *S. titanus* e do seu comportamento a nível regional. Para determinar esta data, podem ser utilizadas caixas de eclosão nas quais é acompanhada a eclosão das primeiras ninfas de *S. titanus*. Nestas caixas são colocados pedaços de madeira de 2 anos recolhidos em parcelas onde se sabe ter existido *S. titanus* no ano anterior, e uma armadilha adesiva amarela. Assim que ocorram as primeiras eclosões, as ninfas ficam presas nesta armadilha. A data de observação das primeiras ninfas é registrada e confirmada alguns dias depois, no campo. Este método, mais adaptado a regiões com elevada densidade de insectos, é bastante expedito e eficiente. Em alternativa, e em regiões onde a densidade de *S. titanus* não é tão elevada (mais difícil garantir a presença de ovos na madeira de 2 anos), podem efectuar-se

regularmente estimativas do risco em parcelas de vinha onde se sabe existirem insectos, para determinar a data das primeiras eclosões.

O primeiro tratamento insecticida é posicionado um mês após o aparecimento das primeiras ninfas. O segundo tratamento pode ser posicionado no final da remanência do primeiro tratamento (1 semana em modo de produção biológica e até 3 semanas em convencional) com o objectivo de cobrir todo o período de eclosões, em zonas onde a população de *S. titanus* é elevada, ou dirigido aos adultos, em zonas onde a população de *S. titanus* é mais baixa. De acordo com as regiões e dentro de uma mesma região, um terceiro tratamento pode ser recomendado pelo serviço de avisos, de acordo com o histórico de FD e a densidade populacional de *S. titanus*. A monitorização dos adultos é essencial para determinar a necessidade da realização deste terceiro tratamento, tendo em conta que a presença de um elevado número de adultos significa um risco acrescido de contaminação, pelo que um tratamento adicional deve ser aplicado.

ii. Modo de Produção Biológica

Em modo de produção biológica, a aplicação de medidas preventivas é ainda mais premente. A presença de *S. titanus* na parcela deve ser monitorada com muita precisão, especialmente quando a parcela está localizada próxima de uma área onde a presença de FD foi confirmada. Os tratamentos insecticidas contra o vector devem ser realizados, sendo que os produtos autorizados se baseiam, consoante os países, em piretrina e/ou Azadiractina (EC Reg. 889/08).

Pelo facto destas substâncias activas serem sensíveis*, devem ser aplicadas com elevada precisão e respeitando determinados requisitos específicos, caso contrário, a sua eficácia (especialmente a da piretrina) é limitada. Além dos tratamentos insecticidas que devem ser renovados regularmente, devido à sua reduzida persistência, a realização de estimativas do risco é essencial, com vista a verificar a eficácia dos tratamentos, e a evitar a disseminação da FD. Qualquer videira sintomática deve ser imediatamente arrancada, para conter a disseminação da doença.

*O efeito da piretrina: a piretrina é uma molécula delicada, sensível às altas temperaturas e às radiações UV. Estima-se que o tempo de meia-vida de uma solução de piretrina directamente exposta ao sol seja de 10-12 minutos. O produto tem uma «acção de choque» actuando por contacto, no sistema nervoso dos insectos. A aplicação pode ser realizada em conjunto com cobre ou enxofre (Sudvinbio, 2013). A piretrina é eficaz quando aplicada sobre os estados L1 a L3 de *S. titanus*. Infelizmente, pelo facto de a eficácia do tratamento ser variável, é necessário realizar-se uma monitorização constante das parcelas tratadas, antes e depois do tratamento com piretrina, para garantir a eficácia do mesmo, ou avaliar a necessidade de aplicar meios de controlo complementares.

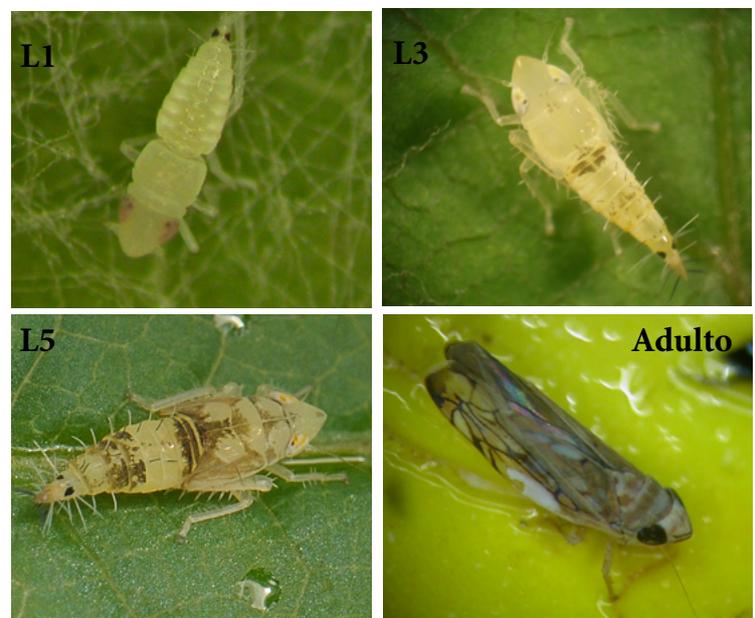
iii. Remoção de reservatórios do vector

As videiras selvagens representam um potencial reservatório para *S. titanus* e para o fitoplasma da FD, tendo sido também relatada a presença de FD em espécies do género *Clematis* e *Alnus*, podendo ser transmitida ocasionalmente para a videira (Filipin et al., 2009; Lessio et al, 2014).

Este chamado «compartimento selvagem» representa um risco potencial de emergência e contaminação epidémica da FD. No entanto, estas áreas semi-naturais são importantes no fornecimento de serviços ecológicos à vinha, sendo um importante reservatório de biodiversidade, proporcionando serviços de regulação natural de algumas pragas, através dos auxiliares. Assim, é importante considerar e estimar as relações entre o risco epidémico e os serviços de regulação natural que oferecem essas áreas. Assim, apesar de ser recomendado alargar-se o perímetro de monitorização a essas áreas, o alargamento da aplicação das medidas de controlo a essas áreas não é pacífico, devendo ser considerado com cautela.

iv. Monitorização do vector: estados de desenvolvimento (ninfas e adultos)

Os indivíduos de *S. titanus* são de difícil detecção e reconhecimento, pelo facto de as ninfas serem pequenas e extremamente móveis. Além disso, estes cicadelídeos podem ser facilmente confundidos com outras espécies encontradas na videira. As ninfas de *S. titanus* caracterizam-se por serem, numa fase inicial, de cor translúcida a branca, adquirindo posteriormente manchas acastanhadas, à medida que evoluem. Uma característica diferenciadora das ninfas é o facto de possuírem dois pontos negros simétricos em posição dorso-lateral, na parte posterior do seu abdómen. Quando perturbada, a ninfa tem um comportamento típico, tendendo a saltar. Esse comportamento pode ser usado para distinguir ninfas de *S. titanus* das de outras



Fotos IFV Sudoeste (L1, adulto) e INRA Bordéus (L3, L5) França

formas juvenis de cicadelídeos que podem estar presentes simultaneamente nas folhas da videira, tais como as de *Empoasca vitis* (quando perturbada move-se lateralmente na superfície da folha) e as de *Zygina rhamni* (quando perturbada, movimenta-se ao longo de uma linha recta, na superfície da folha). Os adultos de *S. titanus* têm cor acastanhada e listras alaranjadas na cabeça e o seu tamanho pode variar entre 4.8 a 5.8 mm.

A monitorização do insecto vector é fundamental para detectar a eficácia da aplicação dos meios de protecção, assim como a detecção de novos focos de presença destes indivíduos na parcela. Por ser necessário alguma prática, o acompanhamento das ninfas de *S. titanus* é geralmente efectuado por técnicos com formação especializada. Para ser suficientemente rigoroso, as estimativas do risco devem ser realizadas observando, com cautela, a página inferior de 100 a 200 folhas, localizadas preferencialmente na parte de baixo da videira, evitando mover excessivamente a vegetação, tendo em conta que o insecto tem tendência para saltar, ao virar a folha.

Os tratamentos insecticidas devem ser aplicados obrigatoriamente no período indicado pelo serviço regional de avisos.

B. Práticas atípicas implementadas no campo para controlar as populações do vector

As práticas descritas abaixo estão a ser implementadas pelos viticultores, em alternativa aos insecticidas convencionais, não tendo sido, no entanto cientificamente validada a sua eficácia

Vários métodos alternativos à luta química estão a ser testados para controlar o vector da FD, em especial, em produção biológica e com vista a diminuir a utilização de pesticidas e proteger o meio ambiente.

i. Aplicação de óleo essencial de laranja

Uma alternativa à luta química é a utilização de óleo essencial de laranja. Este produto é utilizado por alguns viticultores na Europa para controlar populações de *S. titanus*, mas complementarmente ao tratamento químico, já que este produto não está oficialmente registado como insecticida. A substância activa é o D-limoneno (terpeno), uma substância natural, tendo-lhe sido atribuído um efeito insecticida. O D-limoneno promove a dessecação das ninfas, podendo ser eficaz quando dirigido aos estados juvenis de *S. titanus*, embora a sua eficácia careça de validação científica. Foram reportados efeitos colaterais contra outras pragas de videira.

ii. Aplicação de caulino

O caulino possui uma acção repelente contra cicadelídeos e alguns estudos comprovam a sua acção insecticida, provocando a mortalidade de ninfas. É utilizado especialmente em produ-

ção biológica, em complemento aos insecticidas autorizados, tendo em conta a reduzida eficácia destes. Não podendo ser uma alternativa, pode ser integrado numa estratégia conjunta de protecção. O caulino é mais eficaz quando aplicado aos primeiros instares de desenvolvimento. Tendo em conta o elevado custo do produto e a sua eficácia, ainda que parcial, a optimização das doses de aplicação deve ser mais estudada.

C. Gestão de vinhas infectadas

A manutenção do bom estado fitossanitário das vinhas é um ponto-chave na gestão da FD.

Para o efeito, a monitorização das vinhas é fundamental, devendo ser implementada, tanto à escala local, ao nível da parcela, como a uma escala regional. Para que seja eficaz, é altamente recomendável que a estratégia de gestão seja organizada e controlada por um organismo dedicado. De qualquer forma, e para agir preventivamente, cada viticultor deve implementar um protocolo de monitorização e vigilância ao nível da sua própria vinha.

Quando existem suspeitas de FD ou do Bois Noir, devem ser realizadas análises laboratoriais para confirmar o diagnóstico.

O arranque e a destruição das videiras infectadas é obrigatório na maioria das regiões, estando estas medidas regulamentadas, através de publicação de legislação nacional. Durante o período de presença do vector (de Maio a Outubro), assim que uma videira suspeita tenha sido detectada, deve informar-se oficialmente os serviços de agricultura, deve ser recolhida uma amostra para análise em laboratório, e, depois de confirmado o diagnóstico, proceder ao arranque e destruição das videiras infectadas. Quanto mais cedo a videira infectada for removida, melhor. Desta forma, os insectos vectores existentes na parcela deixarão de poder alimentar-se da videira infectada, evitando a propagação da doença.

O arranque de videiras infectadas deve ser efectuado meticulosamente, evitando qualquer crescimento posterior de ladrões e/ou do porta-enxerto. A erradicação destes crescimentos deve ser efectuada, tanto na parcela de vinha, como fora desta.

Quando não é possível proceder ao arranque das videiras durante o período vegetativo, este procedimento pode ser adiado, desde que as partes sintomáticas sejam cortadas o mais rápido possível e a videira seja claramente marcada e rotulada para posterior erradicação total.

A área de contaminação da doença aumenta de videira para videira, em torno do foco inicial, pelo que nenhuma videira sintomática deve ser deixada na parcela. A incidência da doença aumenta muito rapidamente, podendo a área infectada aumentar exponencialmente, cerca de 10 X a cada ano.

Deixar vinhas infectadas na parcela aumentará consideravelmente o nível de infecção nos próximos anos.

Cada viticultor deve, na sua própria vinha, implementar uma

monitorização regular das videiras e tentar detectar, de forma precoce, sintomatologia suspeita de FD. Uma formação sobre o reconhecimento de sintomas é importante para qualquer viticultor localizado dentro de uma zona infectada, tendo em conta que a sua vinha pode ser infectada por FD sendo, nesse caso, essencial erradicar as videiras infectadas o mais rápido possível. Em caso de nova infecção, as autoridades competentes locais devem ser informadas e estes informarão sobre as medidas obrigatórias que devem ser tomadas naquela parcela. Em caso de dúvida, é melhor recolher uma amostra e enviar para um laboratório oficial que poderá confirmar o diagnóstico na videira suspeita.

Para conter e erradicar a FD numa determinada área vitícola, para além da gestão individual, deve ser implementada uma estratégia de gestão colectiva da doença. Uma boa comunicação entre viticultores, grupos colectivos e organismos dedicados é indispensável para uma boa eficiência da gestão da FD.

5. Investigação em curso sobre a gestão do insecto vector e da doença da FD

A. Sensibilidade da casta

A fim de melhorar a gestão da FD, é importante conhecer as diferenças de sensibilidade de algumas castas de videira, no que diz respeito à quantidade e disseminação do fitoplasma nessas plantas. Investigadores (Boudon-Padieu, 1996; Jagoueix-Eveillard et al., 2012) mostraram que existe uma diversidade de sensibilidade à FD entre diferentes castas de videira e porta-enxertos. Algumas cultivares expressam mais ou menos sintomas de FD, bem como porta-enxertos que podem expressar sintomas de forma mais clara ou alguns não manifestar de todo, quando são infectados pelo fitoplasma. Por exemplo, a casta Cabernet Sauvignon (CS) expressa facilmente sintomatologia típica de FD, sendo por isso considerada como muito sensível à FD. Pelo contrário, a casta Merlot é considerada pouco sensível, expressando menos sintomas do que a CS (Jagoueix-Eveillard et al., 2012). Além disso, ao nível da parcela, a incidência de FD é menor em Merlot do que em CS. Dentro da planta, a gravidade dos sintomas é menor e a disseminação de fitoplasma nos vasos do floema é limitada na casta Merlot, quando comparada com CS. No caso dos porta-enxertos, o estudo demonstrou que, mesmo que alguns porta-enxertos não expressem os sintomas, eles apresentam uma alta concentração de fitoplasma (Galletto et al., 2014). Um resultado deste último estudo aponta que, quanto menos a casta expressar os sintomas, menos fitoplasma se multiplica, o que resulta numa menor disseminação da doença. Alguns porta-enxertos são tolerantes, não expressam os sintomas, mas carregam uma grande quantidade de fitoplasma e representam um risco de propagação invisível da doença (Malembic-Mayer, 2015).

B. Investigação em curso sobre fitoplasmas e hospedeiros

- Resistência em espécies do género *Vitis* e mecanismos de defesa associados

Segundo a investigação em curso, uma maneira de aprofundar a sensibilidade de castas de *Vitis vinifera* e dos porta-enxertos, passa pela identificação das menos atractivas para o insecto vector ou das que têm menor taxa de multiplicação do fitoplasma. Esta investigação carece ainda de mais trabalho de caracterização das bases genéticas associadas aos mecanismos de resistência, com vista à melhoria varietal do material vegetativo e da exploração dos mecanismos de defesa naturais (SDN), com vista à estimulação dos mesmos

- Inibidores moleculares

Actualmente, existe investigação em curso sobre inibidores moleculares, com vista a perturbar ou evitar o reconhecimento entre as células do fitoplasma e as células do insecto vector. O objectivo é o de bloquear o fitoplasma, antes de atingir as células internas dos insectos. Quando o insecto se alimenta de uma videira infectada, o fitoplasma pode ser absorvido e infectar o vector, passando por várias barreiras de tecidos. Este fenómeno requer interacções entre as proteínas do fitoplasma da FD e o revestimento das células do insecto vector. O objectivo dos investigadores passa pelo bloqueio dessa interacção, inibindo a proteína responsável pela transferência do fitoplasma. Actualmente, nenhum resultado está ainda disponível.

- Imagens aéreas

A identificação precoce dos sintomas de FD numa vinha é fundamental na gestão da FD. Por este motivo, várias empresas privadas e públicas têm tentado desenvolver uma metodologia recorrendo à utilização de imagens aéreas adquiridas através de drones, com o objectivo de facilitar a gestão da FD numa vinha. A investigação ainda está em curso, mas actualmente, não foi ainda identificada uma forma eficiente e cientificamente validada de distinguir sintomas de FD de sintomas de outras doenças, recorrendo aos drones.

C. Investigação desenvolvida para controlar o vector

- Confusão sexual

Um método inovador (confusão sexual vibracional) está a ser desenvolvido com vista a evitar que as populações de *S. titanus* se multipliquem de um ano para outro, perturbando a sua reprodução. Este método consiste na perturbação dos sinais emitidos pelos machos para atrair as fêmeas, evitando assim a sua reprodução. Os adultos comunicam entre si por sinais vibratórios, sendo que os machos têm um comportamento de «chamar e voar», emitindo um «chamamento nupcial» característico e as fêmeas emitem sinais, em resposta ao dos machos (Mazzoni et al., 2009). Um dispositivo vibratório foi desenvolvido com vista a imitar (playback) estes sinais vibratórios, sendo os mesmos transmitidos à sebe através de um fio condutor. A reprodução

destes sinais de vibração (playback) interfere na comunicação emitida pelo macho, interrompendo o “dueto macho-fêmea”. Isso resulta numa redução significativa do número de cópulas entre insectos (Mazzoni et al., 2009), diminuindo assim o nível da população de um ano para outro. Se aplicado com sucesso, e no caso de um elevado número de populações locais, este método poderia facilitar a gestão da população de insectos, a longo prazo, numa parcela de vinha, reduzindo a utilização de insecticidas convencionais.

• Controlo biológico

O controlo biológico da população de *S. titanus* através de parasitoides foi estudado, recorrendo a algumas espécies de Pimplidae, Ateuchinae e Gonatopodinae. No entanto, do ponto de vista prático e da implementação de medidas de controlo obrigatório, a implementação desta estratégia a uma grande escala não parece viável, ainda que algumas dessas espécies possam parasitar *S. titanus*. O controlo biológico também passa pela utilização de bactérias que perturbam a reprodução ou a capacidade infecciosa do vector (Chuche et al., 2017; Gonella, 2012; Marzorati, 2006)

Todas essas estratégias estão em avaliação e só devem ser consideradas como complementares das medidas de luta contra a FD, não devendo ser utilizadas em substituição destas.

Conclusão

Ao contrário de outras doenças da videira, a gestão da FD deve passar pela aplicação de uma estratégia colectiva, na qual cada produtor deve implementar as ferramentas mais eficientes e adequadas, de acordo com a regulamentação de cada país. A eficiência na gestão da FD depende da coesão entre os diversos actores envolvidos. Sem a aplicação de medidas de controlo, a doença espalhar-se-á rapidamente, afectando a totalidade das videiras, passados alguns anos. Uma boa gestão da FD passa pela aplicação de uma combinação de vários métodos que funcionem tanto contra o insecto vector, *S. titanus*, como contra a doença (FD), uma vez presente na vinha.

Referências bibliográficas

- 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., Perin, 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).

Consulte a bibliografia completa