

Bento Gonçalves, RS / Julho, 2024

Filoxera-da-videira no Brasil Biologia, resistência de genótipos e métodos de controle

Simone Andzeiewski⁽¹⁾, Daiana da Costa Oliveira⁽¹⁾, Daniel Bernardi⁽²⁾ e Marcos Botton⁽³⁾

⁽¹⁾ Estudante de doutorado, Universidade Federal de Pelotas, RS. ⁽²⁾ Professor, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS. ⁽³⁾ Pesquisador, Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS.

Introdução

A filoxera-da-videira, *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Phylloxeridae), é um inseto sugador, nativo da América do Norte, que ganhou relevância como praga de importância econômica em meados do século XIX, através da sua introdução acidental na Europa (Granett et al., 2001; Galet, 1982; Powell et al., 2013; Yin et al., 2019).

O inseto se alimenta inserindo o aparelho bucal nas folhas e raízes das videiras (Botton et al., 2003). Os sintomas no tecido foliar são conhecidos como galhas (Figura 1) e ocorrem principalmente em videiras de origem americana, utilizadas como porta-enxertos (Figura 2A). Nas raízes significadas a infestação provoca tuberosidades (Figura 2B) e nodosidades no ápice das raízes ou nas radicelas (Figura 3C).

Distribuição geográfica

A filoxera-da-videira foi reconhecida pela primeira vez como praga econômica para a viticultura no final da década de 1860, quando foi introduzida na França e praticamente dizimou os vinhedos de *Vitis vinifera* que eram cultivados em pé-franco, sem o emprego de porta-enxerto.

A introdução da praga na Europa esteve associada ao esforço de melhoristas para desenvolver



Foto: Simone Andzeiewski

Figura 1. Galhas em folhas de videira provocadas por filoxera-da-videira.

cultivares híbridas resistentes às doenças fúngicas, transportando a filoxera nas raízes de espécies americanas de videiras, resultando num significativo prejuízo à indústria vitivinícola mundial (Yin et al., 2019). No final do século 19, a filoxera estava

Fotos: Simone Andzeiewski



Figura 2. Sintomas causados pela filoxera-da-videira. (A) Galhas em folhas do porta-enxerto ‘Paulsen 1103’. (B) Tuberossidades em raízes de ‘Cabernet Sauvignon’. (C) Nodosidades em raízes de ‘Paulsen 1103’.

presente na maioria das regiões vitivinícolas da Europa, América do Norte, América do Sul, África do Sul, Nova Zelândia e Austrália (Ji et al., 2021). O inseto é encontrado nas principais regiões vitivinícolas do mundo, com exceção do Chile, Chipre e algumas partes da Austrália (Javier; Forneck, 2009).

No Brasil, a filoxera já foi relatada em praticamente todas as regiões produtoras de uva, mas ocorre com maior frequência no Sul, devido à maior concentração de área e produção de uvas de origem americana para processamento (Hickel, 1996; Soria; Dal Conte, 2000; Botton; Walker, 2009, Madaloni et al., 2018).

A convivência com o inseto no Brasil, sem a repercussão negativa observada em outros países, tem sido atribuída a inexistência de plantios de *V. vinifera* de pé franco e a predominância de cultivares de videiras de origem americana (*Vitis labrusca* e híbridas), como ‘Isabel’, ‘Bordô’, ‘Concord’ e ‘Niágara’, as quais são resistentes à forma galícola da filoxera e hospedam o inseto nas raízes, tolerando o ataque (Botton; Walker, 2009).

A filoxera se dispersa entre os vinhedos por meio de calçados, roupas, maquinários e material vegetativo (Ji et al., 2021). A forma alada e o primeiro instar são os estágios mais ativos, sendo também facilmente transportados pelo vento (King; Buchanan, 1986; Granett et al., 2001; Herbert et al., 2006).

A presença frequente da forma galícola em folhas de cultivares híbridas de videira, como a ‘BRS Lorena’, ou de porta-enxertos como ‘Paulsen 1103’, também facilita a dispersão do inseto, principalmente pela ação do vento.

Descrição e aspectos biológicos

O ciclo de vida e o modo de reprodução da filoxera é variável conforme a região onde a videira é cultivada (Forneck; Huber 2009). O inseto apresenta um ciclo biológico holocíclico, com fases alternadas de reprodução sexuada e assexuada (Figura 3). Estas fases incluem reprodução partenogenética que ocorre nas raízes ou folhas, e sexuada, que conecta a fase assexuada da raiz com a galícola na parte aérea. A reprodução holocíclica tem início na primavera, com a eclosão das ninfas provenientes de um ovo de inverno (Forneck et al., 2001; Andzeiewski et al., 2023).

A ninfa, também chamada de “fundatrix”, representa a primeira geração partenogenética após o ciclo sexual e irá formar as primeiras galhas nas folhas (Powell et al., 2013). Durante o verão, os primeiros instares continuam infestando folhas novas ou migram para as raízes da videira, onde provocam nodosidades, ao se estabelecerem em tecidos não lignificados, ou tuberosidades, em tecidos lignificados (Granett et al., 2001). Ao término do verão, alguns ovos provenientes de fêmeas radícolas originam formas aladas, que emergem do solo e migram para as partes lenhosas da planta iniciando a reprodução sexuada que produz ovos que darão origem aos machos e fêmeas (ápteros). Após o acasalamento, as formas ápteras ovipositam os ovos de inverno (um por fêmea) que irão passar esse período (junho a setembro) na casca do caule da videira, finalizando assim o holociclo (Figura 4) (Granett et al., 2001, Andzeiewski et al., 2023).

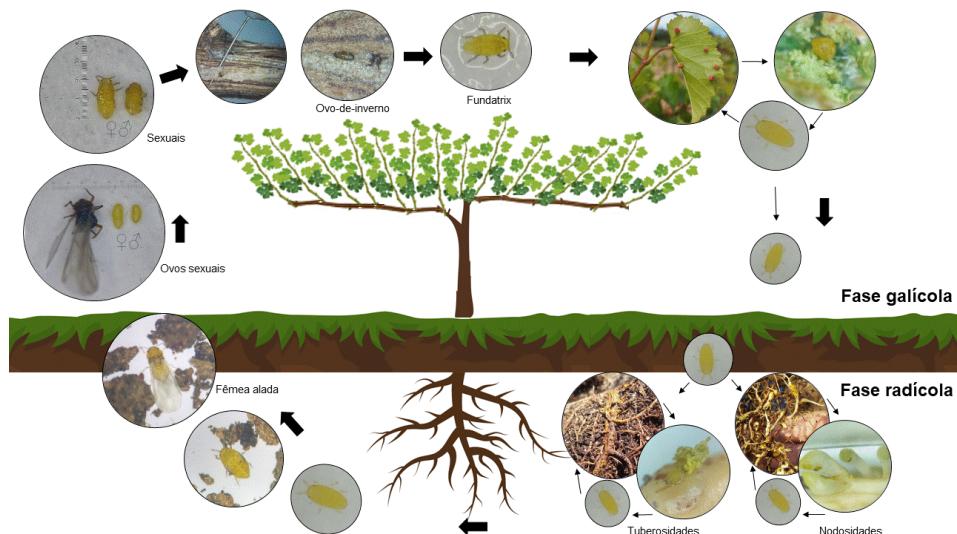


Figura 3. Ciclo biológico da filoxera-da-videira na região sul do Brasil.

Fonte: Andzeiewski et al. (2023).

Em algumas regiões dos Estados Unidos, como Califórnia, e na Austrália, China e Nova Zelândia, o anolociclo é observado, com a predominância da reprodução assexuada (Powell et al., 2013), quando ninhas de primeiro instar hibernam durante o inverno nas raízes e a reprodução sexuada é considerada um evento raro (Granett et al., 2001, Powell et al., 2013).

A diversidade e agressividade de linhagens (biótipos) da filoxera depende da espécie de *Vitis* spp. hospedeira, associado aos efeitos das mudanças climáticas, resultando em infestações elevadas nos diferentes países incluindo a presença de galhas em folhas de cultivares de *V. vinifera* (Ji et al., 2021; Wilminck et al., 2022).



Figura 4. Ovos de inverno (~ 2 mm) da filoxera-da-videira no tronco do porta-enxerto 'Paulsen 1103'.

No Brasil, em condições controladas de câmara de crescimento, sob temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70\% \pm 10\%$ e no escuro, a duração da fase de ninfa em raízes lignificadas da cultivar Cabernet Sauvignon (*V. vinifera*) foi de $15,5$ dias $\pm 0,12$ dias, com viabilidade do período de $90,2\%$ (Andzeiewski et al., 2022a). Quando se consideram raízes lignificadas da cultivar BRS Lorena (*V. vinifera* x *Vitis rupestris* x *Vitis aestivalis*), esta duração foi de $29,2$ dias $\pm 0,22$ dias, com viabilidade do período ninfal de $59,2\% \pm 2,12\%$, enquanto que em raízes de 'Bordô' (*V. labusca*) a duração foi de $34,4$ dias $\pm 0,89$ dias, porém com uma viabilidade do período ninfal de apenas $23,4\% \pm 1,76\%$ (Tabela 1).

Estas informações demonstram que, dependendo do material genético do hospedeiro (videira), existe um efeito supressor sobre a população radicular do inseto (Andzeiewski et al., 2022a). De maneira geral, os efeitos negativos sobre a população da filoxera estão associados à presença de compostos fenólicos (antibiose) e não preferência (Kellow, 2000).

Sintomas e danos

Ao se alimentar nas folhas (fase galícola), a filoxera forma galhas que provocam distorção foliar, necrose, desfolhamento precoce e, consequentemente, a redução da fotossíntese (Yin et al., 2019). Galhas raramente se formam em folhas de *V. vinifera*, contudo, trabalhos recentes têm mostrado uma frequência crescente de ataques na parte aérea em cultivares desta espécie na Europa (Forneck et al.,

2009), fato também registrado há mais tempo no Brasil (Botton; Walker; 2009) e no Uruguai (Vidart et al., 2013). No Brasil, é comum a presença de galhas em cultivares híbridas como a 'BRS Lorena' e a 'Moscato Embrapa', muitas vezes tornando necessário seu controle (Botton et al., 2004).

A ocorrência de galhas em folhas de cultivares híbridas também tem sido observada na região centro-oeste dos Estados Unidos (Yin et al., 2019). A ocorrência de maiores intensidades da população galícola tem sido atribuída à seleção de novos biótipos do inseto, efeitos das mudanças climáticas, e o desenvolvimento de novos híbridos que possuem sensibilidade à fase galícola (Wilmink et al., 2022).

Quando o ataque ocorre nas raízes de *V. vinifera*, o inseto provoca nodosidades nas radicelas e tuberosidades em raízes significadas (Granett et al., 2001). Tanto as nodosidades quanto as tuberosidades afetam significativamente o transporte e a absorção de nutrientes e água (Benheim et al., 2012). Economicamente, as tuberosidades são as mais prejudiciais por serem formadas no tecido radicular lignificado, expondo o sistema vascular ao ataque de fungos fitopatogênicos presentes no solo, através de ferimentos causados nos pontos de inserção do estilete (Omer et al., 1995; Edwards et al., 2007). Estudos para compreender essa interação estão sendo conduzidos nos diferentes sistemas de produção vitícola.

De acordo com Granett et al. (1987), qualquer vinhedo de *V. vinifera* que não for enxertado sobre

porta-enxertos de espécies americanas ou híbridas torna-se improdutivo dentro de 5 a 10 anos após o estabelecimento da praga.

Resistência de cultivares de videira

A constatação de que as raízes das espécies de *Vitis* spp. de origem americana eram resistentes à forma radícola da filoxera desencadeou o interesse pela seleção e uso de porta-enxertos resistentes à praga (Granett et al., 2001). A partir desta descoberta, o emprego de porta-enxertos tornou-se uma prática obrigatória (Keller et al., 2010) para o cultivo de cultivares de *V. vinifera* nos países onde o inseto está presente (Vrsic et al., 2016).

As principais *Vitis* spp. de origem americana que são empregadas como fontes de resistência à filoxera são *V. rupestris*, *Vitis riparia* e *Vitis berlandieri*, sendo que a maioria dos porta-enxertos de videira têm origem no cruzamento destas espécies (Soria; Dal Conte, 2005; Keller et al., 2010; Ollat et al., 2016). No entanto, há uma preocupação crescente sobre a sustentabilidade dessa estratégia de manejo, visto que poucas medidas alternativas de controle foram investigadas desde o emprego dos porta-enxertos resistentes e, frequentemente, tem sido registrado biótipos da filoxera que superam a resistência destes porta-enxertos (Walker et al., 2014; Forneck et al., 2016; Yin et al., 2019).

Tabela 1. Parâmetros biológicos da filoxera-da-videira em raízes significadas de cultivares de videira.

Parâmetro	Cultivar		
	BRS Lorena	Bordô	Cabernet Sauvignon
Duração da fase de ovo (dias)	5,2 ± 0,03 ⁽¹⁾ a	5,8 ± 0,06 a	5,1 ± 0,01 a
Viabilidade da fase de ovo (%)	100,0 ± 0,00 a	100,0 ± 0,00 a	100,0 ± 0,00 a
Duração da fase de ninfa (dias)	29,2 ± 0,22 b	34,4 ± 0,89 c	15,5 ± 0,12 a
Viabilidade ninfal (%) ⁽²⁾	59,2 ± 2,12 b	23,4 ± 1,76 c	90,2 ± 2,98 a
Período pré-reprodutivo (dias)	5,9 ± 0,45 a	6,8 ± 0,89 a	6,0 ± 0,75 a
Período reprodutivo (dias)	20,5 ± 1,23 a	20,3 ± 1,96 a	21,4 ± 0,74 a
Período pós-reprodutivo (dias)	11,2 ± 1,01 b	13,4 ± 1,34 b	9,6 ± 1,98 a
Fecundidade diária (ovos por dia)	1,8 ± 0,14 b	0,94 ± 0,03 c	9,51 ± 2,31 a
Fecundidade total (ovos por fêmea)	49,6 ± 1,23 b	20,9 ± 0,76 c	207,8 ± 1,77 a

⁽¹⁾ Média ± EP (Erro Padrão da Média) seguida por letras iguais, nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

⁽²⁾ Porcentagem de indivíduos que atingiram a fase adulta aptos à reprodução.

Fonte: Andzeiewski et al. (2022a).

No Brasil, diversos porta-enxertos de videira são utilizados na viticultura e todos são considerados resistentes à praga (Soria; Dal Conte, 2005). Na região sul do Brasil, o porta-enxerto ‘Paulsen 1103’ (*V. berlandieri* x *V. riparia*) é o mais empregado, devido à tolerância ao fungo *Fusarium oxysporum* que esteve entre as principais causas de morte de plantas de videira na década de 1990 (Grigoletti, 1993). Além disso, ainda é comum produtores utilizarem cultivares de origem americana (*V. labrusca*) em pé-franco, devido à tolerância aos danos causados pela praga, mas que hospedam o inseto nas raízes (Botton; Walker, 2009).

De uma forma geral, a presença de tuberosidades nas raízes causadas pelo inseto é indicação da suscetibilidade dos genótipos em avaliações quanto à resistência dos porta-enxertos (Ramming et al., 2010). A presença de nodosidades tem sido comum em alguns porta-enxertos (Granett et al. 2001, Andzeiewski et al., 2022b), sendo que algumas videiras são tolerantes e conseguem suportar populações de filoxera se reproduzindo livremente nas nodosidades (Pavlousek, 2012). Em contraste, videiras resistentes dificultam a reprodução e o desenvolvimento da filoxera nas raízes, não permitindo um incremento populacional. Em outros casos, o inseto é impedido de se estabelecer nas raízes não ocorrendo a formação de nodosidades e tuberosidades.

Em trabalhos realizados no Brasil, a maior taxa de tuberosidades ocasionada por insetos que chegaram à fase adulta foi observada em cultivares de *V. vinifera*, como ‘Cabernet Sauvignon’ e ‘Chardonnay’, e no híbrido ‘BRS Lorena’, considerados genótipos suscetíveis. Por outro lado, os porta-enxertos ‘SO4’, ‘IAC-766’, ‘Paulsen 1103’ e ‘IAC-572’ apresentaram apenas nodosidades, sendo considerados resistentes (Andzeiewski et al., 2022b). Estas informações reforçam a importância da enxertia como estratégia de manejo do inseto e dos seus impactos, principalmente quando são utilizadas as cultivares copa de *V. vinifera* e híbridas.

As cultivares de *V. labrusca* ‘Isabel’ e ‘Bordô’ permitiram o desenvolvimento e sobrevivência dos insetos de maneira similar aos porta-enxertos comerciais ‘SO4’, ‘IAC-766’, ‘Paulsen 1103’ e ‘IAC-572’ (Andzeiewski et al., 2022b). No entanto, a cultivar Isabel não apresentou tuberosidades, sendo classificada como resistente, enquanto que na cultivar ‘Bordô’ a filoxera formou tuberosidades expondo a suscetibilidade deste genótipo. No Brasil, ainda encontram-se cultivos de videiras em pé-franco de origem americana, como ‘Bordô’ e ‘Isabel’. Em vinhedos destas cultivares localizados na região da Serra Gaúcha, observou-se a presença conjunta da

forma radicular da filoxera com os fungos de solo *Fusarium* spp. e *Cylindrocarpon destructans* (Botton; Walker, 2009), agentes associados ao declínio e morte de plantas de videira (Garrido et al., 2022). Por este motivo, o emprego de porta-enxertos resistentes aos diversos agentes responsáveis pelo declínio também deve ser uma prática constante e importante para qualquer tipo de cultivar copa, considerando tanto as de origem europeia quanto as de origem americana e híbridas.

A prospecção de novos porta-enxertos com resistência ao inseto é fundamental para o manejo da praga, devido às evidências crescentes da seleção natural de biótipos da filoxera que conseguem sobreviver nos genótipos de videira (Forneck et al., 2016). Nos últimos anos, trabalhos de melhoramento genético envolvendo cruzamentos com o objetivo de selecionar novos porta-enxertos foram realizados pela Embrapa Uva e Vinho, pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) e pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), utilizando como fonte de resistência principal cultivares de *Vitis rotundifolia*, as quais são classificadas como imunes à filoxera e à pérola-da-terra *Eurhizococcus brasiliensis* (Botton; Colleta, 2010; Andzeiewski et al., 2022b). A partir desta informação, foram efetuados cruzamentos entre *V. rotundifolia* e outras cultivares de *Vitis* spp. buscando obter variação genética com resistência aos agentes bióticos e abióticos de solo (Camargo et al., 2008; Oliveira et al., 2010). Os híbridos resultantes foram avaliados e os cruzamentos ‘1111-21’, ‘548-44’ e ‘IBCA 125’ foram selecionados como resistentes à filoxera (Andzeiewski et al., 2022b), sendo promissores para avaliações em áreas com declínio e morte de plantas de videira.

Controle biológico

Inimigos naturais (predadores e parasitoides)

No Brasil, poucas informações estão disponíveis sobre os inimigos naturais da filoxera da videira. Em outros países, a presença de predadores são relatados, com destaque para os coccinelídeos, como a joaninha *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773), que se alimenta da forma galícola (Benheim et al., 2012; Kogel et al., 2013; Oliveira et al., 2024). Esta espécie também foi observada no Brasil, alimentando-se de ovos e ninhas de filoxera (Figura 5). Em coletas realizadas no Brasil e em outros países não



Figura 5. Adulto do predador *Harmonia axyridis* em folha de videira alimentando-se de ovos e ninfas da filoxera.

foram registrados parasitoides associados à forma galícola.

Nematoides entomopatogênicos

O uso de nematóides entomopatogênicos para o controle da filoxera radícola foi avaliado em laboratório utilizando raízes infestadas sem a presença de solo (English-Loeb et al., 1999). Nesta condição, *Heterorhabditis bacteriophora* reduziu a sobrevivência da filoxera em até 80% em relação à testemunha, enquanto que *Steinernema glaseri* não foi eficaz.

Quando os nematóides foram aplicados em vasos, na presença de solo, a ação supressora do nemátoide *H. bacteriophora* somente teve efeito, e reduzido, quando a umidade do solo foi elevada (> 13%) e aplicando-se uma alta densidade de nematóides (> 5.000 UI por grama de solo). Resultados em laboratório também foram promissores no trabalho de Garces (2004) utilizando *H. bacteriophora*.

Fungos entomopatogênicos

Dois fungos entomopatogênicos em particular, *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*, têm sido foco de pesquisas para o controle da filoxera da videira devido à sua ampla distribuição e patogenicidade natural para muitas espécies de insetos. Em experimentos de laboratório, *B. bassiana* apresentou efeito sobre a filoxera, porém os trabalhos não avançaram para a confirmação dos resultados em campo (Granett et al., 2001).

Ficiu et al. (2015) avaliaram o efeito de *B. bassiana* em populações de filoxera em folhas de videira mantidas em vasos. Os autores verificaram

que houve uma redução gradual da população de filoxera, porém inferior ao controle químico. Para manter a eficácia do entomopatógeno, os autores sugerem aplicações do fungo a cada seis dias, podendo substituir, de modo parcial ou totalmente, os tratamentos químicos.

Quanto ao potencial de uso de *M. anisopliae*, Kirchmair et al. (2004) demonstraram em laboratório, que este fungo pode atuar como agente de controle da filoxera associado aos diferentes isolados do fungo. Em campo, formulações comerciais de *M. anisopliae* reduziram a infestação da praga, mas com ressalvas dos autores para serem efetuadas aplicações sequenciais (Kirchmair et al., 2009). Trabalhos conduzidos em laboratório no Brasil resultaram em mortalidade próxima a 20% da população¹.

De modo geral, as opções de controle biológico da filoxera-da-videira com nematóides e fungos entomopatogênicos deve ser considerada, porém estas opções não estão disponíveis comercialmente em nenhum país com tradição vitícola.

Controle químico

No Brasil, o controle químico é recomendado e comumente utilizado para o manejo da fase galícola da filoxera, a partir do aparecimento das primeiras galhas. Esta prática de controle é imprescindível quando a infestação ocorre nas folhas de plantas matrizes de porta-enxertos ou em novos plantios no campo, visando uma posterior enxertia (Botton et al., 2004). Neste caso, merece destaque o uso de inseticidas neonicotinoides (imidacloprido e thiamethoxam), piretróides e mais recentemente a flurapiradifurona e o sulfoxaflor (Andzeiewski et al., 2023; Garrido; Botton, 2023). É importante ressaltar a importância da rotação de princípios ativos visando evitar a seleção de populações resistentes da filoxera.

No caso da forma radícola, de maneira geral os inseticidas neonicotinoides aplicados no solo, na forma de rega, contribuem para a supressão populacional do inseto, proporcionando redução populacional entre 50 e 80% (Andzeiewski et al., 2023). No entanto, essa prática não é recomendada para o manejo da praga sem a integração de estratégias de controle, com destaque para o emprego de porta-enxertos resistentes.

Considerações finais

A filoxera da videira apresenta o ciclo completo no Brasil com reprodução sexuada e assexuada,

¹ Informação verbal transmitida pela autora Daiana da Costa Oliveira no ano de 2023.

permitindo um amplo crescimento populacional, com sobreposição de gerações e diferentes combinações genéticas, ampliando o potencial de desenvolvimento ou surgimento de populações resistentes aos porta-enxertos utilizados. Devido à existência da reprodução sexuada, a presença de ovos de inverno no tronco de plantas de videira (estacas) cultivadas no sul do Brasil, viabilizam mais uma fonte de dispersão da praga para diferentes locais.

O emprego de porta-enxertos resistentes ainda é a principal prática de manejo adotada para o controle da forma radícola nos diferentes países produtores. Entretanto, devido ao surgimento de biótipos resistentes da filoxera, essa estratégia deve ser permanentemente monitorada. O desenvolvimento de novos porta-enxertos é uma estratégia importante e, no caso do Brasil, a mesma deve estar focada nos diferentes agentes associados ao declínio e morte de plantas da videira, incluindo insetos de solo, doenças, nematoídes e toxicidade por cobre (Garrido et al., 2022).

Nesse cenário, os genótipos oriundos do cruzamento de *V. labrusca* x *V. rotundifolia*, como o '548-44', '1111-21' e o 'IBCA 25', os quais apresentam redução na infestação e sobrevivência de ninhas de *D. vitifoliae* nas raízes, devem ser avaliados em experimentos de campo, em áreas com a presença conjunta dos agentes associados ao declínio. Por outro lado, destaca-se a disponibilidade de novos inseticidas como flupiradifurona e sulfoxaflor para auxiliar no controle do inseto em situações específicas, sendo sempre importante reforçar que o uso deve ser somente quando necessário e alternando-se os ingredientes ativos.

Referências

- ANDZEIEWSKI, S.; OLIVEIRA, D. C.; BERNARDI, D.; BOTTON, M. Occurrence of sexual reproduction of *Daktulosphaira vitifoliae* (Hemiptera: Phylloxeridae) in southern Brazil and biology and fertility life table in grapevine cultivars. *Environmental Entomology*, v. 51, n. 1, p. 210-215, 2022a. DOI: <https://doi.org/10.1093/ee/nvab126>.
- ANDZEIEWSKI, S.; OLIVEIRA, D. C.; BERNARDI, D.; BOTTON, M. Resistance of Grapevine Genotypes (*Vitis* spp.) to *Daktulosphaira vitifoliae* (Hemiptera: Phylloxeridae) in Brazil: Implications for Pest Management. *Environmental Entomology*, v. 51, n. 6, p. 1166-1171, 2022b. DOI: <https://doi.org/10.1093/ee/nvac074>.
- ANDZEIEWSKI, S.; OLIVEIRA, D. da C.; BERNARDI, D; BOTTON, M. Population suppression of phylloxera gallicolae and radicicolae forms on grapevines with the use of synthetic insecticides. *Ciência Rural*, v. 53, n. 11, p. 1-7, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20220112>.
- BENHEIM, D; ROCHFORT, S.; ROBERTSON, E.; POTTER, I. D.; POWELL, K. S. Grape phylloxera (*Daktulosphaira vitifoliae*) - a review of potential detection and alternative management options. *Annals of Applied Biology*, v. 161, n. 2, p. 91-115, Aug. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2012.00561.x>.
- BOTTON, M.; HICKEL, E. R.; SORIA, S. de J. Pragas. In: FAJARDO, T. V. M. (ed.). *Uva para processamento: fitossanidade*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. 128 p. il. (Frutas do Brasil, 35).
- BOTTON, M.; RINGENBERG, R.; ZANARDI, O. Z. Controle químico da forma galícola da filoxera *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Phylloxeridae) na cultura da videira. *Ciência Rural*, v. 34, n. 5, p. 1327-1331, set./out. 2004. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/539565>. Acesso em: 28 nov. 2023.
- BOTTON, M.; WALKER, M. A. Grape phylloxera in Brazil. *Acta Horticulturae*, v. 816, p. 39-40, mar. 2009. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/543353>. Acesso em: 28 nov. 2023.
- BOTTON, M.; COLLETA, V. D. Avaliação da resistência de cultivares de *Vitis rotundifolia* à pérola-da-terra (Hemiptera: Margarodidae) na região sul do Brasil. *Acta Scientiarum*, v. 32, n. 2, p. 213-216, jun. 2010. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v32i2.3151>.
- CAMARGO, U. A.; RITSCHEL, P.; OLIVEIRA, P. R. D. de; NACHTIGALL, J. C. Criação de porta-enxertos resistentes à pérola-da-terra. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 12., 2008, Bento Gonçalves, RS. *Anais* [...]. Novos horizontes para a vitivinicultura Brasileira. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008. p. 145. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/543182>. Acesso em: 29 nov. 2023.
- EDWARDS, J.; NORNG, S.; GRANETT, J.; POWELL, K. S. Relationships between grape phylloxera abundance, fungal interactions and grapevine decline. *Acta Horticulturae*, v. 733, p. 151–158, 2007. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.733.16>.
- ENGLISH-LOEB, G.; VILLANI, M.; MARTINSON, T.; FORSLINE, A.; CONSOLIE, N. Use of entomopathogenic nematodes for control of grape phylloxera (Homoptera: Phylloxeridae): a laboratory evaluation. *Environmental Entomology*, v. 28, n. 5, p. 890–894, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1093/ee/28.5.890>.
- FORNECK, A.; WALKER, M. A.; BLAICH, R.; YVON, M.; LECLANT, F. Interaction of phylloxera (*Daktulosphaira*

vitifoliae Fitch) with grape (*Vitis* spp.) in simple isolation chambers. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 52, n. 1, p. 28-34, 2001. DOI: 10.5344/ajev.2001.52.1.28.

FORNECK, A.; HUBER, L. (A)sexual reproduction - a review of life cycles of grape phylloxera, *Daktulosphaira vitifoliae*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 131, n. 1, p. 1-10, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2008.00811.x>.

FORNECK, A.; POWELL, K. S.; WALKER, M. A. Scientific opinion: Improving the definition of grape phylloxera biotypes and standardizing biotype screening protocols. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 67, n. 4, p. 371-376, 2016. DOI: 10.5344/ajev.2016.15106.

FICIU, L.; BRINDUSE, E; ION, M. Biological control of adult populations of phylloxera gallicola with entomopathogenic fungus. **Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Horticulture**, v. 72, n. 1, 2015. DOI: 10.15835/buasvmcn-hort:10746.

GALET, P. **Les Maladies et les parasites de la vigne - Les parasites animaux**. Montpellier, Fr: Galet, 1982. Tome 2.

GARCES, S. V. **Potential of entomopathogenic nematodes and their symbiotic bacteria and preliminary assessment of *Harmonia zzyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) for control of grape phylloxera (Hemiptera: Phylloxeridae)**. 2004. 81 p. Thesis (Master's of Science) - Ohio State University. Disponível em: http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc_num=osu1406882872. Acesso em: 30 nov. 2023.

GARRIDO, L. da R.; MELO, G. W. B. de; BOTTON, M.; GROHS, D. S. **Dez medidas recomendadas para áreas com declínio e morte de videiras**. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2022. 23 p. (Documentos online, 128). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1139929>. Acesso em: 30 nov. 2023.

GARRIDO, L. da R.; BOTTON, M. **Agrotóxicos registrados para a cultura da videira – Safra 2023/2024**. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, julho 2023. 42 p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico online, 229). CGPE 018128. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1154963>. Acesso em: 9 jan. 2024).

GRANETT, J.; GOHEEN, A. C.; LIDER, L. A.; WHITE, J. Evaluation of Grape Rootstocks for resistance to Type A and Type B grape phylloxera. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 38, n. 4, p. 298-300, 1987. DOI: 10.5344/ajev.1987.38.4.298.

GRANETT, J.; WALKER, M. A.; KOCSIS, L.; OMER, A. D. Biology and management of grape phylloxera. **Annual Review of Entomology**, v. 46, p. 387-412, 2001. DOI: 10.1146/annurev.ento.46.1.387.

GRIGOLETTI, JR. A. **Fusariose da videira**: resistência de cultivares, sintomas e controle. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 1993. 20 p. (Circular Técnica, 18). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/536179>. Acesso em: 30 nov. 2023.

HICKEL, E. R. **Pragas da videira e seu controle no Estado de Santa Catarina**. Florianópolis, SC: Epagri, 1996. 52 p. (Boletim Técnico, 77).

HERBERT, K. S.; HOFFMAN, A. A.; POWELL, K. S. Changes in grape phylloxera abundance in ungrafted vineyards. **Journal of Economic Entomology**, v. 99, n. 5, p. 1774-1783, 2006. DOI: 10.1603/0022-0493-99.5.1774.

JAVIER, T.; FORNECK, A. Use of DNA markers for grape phylloxera population and evolutionary genetics: from RAPDs to SSRs and Beyond. **Insects**, v. 10, n. 10, p. 317, 2019. DOI: 10.3390/insects10100317.

JI, W.; GAO, G.; WEY, J. Potential global distribution of *Daktulosphaira vitifoliae* under climate change based on maxent. **Insects**, v. 12, n. 4, p. 347, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects12040347>.

KELLER, M. **The science of grapevines**: anatomy and physiology. Burlington: Elsevier Academic Press, 2010.

KELLOW, A. V. **A study of the interaction between susceptible and resistant grapevines and phylloxera**. 2000. 298 p. Thesis (PhD of Philosophy) - University of Adelade.

KING, P. D.; BUCHANAN, G. A. The dispersal of phylloxera crawlers and spread of phylloxera infestations in New Zealand and Australian vineyards. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 37, n. 1, p. 26-33, 1986. DOI: 10.5344/ajev.1986.37.1.26.

KIRCHMAIR, M.; HUBER, L.; PORTEN, M.; RAINER, J.; STRASSER, H. *Metarhizium anisopliae*, a potential agent for the control of grape phylloxera. **BioControl**, v. 49, p. 295–303, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1023/B:BICO.0000025387.13747.74>.

KIRCHMAIR, M.; NEUHAUSER, S.; STRASSER, H.; VOLOSHCHUK, N.; HOFFMANN, M.; HUBER, L. Biological control of grape phylloxera – a historical review and future prospects. **Acta Horticulturae**, v. 816, p. 13-18, 2009. DOI: 10.17660/ActaHortic.2009.816.1.

KÖGEL, S.; SCHIELER, M.; HOFFMANN, C. The ladybird beetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) as a possible predator of grape phylloxera

Daktulosphaira vitifoliae (Hemiptera: Phylloxeridae). **European Journal of Entomology**, v. 110, n. 1, p. 123-128, 2013. DOI: 10.14411/eje.2013.017.

MADLON, F. Z.; LIMA, V. L. de S.; PRATISSOLI, D.; MENEGHELLI, C. M.; CARVALHO, J. R. de; ZUCOLOTO, M. Occurrence of grape Phylloxera *Daktulosphaira vitifoliae* Fitch (Hemiptera: Phylloxeridae) in the state of Espírito Santo, Brazil. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 20, n. 3, p. 1-5, 2018. DOI: 10.9734/JEAI/2018/39074.

OLIVEIRA, P. R. D. de; CAMARGO, U. A.; CZERMAINSKI, A. B. C.; RITSCHEL, P. S. Avaliação do comportamento fenológico e produtivo da 'BRS Violeta' (*Vitis* spp.) enxertada em seleções Euvitis x Muscadinia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. **Anais** [...]. Natal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010. 4p. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/866567>. Acesso em: 01/12/2023.

OLIVEIRA, D. da C.; ANDZEIEWSKI, S.; BOHN, R. J.; MOURA, L. de A.; BERNARDI, D.; BOTTON, M. *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae) as a predator of the gallic form of the vine phylloxera *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Phylloxeridae) in Brazil. **Entomobrasilis**, v. 17, e1081, 2024. Scientific note. DOI: 10.12741/embrasilis.v17.e1081.

OLLAT, N.; BORDENAVE, L.; TANDONNET, J. P.; BOURSQUOT, J. M.; MARGUERIT, E. Grapevine rootstocks: origins and perspectives. **Acta Horticulturae**, v. 1136, 2016. DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1136.2.

OMER, A. D.; GRANETT, J.; DE BENEDICTIS, J. A.; WALKER, M. A. Effects of fungal root infections on the vigour of grapevines infested by root feeding grape phylloxera. **Vitis**, v. 34, n. 3, p. 165–170, 1995.

PAVLOUSEK, P. Screening of rootstock hybrids with *Vitis cinerea* Arnold for phylloxera resistance. **Open Life Sciences**, v. 7, n. 4, p. 708–719, 2012. DOI: <https://doi.org/10.2478/s11535-012-0062-z>.

POWELL, K. S.; COOPER, P. D.; FORNECK, A. The biology, physiology and host-plant interactions of grape phylloxera *Daktulosphaira vitifoliae*. In: JOHNSON, S. N.; HILTPOLD, I.; TURLINGS, T. C. J. (ed.). **Advances in Insect Physiology**. Academic Press, v. 45, 2013. Chap. 4. p. 159–218. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417165-7.00004-0>.

RAMMING, D. W. Greenhouse screening of grape rootstock population to determine inheritance of resistance to phylloxera. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 61, n. 2, p. 234-241, 2010. DOI: 10.5344/ajev.2010.61.2.234.

SORIA, S. de J.; DAL CONTE, A. F. Bioecologia e controle das pragas da videira. Bento Gonçalves:

Embrapa Uva e Vinho, 2005. 20 p. (Circular Técnica, 63) Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/541436>. Acesso em: 01/12/2023.

VIDART, M. V.; MUJICA, M. V.; BAO, L.; DUARTE, F.; BENTANCOURT, C. M.; FRANCO, J.; SCATONI, I. B. Life history and assessment of grapevine phylloxera leaf galling incidence on *Vitis* species in Uruguay. **SpringerPlus**, v. 2, n. 1, p. 181, 2013. DOI: 10.1186/2193-1801-2-181.

VRSIC, S.; PULKO, B.; KOCSIS, L. Effects of rootstock genotypes on compatibility, biomass and the yield of Welschriesling. **Horticulture Science**, v. 43, n. 2, p. 92-99, 2016. DOI: 10.17221/141/2015-HORTSCI.

WALKER, M. A.; LUND, K.; AGÜERO, C.; RIAZ, S.; FORT, A.; HEINITZ, C.; ROMERO, N. Breeding Grape Rootstocks for Resistance to Phylloxera and Nematodes – It's not always easy. **Acta horticulturae**, v. 1045, p. 89-98, 2014. DOI: 10.17660/ActaHortic.2014.1045.12.

WILMINK, J.; BREUER, M.; FORNECK, A. Effects of grape phylloxera leaf infestation on grapevine growth and yield parameters in commercial vineyards: a pilot study. **OENO One**, v. 56, n. 1, p. 197–208, 2022. DOI: <https://doi.org/10.20870/oenone.2022.56.1.4803>.

YIN, L.; CLARK, M. D.; BURKNESS, E. C.; HUTCHISON, W. D. Grape phylloxera (Hemiptera: Phylloxeridae), on cold-hardy hybrid wine grapes (*Vitis* spp.): A Review of pest biology, damage, and management practices. **Journal of Integrated Pest Management**, v. 10, n. 1, p. 16, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1093/jipm/pmz011>.

Embrapa Uva e Vinho
Rua Livramento, nº 515
Caixa Postal 130
95701-008 Bento Gonçalves, RS
www.embrapa.br/uva-e-vinho
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
Presidente: *Henrique Pessoa dos Santos*
Secretária-executiva: *Renata Gava*

Membros: *Edgardo Aquiles Prado Perez, Fernando José Hawerroth, Joelsio José Lazzarotto, Jorge Tonietto, Mauro Celso Zanus, Rochelle Martins Alvorcem, Thor Vinícius Martins*

Circular Técnica 166
ISSN 1516-5914 / e-ISSN 1808-6810
Julho, 2024
Revisão de texto: *Renata Gava*
Normalização bibliográfica: *Rochelle Martins Alvorcem*
(CRB-10/1810)
Projeto gráfico: *Leandro Sousa Fazio*
Diagramação: *Renata Gava*
Publicação digital: PDF



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA

Todos os direitos reservados à Embrapa.