

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOSSANIDADE**



Tese

***DAKTULOSPHEIRA VITIFOLIAE* (FITCH, 1856): ALTERNATIVAS DE
CONTROLE, INTERAÇÃO COM FUNGOS FITOPATOGÊNICOS E
REGISTRO DE *HARMONIA AXYRIDIS* (PALLAS, 1773) COMO PREDADOR
EM CULTIVOS DE VIDEIRA NO SUL DO BRASIL**

DAIANA DA COSTA OLIVEIRA

Pelotas-RS, 2024

Daiana da Costa Oliveira

***DAKTULOSPHEIRA VITIFOLIAE* (FITCH, 1856): ALTERNATIVAS DE
CONTROLE, INTERAÇÃO COM FUNGOS FITOPATOGÊNICOS E
REGISTRO DE *HARMONIA AXYRIDIS* (PALLAS, 1773) COMO PREDADOR
EM CULTIVOS DE Videira NO SUL DO BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Ciências (área do conhecimento: Entomologia).

Orientador: Prof. Dr. Marcos Botton

Coorientador: Prof. Dr. Daniel Bernardi

Pelotas-RS, 2024

Daiana da Costa Oliveira

DAKTULOSPHEIRA VITIFOLIAE (FITCH, 1856): ALTERNATIVAS DE
CONTROLE, INTERAÇÃO COM FUNGOS FITOPATOGÊNICOS E
REGISTRO DE *HARMONIA AXYRIDIS* (PALLAS, 1773) COMO PREDADOR
EM CULTIVOS DE VIDEIRA NO SUL DO BRASIL

Tese aprovada, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutora em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 30 de abril de 2024

Banca examinadora:

Dr. Marcos Botton (Orientador)

Doutor em Entomologia pela Universidade de São Paulo, USP.

Dr^a. Aline Nondillo

Doutora em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP.

Dr. Alexandre Menezes Netto

Doutor em Entomologia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP.

Dr. Cesar Bauer Gomes

Doutor em Fitopatologia pela Universidade Federal de Viçosa, UFV.

Dr. Cristiano Arioli

Doutor em Fitossanidade pela Universidade Federal de Pelotas, UFPEL.

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação da Publicação

O48d Oliveira, Daiana da Costa

Daktulosphaira vitifoliae (Fitch, 1856): alternativas de controle, interação com fungos fitopatogênicos e registro de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) como predador em cultivos de videira no sul do Brasil [recurso eletrônico] / Daiana da Costa Oliveira ; Marcos Botton, orientador ; Daniel Bernardi, coorientador. — Pelotas, 2024.
87 f. : il.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2024.

1. Filoxera-da-videira. 2. Tratamento térmico. 3. Bioinseticidas. 4. Fungos entomopatogênicos. I. Botton, Marcos, orient. II. Bernardi, Daniel, coorient. III. Título.

CDD 634.82951

Dedico este trabalho aos meus pais, Leda Maria da Costa Oliveira e Valdi Rodrigues de Oliveira, meus grandes incentivadores.

AGRADECIMENTOS

A realização e conclusão deste trabalho de pesquisa foram possíveis graças ao apoio e às contribuições de diversas pessoas e instituições, às quais gostaria de expressar minha mais profunda gratidão.

Primeiramente, gostaria de agradecer à minha família, em especial aos meus pais, Leda Maria da Costa Oliveira e Valdi Rodrigues de Oliveira, meus grandes incentivadores.

Ao meu esposo, Pedro Felix Duarte, por todo incentivo e apoio em todos os momentos. Agradeço por sua paciência, compreensão e apoio ao longo deste período.

À amiga Rafaely Desirhe, pela amizade, carinho e apoio.

Aos meus orientadores, Dr. Marcos Botton e Dr. Daniel Bernardi, pela confiança, orientação e por todo aprendizado ao longo deste processo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

À Universidade Federal de Pelotas, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade da FAEM/UFPel, à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) - Centro Nacional de Pesquisa Uva e Vinho (CNPUV), e ao Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), Campus de Bento Gonçalves, pela oportunidade de desenvolver meu doutorado.

Aos meus queridos colegas do Laboratório de Entomologia da Embrapa Uva e Vinho e do Laboratório de Biologia de Insetos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, pelo companheirismo.

À colega e amiga, Dr^a Simone Andzeiewski, por ter dividido comigo seu conhecimento sobre a filoxera e pelo companheirismo durante a convivência no laboratório.

A todos os funcionários da Embrapa Uva e Vinho, em especial a Vânia Maria A. Sganzerla e a Jânio Lazzarini.

A todos que de alguma forma estiveram presentes em minha caminhada, meus mais sinceros agradecimentos.

Resumo

OLIVEIRA, Daiana da Costa. ***Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch, 1856):** alternativas de controle, interação com fungos fitopatogênicos e registro de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) como predador em cultivos de videira no sul do Brasil. 2024. 87 f. Tese (Doutorado em Fitossanidade) - Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, 2024.

Daktulosphaira vitifoliae (Fitch, 1856) conhecida como filoxera-da-videira é um inseto sugador que se alimenta das folhas (forma galícola) e raízes (forma radícola) de espécies do gênero *Vitis*. O inseto é a principal praga da viticultura mundial e no sul do Brasil está associada ao declínio e morte de plantas de videira. Esse trabalho teve como objetivo: (I) estudar alternativas de controle de ovos de inverno em estacas lenhosas do porta-enxerto 'Paulsen 1103'; (II) avaliar o efeito de bioinseticidas sobre a forma radícola em laboratório; (III) estudar a interação entre a filoxera-da-videira, porta-enxertos e fungos fitopatogênicos associados ao declínio e morte de plantas de videira e (IV) conhecer os inimigos naturais da forma galícola de *D. vitifoliae* no campo. Para o controle dos ovos de inverno, estacas lenhosas do porta-enxerto 'Paulsen 1103' foram submetidas aos tratamentos: a) Câmara fria (temperatura entre 2/4°C), b) Câmara fria + tratamento térmico (50°C) por 30 min, c) Câmara fria + hipoclorito de sódio (2%), d) Câmara fria + Sivanto® Prime 200 SL (0,8mL p.c/L) e e) Câmara fria + Provado® 200 SC (0,5mL p.c/L). Para o controle da forma radícola, os seguintes bioinseticidas foram avaliados em raízes de 'Cabernet Sauvignon' em Laboratório: a) Meta-Turbo® SC (*Metarhizium anisopliae* IBCB 425, 1 mL p.c/L), b) Metarril® WP E9 (*Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok., E9, 2,5mL p.c/L), c) Bovéria-Turbo® (*Beauveria bassiana* IBCB66, 2mL p.c/L), d) FlyControl® WP (*Beauveria bassiana*, Simbi BB 15, 1,5mL p.c/L), e) Octane® (*Isaria fumosorosea* CEPA ESALQ-1296, 2,6 mL p.c/L) e f) Eco Tirano® (Extrato vegetal a base de alho, Uréia, Ác. Bórico e água, 3mL p.c/L). Em casa de vegetação, mudas micropropagadas dos porta-enxertos 'Paulsen 1103' (*Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris*) e '1111-21' (*V. labrusca* x *V. rotundifolia*) foram avaliados quanto a interação entre a forma radícola da filoxera e os fitopatógenos *Dactylonectria macrodidyma*, *Ilyonectria liriodendri*, *Neofusicoccum parvum* e *Phaeomoniella chlamydospora*. Para avaliar os inimigos naturais da forma galícola da filoxera-da-videira foram coletadas safras 2021/22 e 22/23, quinzenalmente, folhas de videira em campo contendo galhas de filoxera avaliando em laboratório a presença de inimigos naturais. O tratamento térmico a 50°C por 30 min foi efetivo para controle de ovos de inverno de *D. vitifoliae* em estacas do porta-enxerto 'Paulsen 1103' impedindo a formação de galhas nas folhas após a brotação. O emprego de Câmara fria + Hipoclorito de sódio não foi eficaz no controle dos ovos de inverno enquanto que os inseticidas Provado® 200 SC e Sivanto® Prime 200 SL apresentaram mortalidade de 100% e 98,8% respectivamente. Aos 15 dias após a avaliação, os fungos entomopatogênicos Meta-Turbo® SC, Metarril® WP E9, Bovéria-Turbo®, FlyControl® WP e Octane® não causaram mortalidade significativa da forma radícola da filoxera enquanto que o Eco Tirano® proporcionou uma mortalidade de 72,6%. Houve interação entre *D. vitifoliae* e as espécies de

fitopatógenos fúngicos *Neofusicocum parvum* e *Phaeomoniella chlamydospora*. Foi registrado pela primeira vez no Brasil larvas e adultos de *Harmonia axyridis* predando todos os estágios de desenvolvimento de *Daktulosphaira vitifoliae* em campo.

Palavras-chave: Filoxera-da-videira; tratamento térmico; bioinseticidas; fungos entomopatogênicos; *Dactylonectria macrodidyma*; *Ilyonectria liriodendri*; *Neofusicocum parvum*; *Phaeomoniella chlamydospora*.

Abstract

OLIVEIRA, Daiana da Costa. ***Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch, 1856)**: control alternatives, interaction with phytopathogenic fungi and record of *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) as a predator in vine crops in southern Brazil. 2024. 87 f. Thesis (Doctorate in Plant Health) - Postgraduate Program in Plant Health. Federal University of Pelotas, 2024.

Daktulosphaira vitifoliae (Fitch, 1856) popularly known as grape phylloxera is a sucking insect that feeds on the leaves (leaf-galling form) and roots (root-galling form) of species of the genus *Vitis*. The insect is the main pest of viticulture worldwide and in southern Brazil it is associated with the decline and death of vine plants. This work aimed to: (I) study alternatives for controlling 'winter eggs' in potted cuttings of the 'Paulsen 1103' rootstock (II) evaluate the effect of bioinsecticides on the root-galling form in the laboratory; (III) study the interaction between grape phylloxera, rootstocks and phytopathogenic fungi associated with the decline and death of grapevine plants and (IV) understand the natural enemies of the leaf-galling form of *D. vitifoliae* in the field. To control 'winter eggs', infested potted cuttings of 'Paulsen 1103' rootstock were subjected to treatments: a) Cold chamber (temperature between 2/4°C), b) Cold chamber + heat treatment (50°C) for 30 min, c) Cold chamber + heat treatment (50°C) for 30 min, c) Cold chamber + sodium hypochlorite (2%), d) Cold chamber + Sivanto[®] Prime 200 SL (0.8mL p.c/L) e) Cold chamber + Provado[®] 200 SC (0.5mL p.c/L). To control the root-galling form, the following bioinsecticides were evaluated in 'Cabernet Sauvignon' roots: a) Meta-Turbo[®] SC (*Metarhizium anisopliae* IBCB 425, 1 mL p.c/L), b) Metarril[®] WP E9 (*Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok., E9, 2.5mL p.c/L), c) Bovéria-Turbo[®] (*Beauveria bassiana* IBCB66, 2mL p.c/L), d) FlyControl[®] WP (*Beauveria bassiana*, Simbi BB 15, 1.5mL p.c/L), e) Octane[®] (*Isaria fusorosea* CEPA ESALQ-1296, 2.6 mL p.c/L) and f) Eco Tirano[®] (Plant extract based on garlic, Urea, Boric acid and water, 3mL p.c/L). In a greenhouse, micropropagated seedlings from the rootstocks 'Paulsen 1103' (*Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris*) and '1111-21' (*V. labrusca* x *V. rotundifolia*) were evaluated for the interaction between the root-galling form of phylloxera and the phytopathogens *Dactylonectria macrodidyma*, *Ilyonectria liriodendri*, *Neofusicoccum parvum* and *Phaeomoniella chlamydospora*. To evaluate the natural enemies of the leaf-galling form of grape phylloxera, harvests 2021/22 and 22/23 were collected, fortnightly, vine leaves in the field containing phylloxera galls, evaluating the presence of natural enemies in the laboratory. Heat treatment at 50°C for 30 min was effective for controlling *D. vitifoliae* 'winter eggs' in cuttings of the 'Paulsen 1103' rootstock, preventing the formation of galls on the leaves after sprouting. The use of cold chamber + sodium hypochlorite was not effective in controlling 'winter eggs'. The insecticides Provado[®] 200 SC and Sivanto[®] Prime 200 SL showed mortality rates of 100% and 98.8% respectively. At 15 days after the evaluation, the entomopathogenic fungi Meta-Turbo[®] SC, Metarril[®] WP E9, Bovéria-Turbo[®], FlyControl[®] WP and Octane[®] did not cause significant mortality of the radicular form of phylloxera, while Eco Tirano[®] caused mortality of 72.6%. There was an interaction between *D. vitifoliae* and the species of

fungal phytopathogens *Neofusicoccum parvum* and *Phaeomoniella chlamydospora*. Larvae and adults of *Harmonia axyridis* were recorded for the first time in Brazil preying on all stages of development of *Daktulosphaira vitifoliae* in the field.

Keywords: Grape phylloxera; thermal treatment; bioinsecticides; entomopathogenic fungi; *Dactylonectria macrodidyma*; *Ilyonectry liriodendri*; *Neofusicoccum parvum*; *Phaeomoniella chlamydospora*.

LISTA DE FIGURAS

Artigo 1

- Figura 1 Número médio (\pm EP) de galhas/folha/planta de filoxera por folha no porta-enxerto 'Paulsen 1103' após os tratamentos a) Câmara fria (2/4°C por 50 dias), b) Câmara fria + tratamento térmico (50C°) por 30 min, c) Câmara fria + hipoclorito de sódio (2%), d) Câmara fria + Sivanto® Prime 200 SL (0,8mL p.c/L) e) Câmara fria + Provado® 200 SC (0,5mL p.c/L) para controle de ovos de inverno de *Daktulosphaira vitifoliae*.....44
- Figura 2 Formação de galhas de *Daktulosphaira vitifoliae* em estacas de 'Paulsen 1103' submetidas aos tratamentos: a) Câmara fria (2/4°C por 50 dias), b) Câmara fria + tratamento térmico (50C°) por 30 min, c) Câmara fria + hipoclorito de sódio (2%), d) Câmara fria + Sivanto® Prime 200 SL (0,8mL p.c/L) e) Câmara fria + Provado® 200 SC (0,5mL p.c/L).....45

Artigo 2

- Figura 1 Inoculação da filoxera e fungos fitopatogênicos em mudas micropropagadas de '1111-21' e 'Paulsen 1103'. a) Inoculação de ovos *Daktulosphaira vitifoliae* em raízes; b) Isolamento dos vasos através de sacos de tecido Voile duplo visando evitar a contaminação; c) Inoculação *Ilyonectria liriodendri* via solo; d) Inoculação de *Dactylonectria macrodidyma*, *Ilyonectria liriodendri*, *Neofusiccocum parvum*, *Phaeomoniella chlamydospora* via fermento.....66

Comunicação científica

- Figura 1 Predation of *Harmonia axyridis* on *Daktulosphaira vitifoliae*.....74

LISTA DE TABELAS

Artigo 1

- Tabela 1 Bioinseticidas avaliados para o controle da forma radícula de *Daktulosphaira vitifoliae* em laboratório.....43
- Tabela 2 Número médio (\pm EP) de ninfas de *Daktulosphaira vitifoliae* por raíz e mortalidade (%) aos 15 dias após aplicação de bioinseticidas.....46

Artigo 2

- Tabela 1 Tratamentos avaliados nos bioensaios sobre a interação entre *Daktulosphaira vitifoliae* e espécies de patógenos fúngicos (*Ilyonectria liriodendri*, *Dactylonectria macrodidyma*, *Neofusiccocum parvum*, *Phaeomoniella chlamydospora* com inoculação via solo e via ferimentos.....67
- Tabela 2 Interação entre *Daktulosphaira vitifoliae* e *Ilyonectria liriodendri* com inoculação do patógeno via solo nos porta-enxertos '1111-21' e 'Paulsen 1103'.....68
- Tabela 3 Interação entre *Daktulosphaira vitifoliae* e espécies de patógenos fúngicos (*Dactylonectria macrodidyma*, *Ilyonectria liriodendri*, *Neofusiccocum parvum*, *Phaeomoniella chlamydospora* com inoculação via fermento nos porta-enxertos '1111-21' e 'Paulsen 1103'.....69

Sumário

Introdução geral.....	14
1 Controle dos ovos de inverno de <i>Daktulosphaira vitifoliae</i> (Fitch 1856) (Hemiptera, Phylloxeridae) em 'Paulsen 1103' e efeito de produtos biológicos sobre a forma radícula.....	19
1.1 Introdução.....	22
1.2 Material e métodos.....	25
1.2.1 Criação e manutenção de colônias de <i>D. vitifoliae</i> em laboratório.....	25
1.2.2 Controle dos ovos de inverno de <i>D. vitifoliae</i> em estacas lenhosas de 'Paulsen 1103'.....	26
1.2.3 Efeito de bioinseticidas para o controle da forma radícula de <i>D. vitifoliae</i> em laboratório.....	28
1.2.4 Análise estatística.....	29
1.3 Resultados e discussão.....	29
1.4 Conclusões.....	33
1.5 Referências.....	34
2 Interação entre <i>Daktulosphaira vitifoliae</i> (Fitch 1856) (Hemiptera, Phylloxeridae), fitopatógenos e porta-enxertos resistentes.....	47
2.1 Introdução.....	50
2.2 Material e métodos.....	52
2.2.1 Criação e manutenção de colônias de <i>Daktulosphaira vitifoliae</i> em laboratório.....	53
2.2.2 Bioensaio de inoculação dos fitopatógenos via solo e via ferimentos.....	54
2.2.3 Análise estatística.....	55
2.3 Resultados.....	55
2.4 Discussão.....	56
2.5 Referências.....	59
3 <i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae) as a predator of the leaf-galling form of the vine phylloxera <i>Daktulosphaira vitifoliae</i> (Fitch, 1856) (Hemiptera: Phylloxeridae) in Brazil.....	69
3.1 Desenvolvimento.....	71
3.2 Referências.....	75
Considerações finais.....	78
Referências bibliográficas.....	80

1 Introdução geral

A produção mundial de frutíferas tem apresentado contínuo crescimento ao longo dos últimos anos (FAO, 2023). A uva é uma das frutas mais cultivadas sendo que em 2022, foram produzidas 77,2 milhões de toneladas (OIV, 2023). Neste mesmo ano, a área plantada com videiras no Brasil foi de 75.007 ha, produzindo 1.697.680 t (IBGE, 2022; Mello; Machado, 2022).

As maiores áreas de uvas para processamento do Brasil estão localizadas na região Sul, responsável por 73% da área vitivinícola nacional. O Rio Grande do Sul destaca-se como principal estado produtor, representando 62,41% da área, cultivando 46.815 ha, seguido pelos estados de Santa Catarina e Paraná (IBGE, 2022; Mello; Machado, 2022).

Um dos principais problemas enfrentados pelos produtores da Região Sul do Brasil tem sido o declínio e a morte das plantas de videira (DMPV) (Cavalcanti *et al.*, 2013; Dalbó *et al.*, 2013; Dambros, 2016; Botton *et al.*, 2020; Almança, 2021). O DMPV é uma síndrome cuja origem está associada a vários fatores, incluindo insetos-praga com destaque para a filoxera, *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Phylloxeridae) e a pérola-da-terra, *Eurhizococcus brasiliensis* (Wille, 1922) (Hemiptera: Margarodidae); fitopatógenos como *Fusarium oxysporum* (Fusariose), *Verticillium* sp., *Graphium* sp. *Botryosphaeria* sp. (Podridão-descendente), *Phaeomoniella chlamydospora* (Doença de Petri), *Ilyonectria* spp. e *Dactylonectria macrodidyma* (Pé-preto), doenças que ocasionam podridões de madeira em raízes e troncos. Já *Neofusicocum parvum* está associado à ocorrência da podridão-descendente que retarda a brotação, encurta entre nós, deforma e descolore os ramos. Os fitopatógenos fúngicos ocasionam redução do vigor, perda de produtividade e diminuição da longevidade do vinhedo (Garrido; Sônego, 1999; Garrido *et al.*, 2004; Almança *et al.*, 2013; Cavalcanti *et al.*, 2013; Garrido; Gava 2014; Dalbó *et al.*, 2015; Dambros *et al.*, 2016; Menezes-Netto *et al.*, 2016; Garrido *et al.*, 2017; Botton *et al.*, 2020; Garrido, 2021). Além dos insetos e fungos fitopatogênicos, fitonematóides associados à cultura da videira dos gêneros *Pratylenchus* spp. e *Mesocriconema* sp., são responsáveis por danos que se estendem desde a implantação das mudas perdurando até a

fase adulta (Gomes *et al.*, 2019; Divers *et al.*, 2019; Botton *et al.*, 2020; Da Silva *et al.*, 2022).

Devido aos significativos prejuízos que causa, essa síndrome inviabiliza o cultivo da videira em muitas propriedades localizadas principalmente nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Garrido; Sônego, 1999; Garrido *et al.*, 2004; Dambros *et al.*, 2016; Botton *et al.*, 2020).

Considerada um dos insetos-praga mais relevantes de videiras cultivadas, a filoxera-da-videira, *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch, 1856) (Hemiptera, Phylloxeridae) é encontrada na maioria das regiões vitícolas do mundo (Granett *et al.*, 2001; Powell, 2008; Forneck; Huber, 2009; Powell *et al.*, 2013). Apenas algumas áreas vitícolas relevantes de países como Chile, Chipre e algumas regiões da Austrália permanecem livres da presença da filoxera, devido a uma combinação intensiva de vigilância, programas de detecção e quarentena (González, 1983; Powell *et al.*, 2013; Tello; Forneck, 2019).

O ciclo de vida da filoxera é complexo sendo considerado holocíclico apresentando tanto reprodução sexuada como assexuada (Forneck; Huber, 2009; Tello; Forneck, 2019). A reprodução partenogenética ocorre nas raízes ou folhas com ocorrência de reprodução sexuada na conexão entre a fase assexuada na raiz para a fase galícola nas folhas (Forneck *et al.*, 2001). A presença de ovos de inverno é uma forma de sobrevivência e dispersão do inseto, sendo esse fato também registrado no sul do Brasil (Andzeiewski *et al.*, 2022).

A reprodução holocíclica começa na primavera com a eclosão da ninfa oriunda de um ovo de inverno chamada de fundatrix (Forneck *et al.*, 2001). Esta representa a primeira geração partenogenética após o ciclo sexual e forma as primeiras galhas nas folhas (Powell *et al.*, 2013). Durante o verão, os primeiros ínstaros podem continuar infestando folhas novas ou migrar para as raízes. Ao fim do verão, ovos provenientes de fêmeas radícolas originam formas aladas que emergem do solo e migram para as partes lenhosas da planta iniciando a reprodução sexuada através da oviposição de ovos que darão origem a machos e fêmeas ápteras. Após o acasalamento, cada fêmea oviposita um ovo de inverno que passa toda a estação na casca do caule da

planta, finalizando desta maneira o ciclo de vida holocíclico (Grannett *et al.*, 2001).

O inseto é uma praga monófaga que se alimenta do tecido das folhas e raízes de *Vitis* spp. (Vitaceae) através da inserção de seu aparelho bucal, induzindo a formação de galhas nas folhas (forma galícola), nodosidades e tuberosidades nas raízes (forma radícula) sendo que o ciclo biológico e o local de alimentação variam conforme o estágio de vida e genótipo (Grannett *et al.*, 2001; Forneck; Huber., 2009; Savi *et al.*, 2019).

Danos às raízes levam ao declínio gradual da videira e reduzem a resistência da planta hospedeira. Isto aumenta a suscetibilidade à infecção fúngica secundária, principalmente através de feridas causadas pelos pontos de inserção do estilete (Omer *et al.*, 1995; Edwards *et al.*, 2007). Ao se alimentar da raiz em cultivares suscetíveis (*V. vinifera*), o inseto perfura o córtex com o seu estilete e segue um caminho único para as células do parênquima. Ao se alimentar de híbridos resistentes ocorre à formação de múltiplos traços de estiletos, sugerindo uma sondagem repetida (Kellow, 2000; Kellow *et al.*, 2004). A alimentação em raízes lignificadas de *V. vinifera* é considerada o principal fator associado a danos, resultando na destruição completa das raízes, podendo levar à morte da videira (Grannett *et al.*, 2001).

A utilização de porta-enxertos resistentes obtidos de espécies norte-americanas de *Vitis*, nos quais são enxertadas cultivares de *V. vinifera* e outras, é a forma mais comum de manejo da filoxera em todo o mundo. Esta prática tem sido amplamente utilizada desde o final do século XIX, quando a introdução da espécie na Europa causou perdas econômicas significativas (Carton *et al.*, 2007).

Em situações de alta infestação na parte aérea, utiliza-se o controle químico (Botton *et al.*, 2003). No entanto, esta prática não é recomendada para a forma radícula. A flupiradifurona é o único ingrediente ativo registrado para o controle da forma galícola da filoxera no Brasil (Agrofit, 2023; Andzeiewski *et al.*, 2023).

Os esforços de pesquisa têm sido centrados na resistência genética, negligenciando alternativas biológicas de controle de pragas (Benheim *et al.*, 2012; Powell *et al.*, 2012; Yin *et al.*, 2019). Devido ao ciclo de vida complexo de

D. vitifoliae, o uso de inimigos naturais para o controle da praga possui poucas informações disponíveis (Powell, 2012).

Mundialmente, foram identificados uma diversidade de inimigos naturais nos vinhedos que após conhecê-los poderão ser manipulados para a supressão de populações da filoxera-da-videira no campo principalmente da forma galícola, importante fase responsável pela dispersão da praga (Herrmann; Forneck, 2001; Benheim *et al.*, 2012).

Os viticultores e viveiristas brasileiros tradicionalmente utilizam a propagação vegetativa na produção de mudas. A produção da muda por enxertia é a mais recomendada visto que garante o controle da filoxera e oferece vantagens adicionais como melhoraria da qualidade da uva e adaptação a diferentes tipos de solo (Kuhn *et al.*, 2007). Nesse sentido, é conhecido que na região sul do Brasil a filoxera passa a entressafra como ovo de inverno no tronco do porta-enxerto 'Paulsen 1103' (Andzeiewski *et al.*, 2021). A presença dos ovos de inverno nas mudas evidencia um novo local de dispersão da filoxera, por isso estratégias de manejo nesta fase devem ser estudadas (Andzeiewski *et al.*, 2021). O emprego de tratamentos alternativos como térmico com água quente e imersão em hipoclorito de sódio aplicado no material propagativo apresentaram resultados promissores para o manejo de ninfas de filoxera (Dustone *et al.*, 2003; Clarke *et al.*, 2017).

Pesquisas usando fungos entomopatogênicos como *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin e *Metarhizium anisopliae* (Metshnikoff) foram conduzidas e também demonstraram efeitos na sobrevivência do inseto (Granett *et al.*, 2001; Kirchmair *et al.*, 2009). Liu *et al.* (2015) estudaram os efeitos de extratos de ervas medicinais chinesas, *Achyranthes bidentata* Blume, *Aster tataricus* L. F. e *Ocimum basilicum* L. var. *pilosum* (Willd.) Benth, que possuem atividade inseticida, verificando que os mesmos têm atividades inseticidas e efeitos reguladores do crescimento de ninfas da filoxera. O controle biológico com fungos entomopatogênicos e ou extratos de plantas podem ser opções de manejo da forma radícula visto sua especificidade aos insetos alvo, segurança para humanos e outros organismos benéficos, ausência de resíduos de agrotóxicos nos alimentos, e possibilidade de introduzir um agente de controle que permanece atuando no campo (Lacey *et al.*, 2001; Powell, 2012; Powell *et al.*, 2013; Kwong, 2020).

Poucos trabalhos foram conduzidos com o emprego de produtos biológicos para controle da praga a campo (Kwong, 2020). Estes agentes são considerados uma forma alternativa de manejo, porém ainda com pouca expressão comercial na viticultura mundial e reduzidas informações disponíveis nas condições brasileiras (Kirchmair *et al.*, 2009; Benheim *et al.*, 2012; Powell, 2012; Sharma *et al.*, 2019).

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar estratégias para o controle de ovos de inverno da filoxera em estacas do porta-enxerto 'Paulsen 1103' e avaliar em laboratório a eficácia de bioinseticidas como alternativa para o controle deste inseto-praga, além de estudar a interação entre *D. vitifoliae*, porta-enxertos e fungos fitopatógenos. Por fim, verificar a presença e identificar os inimigos naturais da forma galícola da filoxera-da-videira em campo.

Artigo - Ciência Rural

(Versão em Português)

**Controle dos ovos de inverno de *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch 1856)
(Hemiptera, Phylloxeridae) em 'Paulsen 1103' e efeito de produtos
biológicos sobre a forma radícula**

Daiana da C. Oliveira¹; Simone Andzeiewski¹; Daniel Bernardi²; Marcos
Botton^{1,2}

Controle dos ovos de inverno de *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch, 1856) (Hemiptera, Phylloxeridae) em ‘Paulsen 1103’ e efeito de produtos biológicos sobre a forma radícula

**Daiana da C. Oliveira¹ Simone Andzeiewski¹ Daniel Bernardi¹
Marcos Botton^{1,2}**

RESUMO

A filoxera *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch 1856) (Hemiptera, Phylloxeridae) é uma das principais pragas da videira, alimentando-se das folhas e raízes. No Brasil, a presença de ovos de inverno foi identificada em ramos do porta-enxerto ‘Paulsen 1103’ podendo ser uma fonte de dispersão do inseto através das mudas para diferentes regiões produtoras. Além disso, existe uma demanda por informações sobre agentes de controle biológico com potencial de auxiliar no controle principalmente da forma radícula. Neste trabalho, foram avaliadas alternativas de controle de ovos de inverno da filoxera em estacas lenhosas do porta-enxerto ‘Paulsen 1103’ e o efeito de bioinseticidas sobre a forma radícula em laboratório. Para controle dos ovos de inverno, estacas do porta-enxerto ‘Paulsen 1103’ foram submetidas aos tratamentos: a) Câmara fria (temperatura entre 2/4°C por 50 dias), b) Câmara fria + tratamento térmico (50C°) por 30 min, c) Câmara fria + hipoclorito de sódio (2%), d) Câmara fria + Sivanto[®] Prime 200 SL (0,8mL p.c/L) e) Câmara fria + Provado[®] 200 SC (0,5mL p.c/L). Para o controle da forma radícula, os bioinseticidas a) Meta-Turbo[®] SC (*Metarhizium anisopliae* IBCB

¹* Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitossanidade, Rua Tiradentes, 2515, Centro, CEP 96010900, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: daiana_oliveirabio@hotmail.com.

²Embrapa Uva e Vinho, Laboratório de Entomologia, R. Livramento, 515 - C.P 130 - CEP95701-008, Centro, Bento Gonçalves - RS, Brasil.

425, 1 mL p.c/L), b) Metarril[®] WP E9(*Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok., E9, 2,5mL p.c/L), c) Bovéria-Turbo[®] (*Beauveria bassiana* IBCB66, 2mL p.c/L), d) FlyControl[®] WP (*Beauveria bassiana*, Simbi BB 15, 1,5mL p.c/L), e) Octane[®] (*Isaria fumosorosea* CEPA ESALQ-1296, 2,6 mL p.c/L) e f) Eco Tirano[®] (Extrato vegetal a base de alho, Uréia, Ác. Bórico e água, 3mL p.c/L) foram avaliados para o controle da filoxera em raízes de ‘Cabernet Sauvignon’. O tratamento térmico 50°C por 30 minutos para controle de ovos de inverno *D. vitifoliae* resultou na não formação de galhas nas folhas. Os inseticidas Provado[®] 200 SC e Sivanto[®] Prime 200 SL apresentaram mortalidade de 100% e 98,8% respectivamente e não diferiram significativamente do tratamento térmico. No caso dos tratamentos em que as estacas foram submetidas apenas à Câmara fria (1,34 ± 0,45 galhas) e Câmara fria + Hipoclorito de sódio (1,9 ± 0,57 galhas) houve formação de galhas e os mesmos não diferiram entre si. Os produtos comerciais Meta-Turbo[®] SC, Metarril[®] WP E9, Bovéria-Turbo[®], FlyControl[®] WP e Octane[®], nas doses avaliadas para controle da forma radícula resultaram em baixa mortalidade (<16%) de ninfas na avaliação realizada 15 dias após a aplicação. O Extrato de plantas à base de alho Eco Tirano[®] causou 72,6% de mortalidade. O tratamento térmico é uma alternativa para o controle dos ovos de inverno no processo de formação de mudas de videira. Eco Tirano[®] e os inseticidas Provado[®] 200 SC (Imidacloprido) e Sivanto[®] Prime 200 SL (Flupiradifurona) apresentam potencial para serem avaliados a campo para redução das infestações da forma radícula da filoxera na cultura da videira.

Palavras-chave: Filoxera-da-videira, videira, controle alternativo, bioinseticidas.

INTRODUÇÃO

Daktulosphaira vitifoliae (Fitch 1856) (Hemiptera, Phylloxeridae) é um inseto-praga com elevado potencial biótico que ataca *Vitis* spp., podendo ocorrer tanto nas raízes (forma radícula) quanto nas folhas (forma galícula) (POWELL, 2012) podendo realizar várias gerações ao longo do ciclo da cultura (GRANETT et al., 2001; FORNECK & HUBER., 2009; SAVI et al., 2019; ANDZEIEWSKI et al., 2022). O dano causado nas folhas resulta em redução da área foliar e consequentemente da fotossíntese, enquanto o ataque nas raízes prejudica a absorção de nutrientes, impactando a produção podendo culminar com a morte das plantas (MCLEOD, 1990; YIN et al., 2019).

O controle da forma radícula da filoxera tem como base o emprego de porta-enxertos resistentes (GRANETT, 2001; MIGLIARO et al., 2019; RIAZ et al., 2019). Em situações de elevada infestação da forma galícula, o controle químico tem sido preconizado, porém este não tem sido recomendado para o manejo da forma radícula (BOTTON et al., 2003). A flupiradifurona é o único ingrediente ativo registrado para o controle da forma galícula da filoxera no Brasil (AGROFIT, 2023) embora existam resultados de pesquisa demonstrando a eficácia de neonicotinóides e piretróides (BOTTON et al., 2003, YIN et al., 2019; ANDZEIEWSKI et al., 2023).

Diversos porta-enxertos são utilizados na viticultura brasileira, todos considerados resistentes à forma radícula da filoxera (SORIA & DAL CONTE, 2005). Na região sul do Brasil, o porta-enxerto 'Paulsen 1103' (*Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris*) é o mais empregado devido a sua resistência a fusariose da videira (GRIGOLETTI, 1993; MELLO & MACHADO, 2017). No processo de produção deste porta-enxerto para posterior enxertia, é utilizada a propagação vegetativa utilizando estacas lenhosas de plantas matrizes produzidas para este fim (KUHN et al. 2007).

Na região de clima temperado, nos meses de inverno, as folhas da videira caem e entram em dormência, o que associado à baixa temperatura dificulta a sobrevivência da filoxera. Para se adaptar e passar a entressafra, o inseto deposita ovos de inverno sob a casca (ritidoma) do porta-enxerto ‘Paulsen 1103’ (ANDZEIEWSKI et al., 2022). A presença dos ovos de inverno em ramos do porta-enxerto pode ser uma fonte de dispersão da praga para diferentes regiões produtoras. Como para a realização da enxertia são utilizadas estacas das plantas matrizes que carregam estes ovos, estratégias de controle do inseto nessa fase devem ser avaliadas visando reduzir a infestação e dispersão da filoxera-da-videira.

Formas alternativas de controle de insetos direcionadas ao material vegetativo como o hipoclorito de sódio (NaOCl) foram utilizados em estudos de laboratório e campo (STANTON & O’DONNELL, 1994). Água sanitária doméstica também tem sido usada como um ovicida para mosquitos (DOMENICO et al., 2006, JACUPS et al., 2013, MACKAY et al., 2015). O emprego do tratamento térmico com água quente e imersão em hipoclorito de sódio foram promissores para o controle de ninfas da filoxera, porém não foram avaliados para o controle de ovos (DUSTONE et al., 2003; CLARKE et al., 2017).

O controle biológico com fungos entomopatogênicos e ou extratos de plantas podem ser opções de manejo da forma radícula visto sua especificidade aos insetos alvo, segurança para humanos e outros organismos benéficos, ausência de resíduos de agrotóxicos nos alimentos e possibilidade de introduzir um agente de controle que permanece atuando no campo (LACEY et al., 2001; POWELL, 2012; POWELL et al., 2013; KWONG, 2020). A utilização de fungos entomopatogênicos e extratos de plantas como alternativas de manejo de insetos-praga (BENHEIM et al., 2012; LIU et al., 2015) é um tema que ganha relevância em um contexto de restrições crescentes ao uso do

controle químico, especialmente no âmbito da estratégia ‘Farm to Fork’ na Europa (ELIASSON et al., 2022). A avaliação e implementação de alternativas de manejo de pragas juntamente com a adoção de práticas sustentáveis ao longo da cadeia produtiva, são fundamentais para atender às restrições cada vez mais rigorosas relacionadas à segurança alimentar e à sustentabilidade (ELIASSON et al., 2022).

No caso do controle biológico da filoxera, poucos trabalhos foram conduzidos com o emprego de fungos entomopatogênicos para controle da praga a campo (KWONG, 2020). Dentre os mais comuns utilizados no controle de pragas, *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin e *Metarhizium anisopliae* (Metshnikoff), foram o foco de pesquisas para o controle da filoxera-da-videira.

Em experimentos de laboratório, *B. bassiana* apresentou efeito sobre a filoxera, porém os trabalhos não avançaram para a confirmação dos resultados a campo (GRANETT et al., 2001). O efeito de *B. bassiana* nas concentrações de $2,5 \times 10^7$ UFC/mL e $3,2 \times 10^9$ UFC/mL em populações de adultos de filoxera em folhas de videira mantidas em vasos foi avaliado, havendo uma redução gradual da população, porém inferior ao controle químico. Os autores sugerem aplicações do fungo a cada 6 dias para manter a eficácia do entomopatógeno (FICIU et al., 2015).

KIRCHMAIR et al. (2004) demonstraram em laboratório o potencial de uso de *M. anisopliae* isolado Ma 500 na concentração de 5×10^4 UFC/mL, atuando como agente de controle da filoxera associado aos diferentes isolados do fungo inoculando o patógeno no solo com cevada em vasos. Após 32 dias, em 8/10 vasos aplicados com *M. anisopliae* nenhuma infecção recente por filoxera foi observada. Em 2/10 plantas, foi registrado nodosidades com ovos e ninfas da filoxera. Nas plantas testemunha foram registradas nodosidades com a presença de insetos vivos. Em campo, a aplicação de *M.*

anisopliae reduziram a infestação da praga, mas com recomendação dos autores para serem efetuadas aplicações sequenciais (KIRCHMAIR et al., 2009).

LIU et al. (2015) estudaram os efeitos de extratos aquosos de raízes de sete ervas medicinais chinesas com atividade inseticida, verificando efeitos reguladores do crescimento de ninfas da filoxera. *Achyranthes bidentata* Blume, *Aster tataricus* L. F. e *Ocimum basilicum* L. var. *pilosum* (Willd.) Benth, reduziram significativamente o número de ovos, ninfas, adultos e a população total de filoxera em vasos no interior de estufa sendo *A. bidentata* mais eficaz, com uma redução de 80% na população total do inseto em comparação com o controle.

O incentivo para a implantação do controle biológico no Brasil através do uso de bioinsumos, além da otimização da produção industrial de agentes de controle biológico, reforça a possibilidade do uso destes produtos no controle de insetos-praga. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar estratégias de controle de ovos de inverno de *D. vitifoliae* em estacas do porta-enxerto ‘Paulsen 1103’ e o efeito de bioinseticidas comerciais sobre a forma radícula da filoxera da videira em laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia e casa de vegetação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- Embrapa no Centro Nacional de Pesquisa de Uva e Vinho (Embrapa Uva e Vinho) localizado em Bento Gonçalves, RS.

Criação e manutenção de colônias de D. vitifoliae em laboratório

Os insetos utilizados nos experimentos foram obtidos de uma criação de manutenção coletados em 2018 em vinhedo comercial em raízes da cultivar ‘Isabel’

(*Vitis labrusca*) cultivada em pé-franco, com 12 anos de idade, localizado no município de Nova Roma do Sul, RS, Brasil (Latitude 28°58'9" S, Longitude 51°24'25" O). Os insetos foram mantidos em laboratório em pedaços de raízes de videira extirpadas (*Vitis vinifera* L.) da cultivar *Cabernet sauvignon* mantidas no escuro na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ no interior de estufas tipo BOD. Para manutenção da criação, plantas de pé-franco de 'Cabernet Sauvignon' obtidas do matrizeiro da Embrapa Uva e Vinho, foram mantidas em baldes (3L) cultivadas em casa de vegetação para fornecer raízes à criação (GRANETT et al., 1985; KINGSTON et al., 2007; ANDZEIEWSKI et al., 2022).

Controle dos ovos de inverno de D. vitifoliae em estacas lenhosas de 'Paulsen 1103'

Estacas do porta-enxerto 'Paulsen 1103' oriundas de plantas matrizes (2,5 m x 2,0) da Embrapa Uva e Vinho com 17 anos de idade foram coletadas no mês de junho/2023 (inverno) com histórico de infestação natural da filoxera galícola no verão. Os ramos (28 a 30 cm de comprimento x 7 a 12 mm de diâmetro) foram coletados no período de dormência totalmente amadurecidos sendo em seguida acondicionadas em câmara fria ($2^\circ\text{C}/4^\circ\text{C}$ e umidade do ar acima de 95%) durante 50 dias para conservação até o plantio (PIMENTEL JUNIOR et al., 2018). Antes da aplicação dos tratamentos, as estacas foram hidratadas por 12 horas, imergindo as mesmas em um tanque contendo água em temperatura ambiente (20 a 25°C). A hidratação é uma etapa importante já que a perda de água ocasiona prejuízos consideráveis nas etapas de formação da muda, como a má soldadura dos enxertos, fraca emissão de raízes e morte da estaca ou do enxerto (KUHN et al., 2007).

Os tratamentos avaliados sobre os ovos de inverno da filoxera presentes no ritidoma das estacas foram: a) Estacas armazenadas em câmara fria (2°C a 4°C por 50

dias) - testemunha b) Estacas armazenadas em câmara fria (2°C a 4°C por 50 dias) e submetidas ao tratamento térmico de 50 °C por 30 minutos, c) Estacas armazenadas em câmara fria (2°C a 4°C por 50 dias) e mergulhadas no hipoclorito de sódio a 2% por 5 minutos, d) Estacas armazenadas em câmara fria (2°C a 4°C por 50 dias) e mergulhadas em calda com o inseticida flupiradifurone (Sivanto® Prime 200 SL 0,8 ml/L) por 5 minutos, e) Estacas armazenadas em câmara fria e mergulhadas em calda com o inseticida imidacloprido (Provado® 200 SC, 0,5 ml/L) por 5 minutos.

Para se conhecer a infestação inicial de ovos de inverno, foram retiradas 10 estacas adicionais de cada tratamento avaliando-se a presença de ovos de inverno no ritidoma na videira com o auxílio de um microscópio estereoscópio (5x). Os ovos encontrados foram coletados e armazenados em BOD (no escuro a uma temperatura constante de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$) para avaliação da viabilidade.

As estacas correspondentes ao tratamento térmico foram colocadas em um tanque contendo água na temperatura de 50°C por 30 minutos conforme LERIN et al. (2017). Para isso, foi utilizado um tanque de aço inoxidável equipado com dois aquecedores e um termostato, para controle da temperatura, aferida antes e durante a realização do tratamento com auxílio de um termômetro digital. Nos demais tratamentos, as estacas foram mergulhadas em caldas dos respectivos tratamentos por 5min. Logo após os tratamentos, cada estaca foi plantada individualmente em vaso com capacidade de 3 litros, contendo composto organo-mineral constituído por 2 partes de solo (corrigido a pH 5,6-5,8), 1 parte de substrato à base de turfa canadense e 0,5 de vermiculita. O composto foi esterilizado a 145°C durante 45 minutos em autoclave.

Os tratamentos foram individualizados em gaiolas com tela anti-inseto (2m x 2m) para evitar infestação externa e entre tratamentos. Cada tratamento foi repetido 10 vezes com 7 mudas cada no delineamento experimental inteiramente casualizado. No início da

primavera, 60 dias após o plantio, foi avaliada a presença das galhas nas folhas em cada vaso nos diferentes tratamentos.

Efeito de bioinseticidas para o controle da forma radícula de D. vitifoliae em laboratório

O experimento foi realizado utilizando pedaços de raízes da cultivar 'Cabernet Sauvignon' com 3-7 mm de diâmetro x 5 cm de comprimento removidos de plantas cultivadas em casas de vegetação. Os pedaços de raízes foram lavados em água corrente e após a limpeza, dispostos dentro de placas de Petri (10 cm de diâmetro) sobre papel-filtro. Para evitar a desidratação das raízes durante o período experimental, a extremidade de cada raiz foi coberta por algodão umedecido. Para a infestação das raízes, 15 ovos (1 a 3 dias de idade) obtidos da colônia de manutenção do laboratório foram transferidos com auxílio de um pincel de ponta fina. As placas foram seladas com filme plástico (ParafilmTM) para evitar a fuga das ninfas após a eclosão e mantidas em câmaras tipo BOD (temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$, no escuro).

Decorridos 7 dias da infestação, as raízes contendo as ninfas da filoxera foram mergulhadas em 1000mL de calda para cada tratamento. Os seguintes produtos foram avaliados: a) Meta-Turbo[®] SC+ BreakThru[®], b) Metarril[®] WP E9 + BreakThru[®], c) Bovéria-Turbo[®] + BreakThru[®], d) FlyControl[®] WP+ BreakThru[®], f) Octane[®] + BreakThru[®], g) Eco Tirano[®] + BreakThru[®], h) Sivanto[®] Prime 200 SL + BreakThru[®] e i) Provado[®] 200 SC+ BreakThru[®] (Controle positivo), j) água destilada + BreakThru[®], (Controle negativo) e k) sem mergulho na água (Tabela 1). As caldas foram preparadas através da diluição do produto comercial em água destilada e adição do surfactante BreakThru[®] na concentração de 0,1%, visando o espalhamento uniforme

dos produtos. O bioensaio seguiu o delineamento experimental inteiramente casualizado com 11 tratamentos e 10 repetições (raízes).

Análise estatística

Para as análises das variáveis estudadas foram utilizados os modelos lineares generalizados da família exponencial de distribuições (NELDER & WEDDERBURN, 1972). A verificação do ajuste de qualidade foi realizada através do gráfico semi-regular com envelope de simulação (HINDE & DEMÉTRIO, 1998). Quando diferenças significativas foram detectadas entre os tratamentos, comparações múltiplas (teste de Tukey, $P < 0,05$) foram realizadas usando a função `glht` no pacote `Multcomp`, com ajuste dos valores de p . Todas as análises foram realizadas utilizando o software estatístico "R" versão 2.15.1 (R Development Core Team, 2012). A porcentagem de redução de danos nos ponteiros (%RDP) foi calculada pela fórmula de Abbott (1925).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presença de ovos de inverno da filoxera-da-videira foi registrada em 70% das estacas do porta-enxerto 'Paulsen 1103' amostradas confirmando a presença dos ovos de inverno nas estacas utilizadas nos experimentos. O intervalo de variação foi de 1 a 5 ovos por estaca com uma média de 4,78 ovos/estaca com viabilidade de 33%. É conhecido que uma fêmea de filoxera pode produzir até 360 ovos ao longo da vida (POWELL, 2012) que associado ao número elevado de gerações por ciclo resulta em significativo potencial de aumento populacional.

O tratamento que apresentou melhor resultado no controle de ovos de inverno em estacas de 'Paulsen 1103' avaliado pela presença de galhas nas folhas após a brotação foi a combinação da Câmara fria + Tratamento térmico ($0,00 \pm 0,00$

galhas/planta) que não diferiu significativamente do inseticida Sivanto[®] Prime 200 SL ($0,38 \pm 0,12$ galhas/planta) e Provado[®] 200 SC ($0,22 \pm 0,09$ galhas/planta) ($F=12,35$; $gl=4,36$; $p<0.0001$) (Figura 1 e 2). O tratamento térmico a $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 30min impediu o desenvolvimento de galhas nas folhas após a brotação. A eficácia do tratamento com água quente contra ninfas de filoxera foi investigada por CLARKE et al. (2017) demonstrando o controle da praga no tratamento térmico de $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ por um período mínimo de 60 segundos, fato confirmado neste experimento.

O tratamento com água quente (Termoterapia) é considerado um método eficiente para o controle de patógenos causadores de doenças de troncos em material propagativo (GRAMAJE & ARMENGOL, 2012; BLEACH et al., 2013). Além disso, a termoterapia é uma prática que pode contribuir para a qualidade fitossanitária do material de propagação (WAITE et al., 2015). Contudo, GRAMEJE et al. (2009) salientam que deve ser dada atenção ao uso do tratamento térmico quanto a sensibilidade do material vegetativo, que pode afetar sua viabilidade e qualidade. Neste trabalho, nenhum tratamento realizado para o controle dos ovos de inverno resultou em diferença no número de folhas brotadas por estaca ($F=11,90$; $gl=4,36$; $p=2139$). O efeito do tratamento térmico sobre cultivares de videira (Bordo, Cabernet Sauvignon, Moscato Embrapa, 'Paulsen 1103', 'SO4' e 'IAC 572') foi avaliado no Brasil por LERIN et al. (2017) demonstrando que a aplicação de água quente nas estacas nas temperaturas entre 48 e $51\text{ }^{\circ}\text{C}$ não afetou negativamente o desempenho fisiológico e agrônômico destas cultivares de videira.

DUSTONE et al. (2003) avaliaram o efeito de hipoclorito de sódio na mortalidade de ninfas de primeiro instar da filoxera verificando uma mortalidade de 100% quando os primeiros instares foram imersos em hipoclorito de sódio a 2% durante pelo menos 30 segundos. Este efeito não foi verificado sobre controle de ovos de

inverno de *D. vitifoliae*, uma vez que os tratamentos em que as estacas foram submetidas apenas à Câmara fria ($1,34 \pm 0,45$ galhas/planta) e Câmara fria + Hipoclorito de sódio ($1,9 \pm 0,57$ galhas/planta) não diferiram entre si ($F=12,35$; $gl=4,36$; $p<0.0001$) (Figuras 1 e 2).

Em relação ao efeito de bioinseticidas para o controle da forma radícula da *D. vitifoliae* em laboratório, apesar de alguns trabalhos da literatura internacional demonstrarem potencial dos fungos entomopatogênicos sobre o inseto (BENHEIM et al., 2012; POWELL, 2012; POWELL et al., 2013; SHARMA et al., 2019; KWONG, 2020), os produtos comerciais (Meta-Turbo SC[®], Metarril[®] WP E9, Bovéria-Turbo[®], FlyControl[®] WP e Octane[®]) contendo os fungos entomopatogênicos *Metarhizium anisopliae* IBCB 425, *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok., E9, *Beauveria bassiana* isolados IBCB66 e Simbi BB 15 e *Isaria fumosorosea* CEPA ESALQ-1296, nas concentrações avaliadas resultaram em baixa mortalidade (<16%) de ninfas na avaliação realizada 15 dias após a aplicação (Tabela 2). Vários fatores podem contribuir para a baixa mortalidade dos insetos em função dos fungos entomopatogênicos avaliados no controle de insetos incluindo isolados de baixa patogenicidade para a praga, dosagem e formulação (LACEY et al., 2015; LEE et al., 2015).

O tratamento utilizando o extrato à base de alho (Eco Tirano[®]) reduziu o número médio de ninfas causando uma mortalidade de 72,6% aos 15 dias após a aplicação (Tabela 2). Nos últimos anos, tem havido um aumento significativo na pesquisa sobre o uso de extratos de plantas e fitoquímicos como alternativas aos inseticidas convencionais, com o objetivo de reduzir os impactos ambientais e os riscos à saúde. O extrato de alho tem sido utilizado e estudado por possuir ação inseticida, nematicida, fungicida e bactericida além de atuar como repelente de insetos (CORRÊA; SALGADO, 2011)

O estudo realizado por Canazart et al. (2021) investigaram o efeito inseticida do óleo essencial de alho sobre os ovos de *Diatraea saccharalis*. Os principais componentes do extrato de alho incluem tioacroleína, ajoene e alicina, substâncias que interferem nos fatores bioquímicos e fisiológicos dos insetos-alvo. Ovos com 24, 48 e 72-h de idades foram imersos em soluções de óleo essencial de alho a 0,1, 0,5 e 1% por 2 min. Os ovos com 24h de idade demonstraram maior suscetibilidade ao bioinseticida, sendo que, 24h após o tratamento com soluções de 0,1, 0,5 e 1%, foram obtidas taxas de não eclosão 80, 91,7 e 89,2%, respectivamente. Os resultados destacam que o óleo essencial de alho tem efeito bioinseticida sobre os ovos de *D. saccharalis*, sendo tóxico em todas as concentrações avaliadas e períodos de desenvolvimento embrionário. Outro estudo realizado por HOLTZ et al. (2016) investigaram a associação do extrato de alho e óleo de pinhão manso no controle de *Myzus persicae* (Sulzer 1776) (Hemiptera: Aphididae) demonstrando resultados promissores.

Um estudo realizado por LIU et al. (2015) verificaram que extratos de plantas têm atividade inseticida e efeitos reguladores do crescimento de ninfas da filoxera. *Achyranthes bidentata* Blume, *Aster tataricus* L. F. e *Ocimum basilicum* L. var. *pilosum* (Willd.) Benth, reduziram significativamente o número de ovos, ninfas, adultos e a população total de filoxera em vasos mantidos em estufas. *A. bidentata* foi o extrato mais eficaz, com redução de 80% na população total da filoxera em comparação com o controle.

De maneira geral, não tem sido recomendado o controle da fase radícula da filoxera pela facilidade de selecionar populações resistentes. No entanto, Andzeiewski et al. (2023) avaliaram o efeito de inseticidas sobre a fase radícula em casa de vegetação utilizando mudas enraizadas de ‘Cabernet Sauvignon’. Após 80 dias da infestação foi realizada a aplicação via “drench” dos inseticidas Actara 250 WG[®] (Thiamethoxam)

(0,2g p.c./planta), Sivanto[®] Prime 200 SL (Flupiradifurona) (0,8mL p.c. /planta), Closer[®] SC (Sulfoxaflor) (0,3mL/planta) e Provado[®] 200 SC (Imidacloprido) (0,7 mL/planta). Os inseticidas Closer[®] SC e Provado[®] 200 SC e Sivanto[®] Prime 200 SL apresentaram os melhores resultados, com 96, 89 e 76% de controle sobre ninfas e adultos de filoxera respectivamente. Esses agentes de controle podem ser ferramentas de manejo empregadas em situações onde é necessário um efeito supressor da praga associado a resistência dos porta-enxertos.

Com base nos resultados obtidos neste trabalho verificou-se que o tratamento térmico é eficaz para controle dos ovos de inverno e os inseticidas Sivanto[®] Prime 200 SL e Provado[®] 200 SC reduzem a presença de galhas da filoxera após a brotação. O Eco Tirano[®] e os inseticidas Provado[®] 200 SC (Imidacloprido) e Sivanto[®] Prime 200 SL (Flupiradifurona) proporcionaram mortalidade significativa da forma radícula da filoxera em laboratório devendo ser avaliados em infestações em vinhedos comerciais.

CONCLUSÕES

O tratamento térmico a 50°C por 30 min é efetivo para controle de ovos de inverno de *D. vitifoliae* em estacas lenhosas do porta-enxerto ‘Paulsen 1103’ impedindo a formação de galhas no início da brotação.

O emprego de Câmara fria + Hipoclorito de sódio (2%) por 5 min não é eficaz no controle dos ovos de inverno da filoxera em estacas do porta-enxerto ‘Paulsen 1103’.

Os produtos comerciais Meta-Turbo[®] SC (*Metarhizium anisopliae* IBCB 425), Metarril[®] WP E9 (*Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok., E9), Bovéria-Turbo[®] (*Beauveria bassiana* IBCB66), FlyControl[®] WP (*Beauveria bassiana*, Simbi BB 15), Octane[®] (*Isaria fumosorosea* CEPA ESALQ-1296) avaliados para controle da forma radícula em laboratório não causam mortalidade significativa 15 dias após a aplicação.

O produto Eco Tirano[®] a base de alho reduz em 72,6% a infestação da forma e os inseticidas Provado[®] 200 SC e Sivanto[®] Prime 200 SL apresentam potencial para serem avaliados a campo para redução das infestações da filoxera na cultura da videira.

AGRADECIMENTOS

D.C.O e S.A foram financiadas pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Brasil – Código Financeiro 001. D.B e M.B pelo “Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico” (CNPq), Brasil através da concessão de bolsa produtividade (306460/2022-0 e 313428/2021-2).

DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Todos os autores contribuíram igualmente para a concepção e redação do manuscrito.

Todos os autores revisaram criticamente o manuscrito e aprovaram a versão final.

REFERÊNCIAS

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, v.18, p.265-267, 1925. Available from: <<https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>>. Accessed: Jan. 15, 2024, doi: 10.1093/jee/18.2.265a.

AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: Out. 11, 2023.

ANDZEIEWSKI, S., et al. Occurrence of sexual reproduction of *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Phylloxeridae) in southern Brazil and biology and fertility life table in grapevine cultivars. **Environmental Entomology**, p. 1-8, 2022. Disponível em <[https://doi: 10.1093/ee/nvab126](https://doi.org/10.1093/ee/nvab126)>. Acesso em: Out. 20, 2023. doi: 10.1093/ee/nvab126.

ANDZEIEWSKI, S, et al. Population suppression of phylloxera gallicolae and radicolae forms on grapevines with the use of synthetic insecticides. **Ciência Rural**, v. 53, p. 1-7, 2023. Disponível em <[https://doi:10.1590/0103-8478cr20220112](https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20220112)> Acesso em: Fev. 20, 2023. doi:10.1590/0103-8478cr20220112.

BENHEIM, D., et al. Grape Phylloxera (*Daktulosphaira vitifoliae*) - a review of potential detection and alternative management options. **Annals of Applied Biology**, v. 161, p.91-115, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2012.00561x>>. Acesso em: Jan. 15, 2024. doi: 10.1111/j.1744-7348.2012.00561x.

BOTTON, M.; HICKEL, E. R.; SORIA, S. J. Pragas. In: EDITOR TÉCNICO THOR VINÍCIUS MARTINS FAJARDO; Embrapa Uva e Vinho (Bento Gonçalves, RS). Uva para processamento: Fitossanidade. 21.ed. Brasília: **Embrapa Informação tecnológica**, 2003. 131p.

BLEACH, C., et al. Hot water treatment to reduce incidence of black foot pathogens in young grapevines grown in cool climates. **Phytopathologia Mediterranea**, v.52, p.347-358, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-11815>. Acesso em: Out. 3, 2022. doi: 10.14601/Phytopathol_Mediterr-11815.

CANAZART, D. A., et al. Insecticidal effect of garlic essential oil on *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) eggs. **Revista Ibero-Americana De Ciências Ambientais**, v. 12, p. 434-447, 2021. Disponível em

<<https://doi.org/10.6008/cbpc2179-6858.2021.007.0038>>. Acesso em: Mar. 20, 2024. doi: 10.6008/cbpc2179-6858.2021.007.0038.

CLARKE, C. W., et al. Effectiveness of sodium hypochlorite as a disinfestation treatment against genetically diverse strains of Grape Phylloxera *Daktulosphaira vitifoliae*, Fitch (Hemiptera: Phylloxeridae). **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.23, p.432-440, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/ajgw.12288>>. Acesso em: Dez. 8, 2022. doi: 10.1111/ajgw.12288.

CORRÊA, J. C. R.; SALGADO, H. R. N. Atividade inseticida das plantas e aplicações: revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. Botucatu, v. 13, n. 4, p. 500-506. 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-05722011000400016>> Acesso em: Mar. 25, 2024. doi:10.1590/S1516-05722011000400016.

DOMENICO, D. D.; RUGGERI, L.; TRENTINI, M. The use of sodium hypochlorite as ovicide against *Aedes albopictus*. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v.22, p.346-348, 2006. Disponível em:[https://doi.org/10.2987/8756-971X\(2006\)22\[346:TUOSHA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2987/8756-971X(2006)22[346:TUOSHA]2.0.CO;2)>. Acesso em: Out. 4, 2022. doi: 10.2987/8756-971X(2006)22[346:TUOSHA]2.0.CO;2.

DUNSTONE, R. J.; CORRIE, A. M.; POWELL, K. S. Effect of sodium hypochlorite on first instar phylloxera (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch) mortality. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.9, p.107-109, 2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2003.tb00260.x>>. Acesso em: Set. 9, 2022. doi: 10.1111/j.1755-0238.2003.tb00260.x.

ELIASSON, K., et al. Transformations towards sustainable food systems: contrasting Swedish practitioner perspectives with the European Commission's Farm to Fork Strategy. **Sustainability Science**, 24 June 2022. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1007/s11625-022-01174-3>>. Acesso em: 4 Mar. 2024. doi: 10.1007/s11625-022-01174-3.

FICIU, L.; BRINDUSE, E.; ION, M. Biological control of adult populations of phylloxera gallicola with enthomopathogenic fungus. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. **Horticulture**, v. 72, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.15835/buasvmcn-hort:10746>>. Acesso em: jan. 12, 2024. doi: 10.15835/buasvmcn-hort:10746.

FORNECK, A.; L. HUBER. (A)sexual reproduction - a review of life cycles of Grape Phylloxera, *Daktulosphaira vitifoliae*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.131, p.1-10, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2008.00811.x>>. Acesso em: Set. 12, 2022. doi: 10.1111/j.1570-7458.2008.00811.x.

GRAMAJE, D.; ARMENGOL, J. Effects of hot-water treatment, post-hot-water-treatment cooling and cold storage on the viability of dormant grafted grapevines under field conditions. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.18, p.158-163, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2012.00185.x>>. Acesso em: Dez. 15, 2022. doi: 10.1111/j.1755-0238.2012.00185.x.

GRAMAJE, D., et al. Effect of hot-water treatments above 50°C on grapevine viability and survival of Petri disease pathogens. **Crop Protection**, v.28, p.280-285, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2008.11.002>>. Acesso em: Dez. 16, 2022. doi: 10.1016/j.cropro.2008.11.002.

GRANETT, J., et al. Biology and Management of Grape Phylloxera. **Annual Review of Entomology**, v. 46, p. 387-412, 2001. Disponível em: <<https://doi.org/10.1146/annurev.ento.46.1.387>>. Acesso em: Jan. 5, 2023. doi: 10.1146/annurev.ento.46.1.387.

- GRIGOLETTI, J. A. Fusariose da videira: resistência de cultivares, sintomas e controle. Bento Gonçalves: **Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Uva e Vinho, Circular Técnica** **18**, 1993 Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/536179> >. Acesso em: Jan. 8, 2023.
- HINDE, J.; DEMÉTRIO, C. G. Overdispersion: models and estimation. *Computational Statistics & Data Analysis*, v.27, p.151-170, 1998. Available from: <[https://doi.org/10.1016/S0167-9473\(98\)00007-3](https://doi.org/10.1016/S0167-9473(98)00007-3)>. Accessed: Jan. 11, 2024. doi: 10.1016/S0167-9473(98)00007-3.
- HOLTZ, A. M., et al. Associação de extrato de alho e óleo de pinhão manso no controle de *myzus persicae* (hemiptera: aphididae). **Agrotrópica**, v. 28, p. 197-200, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.21757/0103-3816.2016v28n2p197-200>>. Acesso em: Fev. 9, 2023. doi:10.21757/0103-3816.2016v28n2p197-200.
- JACUPS, S. P., et al. Operational use of household bleach to “crash and release” *Aedes aegypti* prior to Wolbachia-infected mosquito release. **Journal of Medical Entomology**, v.50, p.344-351, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1603/ME12043>>. Acesso em: Jan. 8, 2023. doi: 10.1603/ME12043.
- LACEY, L. A., et al. Patógenos de insetos como agentes de controle biológico: eles têm futuro?. **Controle Biológico**, v. 21, p. 230-248, 2001.
- LACEY, L. A., et al. Insect pathogens as biological control agents: back to the future. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.132, p.1-41, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jip.2015.07.009>> Acesso em: Jan. 20, 2023. doi: 10.1016/j.jip.2015.07.009.
- LERIN, S., et al. Prediction model for phenology of grapevine cultivars with hot water treatment. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, p. 887-895, 2017. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2017001000008>> Acesso em: Jan. 25, 2023. doi: 10.1590/S0100-204X2017001000008.

LEE, W. W., et al. Screening and evaluation of entomopathogenic fungi against the green peach aphid, *Myzus persicae*, using multiple tools. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 18, p.607-615, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.aspen.2015.07.012>> Acesso em: Jan. 20, 2023. doi: 10.1016/j.aspen.2015.07.012.

KINGSTON, K. B.; P. D. COOPER, K. S. POWELL. Grape phylloxera external morphology observations under scanning electron microscopy. **Acta Horticulturae**.: p. 107–114, 2007.

KIRCHMAIR, M., et al. *Metarhizium anisopliae*, a potential agent for the control of Grape Phylloxera. **BioControl**, v. 49, p. 295-303, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1023/B:BICO.0000025387.13747.74>>. Acesso em: Jan. 23, 2023. doi: 10.1023/B:BICO.0000025387.13747.74.

KIRCHMAIR, M., et al. Biological control of Grape Phylloxera - a historical review and future prospects. **Acta Horticulturae**, v.816, p.13–17, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.816.1>>. Acesso em: Fev. 9, 2023. doi: 10.17660/ActaHortic.2009.816.1.

LIU, Y., et al. The Efficacy of Chinese Medicinal Herbs towards Grape Phylloxera (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch) (Hemiptera, Phylloxeridae). **PLoS One**. v. 10, 2015. Disponível em: <<https://doi: 10.1371/journal.pone.0128038>> Acesso em: Jan. 23, 2024. doi:10.1371/journal.pone.0128038

KUHN, G. B.; REGLA, R.; MAZAROLLO, A. Produção de mudas de videira (*Vitis* spp.) por enxertia de mesa. Bento Gonçalves: **Embrapa Uva e Vinho, Circular Técnica**, **74**, 2007. Disponível em:

<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/541868>>. Acesso em Mar. 8, 2023.

KWONG, R. M. Biocontrol options for Grape Phylloxera in Australia. Agriculture Victoria Research Technical Report. Biocontrol of Grape Phylloxera. **Department of Economic Development, Jobs, Transport and Resources**, 2020, 49p.

MACKAY, A. J., et al. Evaluation of household bleach as an ovicide for the control of *Aedes aegypti*. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 31, p.77–84, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.2987/14-6427R.1>>. Acesso em: Fev. 12, 2023. doi: 10.2987/14-6427R.1.

MELLO, L. M. R.; MACHADO, C.A. Cadastro Vitícola do Rio Grande do Sul-2013 a 2015. **Embrapa Uva e Vinho**, Bento Gonçalves-RS, Brasil. 2017. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1084011>>. Acesso em: Fev. 12, 2023.

MIGLIARO, D., et al. Grapevine non-vinifera genetic diversity assessed by SSR markers as a starting-point for new rootstock breeding programs. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 10, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.5344/ajev.2019.18054>>. Acesso em: Fev. 12, 2023. doi: 10.5344/ajev.2019.18054.

MCLEOD, M. Damage assessment and biology of foliar Grape Phylloxera (Homoptera: Phylloxeridae) in Ohio. Ph.D. Dissertation. **The Ohio State University**, Columbus, OH, 1990.

NELDER, J. A.; WEDDERBURN, R. W. M. Generalized Linear Models. **Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)**, v.135, p.370-384, 1972.

PIMENTEL JUNIOR, A., et al. Development of rootstocks grapevine and cold stratification time. **Australian Journal of Crop Science**, Queensland, v.12, p. 1058-

1063, 2018. Disponível em: <<http://doi: 10.21475/ajcs.18.12.07.PNE850>>. Acesso em: Jan. 15, 2023. doi: 10.21475/ajcs.18.12.07.PNE850.

POWELL, K. S. A holistic approach to future management of grapevine phylloxera. In: Bostanian, N., Vincent, C., Isaacs, R. (Eds.), *Arthropod Management in Vineyards: Pests, Approaches and Future Directions*. **Springer Science and Business Media BV**, London, UK, p. 239-251, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-94-007-4032-7_10>. Acesso em: Fev. 25, 2023. doi: 10.1007/978-94-007-4032-7_10.

POWELL, K. S.; COOPER, P. D.; FORNECK, A. The biology, physiology and host-plant interactions of Grape Phylloxera *Daktulosphaira vitifoliae*. **Advances in Insect Physiology**, v.45, p.159–218, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417165-7.00004-0>>. Acesso em: Fev. 27, 2023. doi: 10.1016/B978-0-12-417165-7.00004-0.

R DEVELOPMENT CORE TEAM 2012 R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: [https://http://www.r-project.org/.](https://http://www.r-project.org/)> Acesso em: Mar. 2, 2023.

RIAZ, S., et al. Genetic diversity and parentage analysis of grape rootstocks. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 132, 1847-1860, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00122-019-03320-5>>. Acesso em: Mar. 2, 2023. doi: 10.1007/s00122-019-03320-5.

SAVI, T., et al. Gas exchange, biomass and non-structural carbohydrates dynamics in vines under combined drought and biotic stress. **BMC Plant Biology**, vol. 19, no. 1, 18 Sept. 2019. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12870-019-2017-2>. Acesso: 3 Feb. 2024. doi: 10.1186/s12870-019-2017-2.

SHARMA, A.; SANDHI, R. K.; REDDY, G. V. P. A Review of Interactions between Insect Biological Control Agents and Semiochemicals. **Insects**, vol. 10, no. 12, p. 439,

2019. Disponível em < <https://doi.org/10.3390/insects10120439>>. Acesso: 4 Mar. 2024.
doi: 10.3390/insects10120439.

SORIA, S. DE J.; DAL CONTE , A. F. Bioecologia e controle das pragas da videira no Brasil. **Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, Circular técnica 63**, 2005.

Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/541436/bioecologia-e-controle-das-pragas-da-videira>>. Acesso em: Fev. 12, 2024.

STANTON, J.M.; O'DONNELL, W.E. Hatching, motility, and infectivity of root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) following exposure to sodium hypochlorite. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 34, p.105–108, 1994. Disponível em: <<https://doi.org/10.1071/EA9940105>>. Acesso em: Mar. 8, 2023. doi: 10.1071/EA9940105.

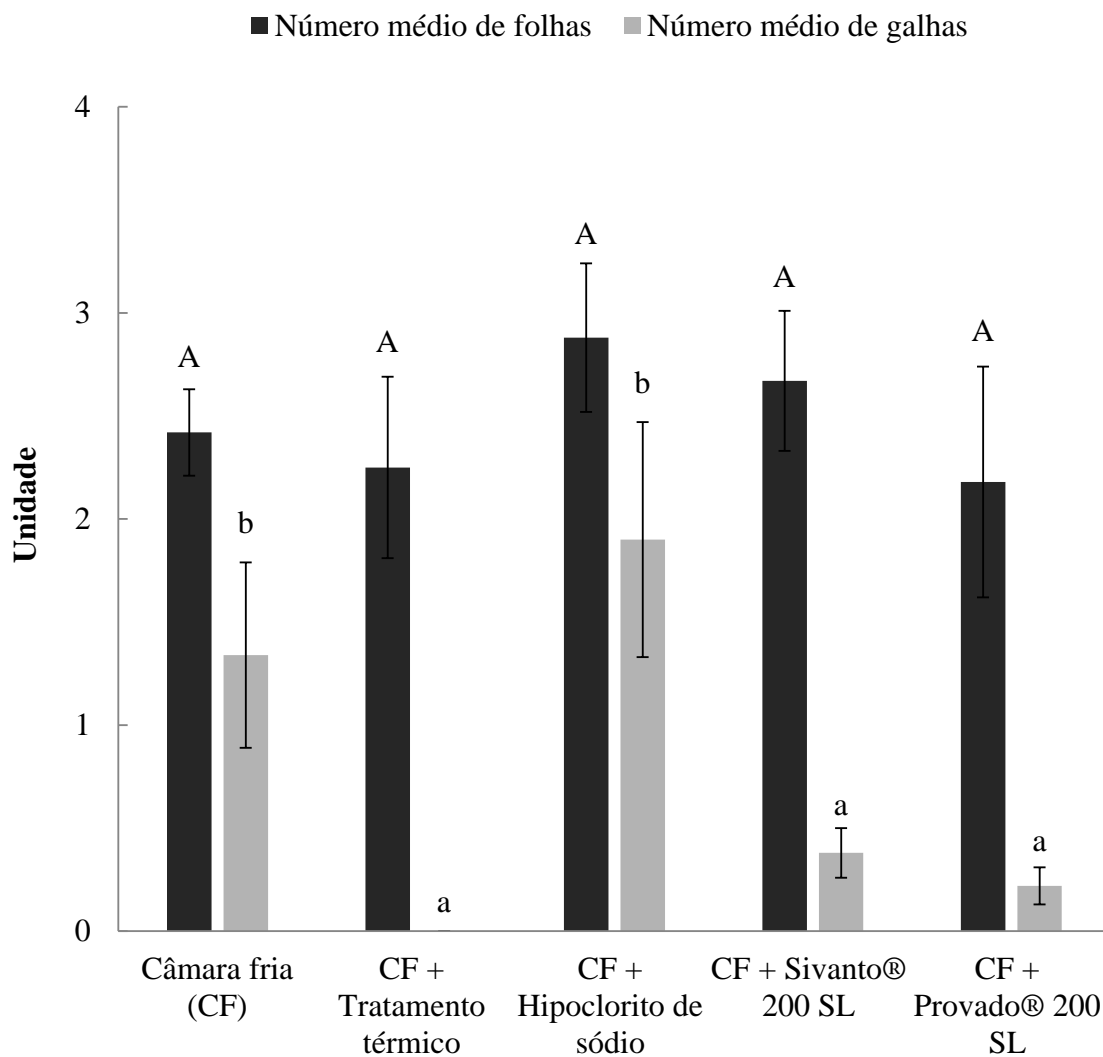
WAITE, H.; WHITELOW-WECKERT, M.; TORLEY, P. Grapevine propagation: principles and methods for the production of high-quality grapevine planting material. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v.43, p.144-161, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/01140671.2014.978340>>. Acesso em: Mar. 19, 2023. doi: 10.1080/01140671.2014.978340.

YIN, L., et al. 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.16, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/jipm/pmz011>> Acesso em: Mar. 19, 2023. doi: 10.1093/jipm/pmz011.

Tabela 1- Bioinseticidas avaliados para o controle da forma radícula de *Daktulosphaira vitifoliae* em laboratório.

Produto comercial	Composição	g ou mL p.c/L	Fabricante
Meta-Turbo [®] SC	<i>Metarhizium anisopliae</i> IBCB425 (22,0 g/L), 1,0 x 10 ⁸ propágulos viáveis/mL.	1	Grupo Vittia, Biovalens Ltda., Uberaba, MG.
Metarril [®] WP E9	<i>Metarhizium anisopliae</i> (Metsch.) Sorok., cepa E9 (50 g/kg), 1,39 x 10 ⁸ conídios viáveis/g.	2,5	Koppert do Brasil Holding Ltda., Piracicaba, SP.
Bovéria-Turbo [®]	<i>Beauveria bassiana</i> IBCB66 (50 g/Kg), 1,2 x 10 ⁹ UFC/mL	2	Grupo Vittia, Biovalens Ltda., Uberaba, MG.
FlyControl [®] WP	<i>Beauveria bassiana</i> , isolado Simbi BB 15 (200 g/Kg), 5,0 x 10 ⁹ UFC/g.	1,5	Simbiose, Indústria e Comércio de Fertilizantes e Insumos Microbiológicos Ltda., Cruz Alta, RS.
Octane [®]	<i>Isaria fumosorosea</i> CEPA ESALQ-1296 (85,0 g/L), 2,5 x 10 ⁹ conídios viáveis/mL	2,6	Koppert do Brasil., Piracicaba, SP.
Eco Tirano [®]	(Extrato vegetal a base de alho, Uréia, Ác. Bórico e água) (1,1 g/mL)	3	FBA, Força Brasil Agrícola, Ltda. Caçador, SC.
Sivanto [®] Prime 200 SL	Flupiradifurona (200 g/L)	0,8	Bayer S.A., São Paulo, SP.
Provado [®] 200 SC	Imidacloprido (200 g/L)	0,5	Bayer S.A., São Paulo, SP.

Figura 1 - Número médio (\pm EP) de galhas/folha/planta de filoxera por folha no porta-enxerto 'Paulsen 1103' após os tratamentos a) Câmara fria (2/4°C por 50 dias), b) Câmara fria + tratamento térmico (50°C) por 30 min, c) Câmara fria + hipoclorito de sódio (2%), d) Câmara fria + Sivanto® Prime 200 SL (0,8mL p.c/L) e) Câmara fria + Provado® 200 SC (0,5mL p.c/L) para controle de ovos de inverno.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente.

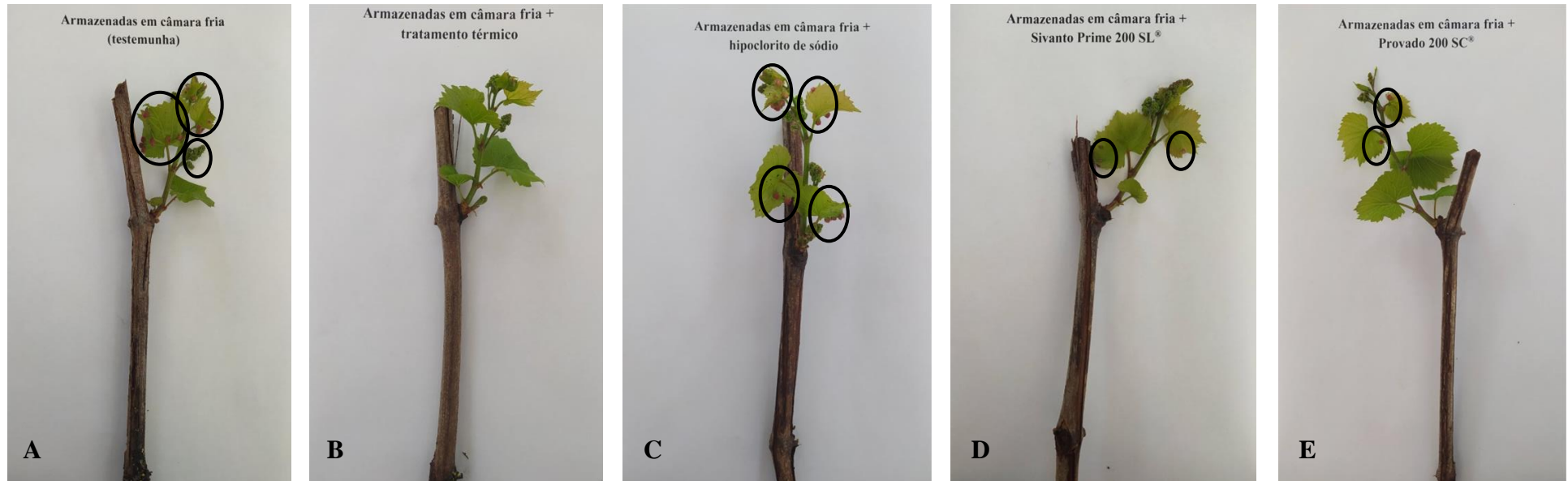


Figura 2 – Formação de galhas de *Daktulosphaira vitifoliae* em estacas de ‘Paulsen 1103’ submetidas aos tratamentos: a) Câmara fria (2/4°C por 50 dias), b) Câmara fria + tratamento térmico (50C°) por 30 min, c) Câmara fria + hipoclorito de sódio (2%), d) Câmara fria + Sivanto[®] Prime 200 SL (0,8mL p.c/L) e) Câmara fria + Provado[®] 200 SC (0,5mL p.c/L).

Tabela 2- Número médio (\pm EP) de ninfas de *Daktulosphaira vitifoliae* por raiz e mortalidade (%) aos 15 dias após aplicação de bioinseticidas.

Tratamentos	Ninfas (n)	24h	MC (%)	48h	MC (%)	96h	MC (%)	120h	MC (%)	10 dias	MC (%)	15 dias	MC (%)
Sem mergulho em água	12,1 \pm 1,06	12,1 \pm 1,06	0,0 Ba	12,0 \pm 1,01	0,0 Ca	11,8 \pm 1,00	0,8 Da	11,8 \pm 1,00	0,8 Ca	11,8 \pm 1,0	0,8 Ba	11,8 \pm 1,0	0,8 Ca
Com mergulho em água	12,3 \pm 1,11	12,3 \pm 1,11	-	12,2 \pm 1,13	-	12,1 \pm 1,12	-	12,1 \pm 1,12	-	12,1 \pm 1,12	-	10,7 \pm 1,07	-
BreakThru [®] (Adjuvante)	9,4 \pm 0,58	9,4 \pm 0,58	0,0 Ba	9,4 \pm 0,58	0,0 Ca	9,4 \pm 0,58	0,0 Ca	9,4 \pm 0,58	0,0 Ca	9,2 \pm 0,62	0,5 Ba	7,7 \pm 0,93	5,8 Ba
Provado [®] 200 SC	9,2 \pm 0,71	8,9 \pm 0,84	3,26 Aa	8,7 \pm 0,90	2,47 Ba	6,4 \pm 0,76	29,3 Bab	5,2 \pm 1,34	42,5 Ab	1,0 \pm 0,47	88,9 Ac	0,0 \pm 0,0	100,0 A
Sivanto [®] Prime 200 SL	9,3 \pm 0,93	9,1 \pm 0,88	2,15 Aa	8,7 \pm 0,83	5,68 Ba	6,9 \pm 0,67	24,6 Bab	5,7 \pm 0,65	37,3 Ab	1,4 \pm 0,47	84,7 Ac	0,1 \pm 0,1	98,8 A
Meta-Turbo [®] SC	11,4 \pm 1,20	11,4 \pm 1,10	0,0 Ba	10,9 \pm 1,25	3,60 Ba	10,5 \pm 1,27	6,4 Ca	10,3 \pm 1,3	8,2 Bab	9,6 \pm 1,39	14,4 Bb	9,1 \pm 1,47	8,2 Bb
Metarril [®] WP E9	10,2 \pm 1,11	10,2 \pm 1,11	0,0 Ba	9,6 \pm 1,01	5,11 Ba	8,8 \pm 0,96	12,3 Cb	8,6 \pm 1,04	14,3 Bb	8,5 \pm 1,06	15,3 Bb	7,9 \pm 1,12	10,9 Bb
Bovéria-Turbo [®]	10,4 \pm 0,96	10,4 \pm 0,96	0,0 Ba	10,2 \pm 0,94	1,12 Ba	9,6 \pm 1,01	6,2 Ca	9,6 \pm 1,01	6,2 Ba	9,1 \pm 1,01	11,0 Ba	8,4 \pm 0,85	7,1 Ba
FlyControl [®] WP	7,9 \pm 0,64	7,9 \pm 0,64	0,0 Ba	7,8 \pm 0,69	0,46 Ca	7,7 \pm 0,63	0,9 Da	7,6 \pm 0,61	2,2 Ca	7,1 \pm 0,54	8,6 Ba	5,8 \pm 0,32	15,6 Ba
Octane [®]	11,4 \pm 1,08	11,4 \pm 1,08	0,0 Ba	11,4 \pm 1,08	0,00 Ca	10,9 \pm 1,11	2,8 Ca	10,6 \pm 1,15	5,5 Ba	9,8 \pm 1,10	12,6 Ba	9,0 \pm 1,05	9,2 Ba
Eco Tirano [®]	8,4 \pm 1,23	7,4 \pm 1,05	0,0 Ba	5,9 \pm 0,99	29,19 Ab	3,6 \pm 0,54	56,4 Ac	3,5 \pm 0,52	57,6 Ac	2,4 \pm 0,42	70,9 Ad	2,0 \pm 0,53	72,6 Ad

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%. MC:

Mortalidade corrigida em relação à testemunha com água.

Artigo – Neotropical Entomology

(Versão em Português)

**Interação entre *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch 1856) (Hemiptera,
Phylloxeridae), fitopatógenos e porta-enxertos de videira**

Daiana da C. Oliveira¹; Marcos Almança²; Daniel Bernardi³; Marcos Botton^{1,3}

Oliveira et al.: Interação entre
Daktulosphaira vitifoliae e fitopatógenos
Neotropical Entomology
Section: Ecology

Daiana da Costa Oliveira
Departamento de Fitossanidade
Universidade Federal de Pelotas
Pelotas, RS, Brazil
Zip code 96010900
E-mail:
daiana_oliveirabio@hotmail.com

Interação entre *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch) (Hemiptera, Phylloxeridae), fitopatógenos e porta-
enxertos de videira

Daiana da C. Oliveira¹; Simone Andzeiewski¹; Marcos Almança²; Daniel Bernardi³; Marcos Botton^{1,3}

¹ Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS 96010-900, Brasil

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Bento Gonçalves, Bento Gonçalves, RS, 95700-206, Brasil

⁴ Embrapa Uva e Vinho, Laboratório de Entomologia, Bento Gonçalves, RS, 95701-008, Brasil

* Corresponding author

Daiana da Costa Oliveira

E-mail: daiana_oliveirabio@hotmail.com

ORCID

Daiana da Costa Oliveira <https://orcid.org/0000-0001-8659-8100>;

Simone Andzeiewski <https://orcid.org/0000-0002-4612-3300>;

Marcus Almança <https://orcid.org/0000-0002-3895-4390>;

Daniel Bernardi <https://orcid.org/0000-0003-4495-2575>;

Marcos Botton <https://orcid.org/0000-0002-0554-3157>.

Resumo - *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch) é um dos principais insetos-praga da videira, reconhecida pelo seu elevado potencial destrutivo e ampla distribuição geográfica. Os danos causados pela forma radícula de *D. vitifoliae* podem resultar no declínio e morte das plantas associado à presença de fungos fitopatogênicos nos locais de alimentação. Neste trabalho foi avaliada a interação entre a forma radícula da filoxera-da-videira, fungos fitopatogênicos e o porta-enxerto 'Paulsen 1103' (*Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris*) e o genótipo '1111-21' - Seyval-Villard 18315 (híbrido de *V. labrusca*) x Magnólia (*V. rotundifolia*). O trabalho foi conduzido em casa-de-vegetação utilizando mudas micropropagadas plantadas em vasos de 3 litros inoculando-se via solo o fungo *Ilyonectria liriodendri* (Halleen, Rego e Crous) Chaverri e C. Salgado e via ferimento de *Dactylonectria macrodidyma* (Halleen, Schroers e Crous) L. Lombard e Crous, *Ilyonectria liriodendri*, *Neofusicoccum parvum* (Pennycook e Samuels) Crous, Slippers e A.J.L. Phillips, *Phaeoconiella chlamydospora* (Gams, Crous, Wingf. e Mugnai) Crous e Gams. Nos tratamentos com a presença da filoxera foram inoculados 200 ovos com 1 a 3 dias por vaso. Após a infestação da filoxera e a inoculação dos fungos foi aguardado 90 e 180 dias para avaliação nos experimentos de inoculação via solo e ferimentos, respectivamente. Passado esse período, foi realizada a avaliação do número de ovos, ninfas e adultos presentes nas raízes. Os fitopatógenos inoculados foram reisolados avaliando-se a porcentagem de reisolamento associado à identificação morfológica via microscopia ótica. Os resultados indicaram interação entre *D. vitifoliae* e os fungos patogênicos *Neofusicoccum parvum* e *Phaeoconiella chlamydospora* no experimento onde foi realizada inoculação via ferimento. Trabalhos complementares devem ser conduzidos visando ampliar os estudos sobre a interação entre *D. vitifoliae*, fungos fitopatogênicos e genótipos resistentes para o desenvolvimento de estratégias eficazes de manejo fitossanitário visando reduzir o declínio e morte de plantas de videira.

Palavras-chave: Filoxera-da-videira; videira; fungos; patógenos fúngicos.

Introdução

A filoxera *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch) (Hemiptera, Phylloxeridae) é uma das principais pragas da cultura da videira ocorrendo na maioria dos países produtores (Powell 2008; Powell et al. 2013; Ji et al. 2021). A espécie completa várias gerações ao longo do ano que associado ao elevado potencial biótico resulta em altas populações nas áreas infestadas onde são cultivadas variedades suscetíveis (Granett et al. 2001; Andziejewski et al. 2022b). O dano causado na parte aérea (forma galícola) reduz a área foliar enquanto que o ataque nas raízes (forma radícula) prejudica a absorção de nutrientes, impactando negativamente a produção, culminando com o declínio e morte das plantas (Mcleod 1990; Yin et al. 2019).

O controle da filoxera radícula tem como base a utilização de porta-enxertos resistentes (Granett 2001; Migliaro et al. 2019; Riaz et al. 2019). No Brasil, diversos porta-enxertos são utilizados nas regiões produtoras, todos considerados resistentes à praga (Soria e Dal Conte 2005). No Brasil, não foram conduzidos trabalhos visando identificar biótipos da filoxera que consigam superar a resistência, fato já registrado em outros países (Umina et al. 2007; Powell et al. 2013; Bao et al. 2015; Forneck et al. 2016; Yin et al. 2019).

Na região sul, principal produtora de uvas para processamento do país e local onde a presença do inseto é mais frequente (Botton e Walker 2009), o porta-enxerto 'Paulsen 1103' (*Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris*) é o mais empregado pelo seu histórico de resistência a fusariose da videira (*Fusarium oxysporum* f.sp. *herbemontis*) considerada a principal doença de solo causadora da morte de plantas na década de 80 (Grigoletti 1993; Mello e Machado 2017). No entanto, a partir de 2000, outros fungos fitopatogênicos foram identificados associados ao declínio e morte de plantas de videira incluindo a podridão descendente (Espécies dos gêneros *Botryosphaeria*, *Diplodia*, *Lasiodiplodia* e *Neofusicoccum*), a eutipiose (*Eutypa lata* e outras espécies da família Diatrypaceae), o pé-preto (espécies dos gêneros *Dactylonectria*, *Ilyonectria*, *Campylocarpon* e *Cylindrocladiella*) e a esca (*Phaeomoniella chlamydospora*, espécies de *Phaeoacremonium* e *Fomitiporia*) muitas delas de ocorrência associada ao sistema radicular (Garrido et al. 2004; Cavalcanti et al. 2013; Ferreira et al. 2017; Almança et al. 2020; Almança 2021). Desde a identificação dos primeiros fungos fitopatogênicos relacionados a essas enfermidades, novas espécies e variedades têm sido relatadas associadas à podridão descendente e ao pé-preto, juntamente com a confirmação da presença da doença de Petri (*Phaeomoniella chlamydospora* e espécies de *Phaeoacremonium*) (Cavalcanti et al. 2013; Ferreira et al. 2017; Almança 2021).

Dentre os fatores associados ao declínio e morte de plantas de videira (DMV) destacam-se os insetos-praga que ocorrem nas raízes como a filoxera da videira e a pérola-da-terra, *Eurhizococcus brasiliensis* (Wille, 1922) (Hemiptera: Margarodidae) além de alguns fitopatógenos de solo como *Phaeomoniella chlamydospora* causadora da Doença de Petri (Garrido e Gava 2014), *Ilyonectria* spp. e *Dactylonectria macrodidyma* conhecidas como Pé-preto (Garrido e Sônego 1999; Garrido et al. 2004; Almança et al. 2013; Dalbó et al. 2015; Dambros et al. 2016; Menezes-netto et al. 2016; Botton et al. 2020; Garrido 2021). Ambas as doenças ocasionam redução do vigor, perda de produtividade e diminuição da longevidade do vinhedo (Cavalcanti et al. 2013; Garrido e Gava 2014). Já *Neofusiccocum parvum* está associado à ocorrência da podridão-descendente que retarda a brotação, encurta entre nós, deforma e descolore os ramos (Garrido et al. 2017).

Para minimizar o DMV associado a insetos e patógenos de solo, o emprego de porta-enxertos resistentes é uma das estratégias mais promissoras (Andzeiewski et al. 2022b). Como forma de minimizar a dependência do uso continuado do ‘Paulsen 1103’ na região sul do Brasil, os programas de melhoramento genético da Embrapa Uva e Vinho, Universidade Federal do Paraná (UFPR) e Epagri/Videira geraram seleções com potenciais porta-enxertos oriundos de cruzamentos entre *Vitis* spp. com a espécie *Vitis rotundifolia*, considerada fonte de resistência a insetos, nematóides e fitopatógenos (Soria e Camargo 1993; Botton e Colleta 2010; Walker et al. 2014). A partir de cruzamentos realizados pela Embrapa, o genótipo ‘1111-21’ (Seyval-Villard 18315 (híbrido *V. labrusca* x Magnólia (*V. rotundifolia*)) foi promissora apresentando reduzida infestação e sobrevivência de ninfas de *D. vitifoliae* nas raízes (Andzeiwiski et al. 2022b). Em trabalhos concomitantes, o material também tem apresentado resistência a nematóides e fungos de solo demonstrando potencial para ser empregado como um novo porta-enxerto para uso em áreas com declínio e morte de plantas de videira (Da Silva et al. 2022) . No caso do porta-enxerto ‘Paulsen 1103’, o mesmo foi considerado resistente, no entanto, é comum a presença de nodosidades causadas pelo inseto nas raízes o que poderia resultar em “portas-de-entrada” para patógenos de solo (Andzeiewski et al. 2022b)

Um fator pouco estudado diz respeito à interação entre a atividade de alimentação de insetos nas raízes e a incidência de fungos fitopatogênicos que podem atuar de forma conjunta para que ocorra o DMV (Cavalcanti et al. 2013, Botton et al. 2020). A filoxera-da-videira durante o processo de alimentação ocasiona ferimentos no córtex da planta podendo resultar em uma porta de entrada para patógenos fúngicos presentes no solo (Omer et al. 1995; Edwards et al. 2007; Powell et al. 2013). Outra

via de contaminação das doenças do tronco da videira ocorre por ferimentos na planta, resultantes de práticas de manejo, como a poda e a enxertia, tornando-se também porta de entrada para fungos (Cavalcanti et al. 2013; Probst et al. 2019; Almança 2021).

No exterior, vários patógenos fúngicos, incluindo *Fusarium* spp., *Cylindrocarpon destructans* (Zins), *Pythium ultimum* Trow, *Phaeoacremonium* spp., foram relacionados a níveis mais altos de danos às raízes em plantas infestadas com a filoxera (Omer e Granett 2000; Granett et al. 2001; Edwards et al. 2007; Powell 2012). Quando infestações de *D. vitifoliae* e fungos fitopatogênicos de solo foram verificados ocorrendo concomitantemente, notou-se um aumento no nível de danos nas raízes, somado à perda do vigor das plantas de videira (Omer et al. 1995; Forneck e Huber 2009). Da mesma forma, raízes infestadas por filoxera em estudos conduzidos na Austrália e nos Estados Unidos registraram a presença conjunta de uma variedade de patógenos fúngicos como: *Fusarium* spp., *Pythium ultimum*, *Cylindrocarpon* sp., *Cephalosporium* sp. e *Phaeoacremonium* sp. (Edwards et al. 2007; Granett et al. 1998; Omer e Granett 2000). Fato similar foi observado em vinhedos de *V. labrusca* em declínio na Serra Gaúcha, RS onde a forma radícula da filoxera foi encontrada associada à *Fusarium* spp. e *Cylindrocarpon destructans* (Botton e Walker 2009). A presença concomitante de filoxera e fungos patogênicos pode causar uma redução de 24 a 29% na biomassa de plantas de videira (Omer et al., 1995). Contudo, no tratamento onde os fungos foram excluídos, a filoxera causou um declínio de 16% da biomassa. A partir disso, verificou-se que a filoxera causa danos independentes da presença de patógenos, porém, quando se encontra associada a estes, os danos são ainda maiores (Powell 2012).

Neste trabalho foi avaliada a interação entre *Daktulosphaira vitifoliae* e o porta-enxerto 'Paulsen 1103' e o genótipo '1111-21' com os fungos fitopatogênicos *Dactylonectria macrodidyma* e *Ilyonectria liriodendri* (pé-preto), *Neofusicoccum parvum* (podridão descendente) e *Phaeoconiella chlamydospora* (esca e doença de Petri) através de diferentes métodos de inoculação.

Material e métodos

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Entomologia e casa de vegetação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa no Centro Nacional de Pesquisa de Uva e Vinho (Embrapa Uva e Vinho) e no Laboratório de Fitopatologia do Instituto Federal do Rio Grande do Sul em Bento Gonçalves utilizando mudas micropropagadas do porta-enxerto 'Paulsen 1103' e o genótipo '1111-21' com um ano de idade.

A partir de plantas matrizes de videira cultivadas na Embrapa Uva e Vinho, mudas micropropagadas foram produzidas em laboratório, em meio nutritivo específico, sob condições assépticas e ambiente controlado, visando obter plantas livres de doenças e pragas (Teixeira et al. 2006, 2008; Ribeiro et al. 2010). Explantes foram coletados de plantas matrizes livres de fitopatógenos, tratados com fungicidas e bactericidas. Após a desinfecção, os explantes foram submetidos à excisão e transferidos para meio de cultura em tubos de ensaio, mantidos em sala de crescimento a $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, com fotoperíodo de 16 horas e intensidade luminosa de $72 \mu\text{mol}/\text{cm}^2\text{s}$ sendo subcultivados em intervalos regulares e manipulados sob condições assépticas. Após a multiplicação, os explantes passaram por uma etapa de enraizamento em meio de cultura específico antes de serem aclimatizados para o ambiente externo (Junghans et al. 2009; Cid 2014). Cada muda micropropagada foi plantada individualmente em um vaso com capacidade de 3 litros, contendo composto organo-mineral constituído por 2 partes de solo (corrigido a pH 5,6-5,8), 1 parte de substrato à base de turfa canadense e 0,5 de vermiculita. O composto foi esterilizado a 145°C durante 45 minutos em autoclave. Após o plantio, as mudas micropropagadas foram mantidas em casa de vegetação durante um ano até o início dos experimentos.

*Criação e manutenção de colônias de *Daktulosphaira vitifoliae* em laboratório*

Os insetos utilizados nos experimentos foram obtidos a partir da criação e manutenção com indivíduos coletados em 2018 num vinhedo comercial em raízes da cultivar ‘Isabel’ (*Vitis labrusca*) cultivada em pé-franco, com 12 anos de idade, localizado no município de Nova Roma do Sul, RS, Brasil (Latitude $28^{\circ}58'9''$ S, Longitude $51^{\circ}24'25''$ O). Os insetos foram mantidos continuamente em laboratório em pedaços de raízes de videira extirpadas (*Vitis vinifera* L.) de aproximadamente 10cm de comprimento onde na extremidade foi colocado algodão umedecido para manter a umidade da raiz. A criação foi mantida no escuro a uma temperatura constante de $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ no interior de estufas tipo BOD. Para manutenção da criação, estacas de ‘Cabernet Sauvignon’ (*V. vinifera*) obtidas de plantas matrizes da Embrapa Uva e Vinho, foram plantadas em baldes (3L) e cultivadas em casa de vegetação para fornecer raízes à criação. Com base nessa metodologia de criação, a viabilidade dos ovos de *D. vitifoliae* foi de 100% (Andzeiewski et al. 2022a).

Bioensaio de inoculação dos fitopatógenos via solo e via ferimentos

Para os experimentos de interação, as raízes de videira de cada vaso foram expostas e um papel filtro contendo ovos da filoxera sendo colocados em contato com o sistema radicular seguindo a metodologia de Herbert et al. (2008) e Andzejewski et al. (2023) (Fig. 1, a). Para cada vaso foram inoculados 200 ovos de filoxera com idades entre 1 e 3 dias. Os vasos foram isolados do meio externo através de sacos de tecido Voile duplo visando mitigar a contaminação entre tratamentos (Fig. 1, b).

No primeiro experimento, foram utilizadas 5 mudas para cada tratamento com inoculação de *Ilyonectria liriodendri* TD 1117 (MK421588.1) via solo através de uma solução de 30 ml preparada na concentração de $1,8 \times 10^6$ esporos/mL. Todos os isolados de fungos fitopatogênicos foram oriundos da coleção do Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Campus Bento Gonçalves (Fig. 1, c) (Tab. 1).

No segundo experimento, a inoculação foi realizada via ferimento devido ao fato das doenças do tronco da videira também resultarem de práticas de manejo como porta de entrada para fungos (Cavalcanti et al. 2013; Probst et al. 2019; Almança 2021). A inoculação foi realizada via cortes longitudinais no caule de aproximadamente 0,5 cm, com auxílio de bisturi, simulando ferimentos. Logo após, foram inoculados fragmentos do meio de cultura BDA dos seguintes fungos fitopatogênicos *Dactylonectria macrodidyma* TD 1110 (Código GenBank MK421587), *Ilyonectria liriodendri* TD 1117 (Código GenBank MK421588.1), *Neofusicoccum parvum* TD 316 (Código GenBank MT823469.1) *Phaeomoniella chlamydospora* TD 157 (Código GenBank KY984071.1) (Fig. 1, d) (Tab. 1). Para cada tratamento foram utilizadas 6 mudas (repetições).

Após a infestação dos ovos e inoculação dos fungos fitopatogênicos foi aguardado um período de 90 e 180 dias nos experimentos de inoculação via solo e ferimentos, respectivamente para que a filoxera se estabelecesse e fosse possível a multiplicação dos insetos/fungos inoculados. Passado esse período, foi utilizada a metodologia de Andzejewski et al. (2023) para a contagem do número de ovos, ninfas e adultos de filoxera presentes nas raízes. Para tal, duas amostras de três gramas de raiz por vaso foram coletadas e dispostas em tubos do tipo Falcon® de 50 mL pré-identificados e armazenados em um freezer (-15°C) para provocar a morte dos insetos. No momento da contagem, os tubos contendo as raízes com a filoxera foram lavados com 35 mL de água quente por recipiente, fechados e agitados com o objetivo de desprender os insetos das raízes. O líquido resultante foi filtrado três vezes, utilizando tecido do tipo voile em camada simples, dobrado e papel filtro. A contagem dos insetos foi realizada utilizando microscópio estereoscópico (5x).

Os fitopatógenos foram reisolados para avaliação do percentual de reisolamento seguindo a metodologia de Almança et al. (2013). As raízes foram desinfestadas sequencialmente em álcool 70% por 30 segundos, hipoclorito de sódio 2,5% por 2 minutos e novamente imersas por álcool 70% por 30 segundos. Posteriormente foram retirados cinco fragmentos de tecido interno de cada repetição (raiz) e dispostos em placas de Petri de 90 mm de diâmetro contendo meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA). Após o crescimento dos fungos por 30 dias, contabilizou-se o percentual de reisolamento do fitopatógeno inoculado. A identificação morfológica foi realizada com microscopia ótica, comparando as estruturas dos fungos isolados com o banco de dados de imagens do isolado depositado na coleção é caracterizado por sequenciamento genético.

Análise estatística

Foram utilizados para as análises das variáveis estudadas os modelos lineares generalizados da família exponencial de distribuições (NELDER & WEDDERBURN, 1972). A verificação do ajuste de qualidade foi realizada através do gráfico semi-regular com envelope de simulação (HINDE & DEMÉTRIO, 1998). Quando diferenças significativas foram detectadas entre os tratamentos, comparações múltiplas (teste de Tukey, $P < 0,05$) foram realizadas usando a função `glht` no pacote `Multcomp`, com ajuste dos valores de p . Todas as análises foram realizadas utilizando o software estatístico "R" versão 2.15.1 (R Development Core Team, 2012). A porcentagem de redução de danos nos ponteiros (%RDP) foi calculada pela fórmula de Abbott (1925).

Resultados

No primeiro experimento onde foi realizada a inoculação de *Ilyonectria liriodendri* via solo, nas mudas de '1111-21', não foi observado a infestação de *D. vitifoliae* nas plantas testemunhas e onde foi inoculado somente o fungo (Tab. 2). Nesse genótipo, não foi registrado diferença significativa na população (ovos + ninfas + adultos) da filoxera na presença e ausência do fungo *I. liriodendri* ($F=6,94$; $gl=3,22$; $p<0,0001$) (Tab.2). Quando o patógeno foi inoculado isoladamente ou com presença da filoxera não foi observado diferença significativa entre os tratamentos no percentual de reisolamento ($F=7,11$; $gl=3,22$; $p<0,0001$) (Tab.2). No caso do porta-enxerto 'Paulsen 1103', foi observado infestação da

filoxera na testemunha (sem inoculação artificial do inseto) e onde foi inoculado somente o fungo, impedindo a avaliação da interação (Tab. 2).

No segundo experimento onde a inoculação dos patógenos *Dactylonectria macrodidyma*, *Ilyonectria liriodendri*, *Neofusicoccum parvum* e *Phaeomoniella chlamydospora* foi realizada via ferimento com e sem a presença da filoxera, foi observado o mesmo comportamento do inseto registrado no experimento anterior. No genótipo ‘1111-21’, nas plantas testemunhas não foi observado a presença da filoxera e ao se analisar as interações entre os patógenos e a filoxera, para os fungos *D. macrodidyma* e *I. liriodendri* não foi observado infestação da filoxera assim como aumento no percentual de reisolamentos e na lesão interna (Tab. 3). No entanto, quando foi utilizado os fungos *N. parvum* e *P. chlamydospora* foi observado infestação da filoxera ($F=10,34$; $gl=8,35$; $p<0,0001$) e houve reisolamento dos patógenos ($F=9,14$; $gl=8,35$; $p<0,0001$) quando os dois agentes bióticos estavam presentes diferente do observado na ausência de filoxera (Tab. 3). No caso da lesão interna não foi observado aumento na presença ou ausência da filoxera e dos patógenos.

Quando foi utilizado o porta-enxerto ‘Paulsen 1103’, o mesmo comportamento do primeiro experimento foi observado, registrando-se infestação do inseto em todas as plantas do experimento mesmo nas não infestadas (Tab. 3). Ao se avaliar a porcentagem de reisolamento dos patógenos, não foi observada diferença entre os tratamentos com e sem a presença da filoxera, sendo observados índices superiores a 60% (Tab. 3). No porta-enxerto ‘Paulsen 1103’, os índices de reisolamento foram significativamente superiores aos ‘1111-21’. Em relação à lesão interna não foi registrado interação com os patógenos *Dactylonectria macrodidyma*, *Ilyonectria liriodendri* e *Phaeomoniella chlamydospora*. Somente foi observado que o fungo *Neofusicoccum parvum* apresentou maiores índices de lesão interna na ausência da filoxera ($F=19,83$; $gl=8,35$; $p<0,0001$) (Tab. 3).

Quando foi avaliado o porta-enxerto ‘Paulsen 1103’ nos dois experimentos, foi registrado um nível de infestação da filoxera superior em todos os tratamentos quando comparado ao genótipo ‘1111-21’, demonstrando uma maior suscetibilidade desse genótipo ao inseto e aos patógenos fúngicos (Tab. 2 e 3).

Discussão

O genótipo ‘1111-21’ (Seyval-Villard 18315 (híbrido *V. labrusca* x Magnólia (*V. rotundifolia*)) apresentou nos dois experimentos menores taxas de infestação da filoxera nas raízes quando comparado

com o Porta-enxerto referência atualmente empregado na região Sul do Brasil ('Paulsen 1103'), demonstrando resistência ao inseto. Híbridos resultantes do cruzamento com *V. rotundifolia* apresentam níveis elevados de resistência a insetos e doenças (Firoozabady e Olmo 1982; Grzegorzczuk e Walker 1998; Andziejewski et al. 2022b) sendo que este genótipo apresenta potencial para ser empregado como porta-enxerto resistente devido à reduzida infestação e sobrevivência de ninfas de *D. vitifoliae* fato identificado por Andziejewski et al. (2022b) e confirmado neste trabalho. Por outro lado, o porta-enxerto 'Paulsen 1103' apresentou elevadas infestações do inseto em todos os tratamentos, inclusive os que não foram inoculados, demonstrando suscetibilidade à filoxera que ocasiona nodosidades neste genótipo.

Apesar da resistência de '1111-21' a filoxera, foi registrado infestação do inseto quando foi realizada a inoculação via ferimento com os patógenos *Ilyonectria liriodendri*, *Neofusicoccum parvum* e *Phaeomoniella chlamydospora*. Johnson et al. (2003) investigaram os efeitos indiretos da incidência de *Marssonina betulae* da *Betula pendula* sobre o pulgão *Euceraaphis betulae*, demonstrando associação positiva entre populações naturais do pulgão e folhas com alta infecção fúngica. No trabalho, foi demonstrado que as infecções fúngicas das folhas alteraram as concentrações de aminoácidos, carboidratos e metabólitos secundários afetando a fecundidade e o desenvolvimento de pulgões. Os fitopatógenos fúngicos podem provocar mudanças na fisiologia das plantas que afetam insetos herbívoros que compartilham o mesmo hospedeiro (Hatcher 1995; Johnson et al. 2003; Powell et al. 2013). A interação entre pulgões e fitopatógenos fúngicos pode ter impactos significativos na fisiologia das plantas e na dinâmica das populações de insetos e fungos. Nos tratamentos realizados no genótipo '1111-21' com *Neofusicoccum parvum* e *Phaeomoniella chlamydospora* o isolamento só ocorreu nos tratamentos em presença da filoxera.

Back et., al. (2002) utilizando fitonematoides, relataram que os mesmos podem induzir mudanças fisiológicas no hospedeiro, alterando as populações fúngicas, tornando-a mais propensa ao aumento populacional e/ou patogenicidade. O mesmo poderia estar ocorrendo no caso da filoxera, já que em campo os fitopatógenos fúngicos poderiam ter outra via de entrada como por ferimentos oriundos de práticas de manejo inadequadas (Cavalcanti et al. 2013; Almança 2021) e o desenvolvimento dos mesmos poderia ser influenciado pelas alterações fisiológicas que o inseto causaria na planta. O inverso também poderia ser uma possibilidade quando a presença dos patógenos na planta resulta em aumento da suscetibilidade da planta ao inseto visto que no caso do '1111-21', plantas sadias são resistentes ao inseto.

No trabalho, foi observado a presença de filoxera e os patógenos em todas as mudas de ‘Paulsen 1103’, já que em todos os tratamentos deste porta-enxerto foram contaminados pelo inseto. Nesse caso foi observado que os mesmos tiveram um maior número de raízes com fungo, maior reisolamento, lesão interna e presença do inseto, diferente do comportamento dessas variáveis em ‘1111-21’ onde o inseto não se desenvolveu em todos os tratamentos.

No trabalho de Da Silva (2022), o mesmo comportamento foi observado sendo registrado um aumento da população do fitonematoide *Mesocriconema xenoplax* na presença de *Ilyonectria macrodydima* na cultivar Bordô e no porta-enxerto R99. No caso de nematoides, ao se alimentarem, esses organismos induzem mudanças fisiológicas em seus hospedeiros, aumentando a exsudação radicular, a respiração e a atividade microbiana na rizosfera. Os metabólitos liberados como aminoácidos e proteínas servem de nutrientes para outros microrganismos e modificam a rizosfera (Back et al. 2002).

Estudos que avaliaram anteriormente a interação da filoxera e patógenos fúngicos foram conduzidos em variedades suscetíveis ao ataque do inseto. Idris e Arabi (2014) observaram a interação da filoxera com *Fusarium solani* SY7 em variedades de uvas no sul da Síria. Os autores verificaram que a taxa de incidência do fungo aumentou de 74% para 100% nas plantas infestadas com o inseto. A biomassa total das plantas diminuiu 29% na presença concomitante dos dois agentes. Huber et al. (2009) estudaram a ocorrência de patógenos fúngicos no solo e suas interações com porta-enxertos tolerantes à *D. vitifoliae* em vinhedos da Alemanha observando que os danos foram causados pela interação da filoxera com fungos fitopatogênicos.

Neste trabalho, os tratamentos onde foram utilizados o porta-enxerto ‘Paulsen 1103’ apresentaram contaminação externa pelo inseto, apesar do isolamento dos vasos através de sacos de tecido Voile duplo. Por esse motivo não foi possível analisar a interação entre a filoxera e os patógenos fúngicos neste porta-enxerto. A contaminação pela filoxera, apesar das medidas de isolamento adotadas indica a necessidade de aprimorar as práticas de proteção contra esse inseto em experimentos de interação. Em trabalhos futuros uma alternativa seria o emprego de inseticidas nos tratamentos sem a presença de *D. vitifoliae* para evitar que a população do inseto se desenvolva.

Por outro lado, trabalhos têm demonstrado um aumento significativo em populações da filoxera causando nodosidades em raízes de porta-enxertos considerados resistentes ao inseto, inclusive no Brasil (De Benedictis et al. 1996; Grannet et al. 2007; Grannet e Walker 2009; Andziejewski et al.

2022b). Neste trabalho, novamente este fato foi observado em ‘Paulsen 1103’ indicando uma possibilidade de perda na resistência do mesmo ao inseto.

Com base nos experimentos conduzidos, foi observada uma interação entre *D. vitifoliae* e *Neofusicocum parvum* e *Phaeomoniella chlamydospora* no genótipo resistente ‘1111-21’. Por outro lado, foi observado que os fungos *Dactylonectria macrodidyma*, *Ilyonectria liriiodendri*, *Neofusicocum parvum* e *Phaeomoniella chlamydospora* isoladamente apresentam elevada taxa de infecção principalmente no porta-enxerto ‘Paulsen 1103’. Trabalhos complementares em casa-de-vegetação devem ser conduzidos para conhecer de forma mais abrangente e detalhada essa interação, adotando medidas complementares para evitar a infestação pela filoxera. Os resultados demonstram que insetos de solo como a filoxera e fungos fitopatogênicos podem atuar de forma isolada ou conjunta dependendo do genótipo, método de inoculação e patógeno. Os fatores que atuam nessa interação devem ser mais estudados com o objetivo de desenvolver estratégias de manejo integrado do declínio e morte de plantas de videira.

Informações sobre Financiamento

DCO e SA foram financiadas pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior” (CAPES), Brasil – Código Financeiro 001. MA financiado pelo projeto de Prospecção e ajustes tecnológicos de porta-enxertos de videira para superação de estresses típicos de áreas de replantio no Sul do Brasil - Embrapa (22.16.04.035.00.00). DB e MB pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico” (CNPq), Brasil através da concessão de bolsa produtividade (306460/2022-0 e 313428/2021-2)

Declaração de Conflito de Interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Contribuição dos autores

Os autores DCO, SA, MA, DB e MB conduziram, analisaram, escreveram e revisaram o manuscrito.

Referências

Abbott WS (1925) A method of computing the effectiveness of an insecticide. J Econ Entomol. <https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>.

Almança MAK, Abreu CMD, Scopel FB, Benedetti M, Halleen F, Cavalcanti FR (2013) Evidências Morfológicas da Ocorrência de *Phaeomoniella chlamydospora* em Videiras no Estado do Rio Grande do Sul. Comunicado Técnico 134. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves.

Almança MAK, Silva VC, Rusin C, Nondillo A, Botton M (2020) Controle de doenças e pragas da videira em vinhedos conduzidos em regime de dupla poda. Informe Agropecuário.

Almança MAK (2021) Maior ocorrência das doenças do tronco da videira demanda estudos por alternativas de controle. Visão Agrícola.

Andzeiewski S, Oliveira DC, Bernardi D, Botton M (2022a) Occurrence of sexual reproduction of *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Phylloxeridae) in southern Brazil and biology and fertility life table in grapevine cultivars. Environ Entomol. <https://doi.org/10.1093/ee/nvab126>

Andzeiewski S, Oliveira DC, Bernardi D, Botton M (2022b) Resistance of Grapevine Genotypes (spp.) to (Hemiptera: Phylloxeridae) in Brazil: Implications for Pest Management. Environ Entomol. <https://doi.org/10.1093/ee/nvac074>

Andzeiewski S, Oliveira DC, Bernardi D, Botton M (2023) Population suppression of phylloxera gallicolae and radicolae forms on grapevines with the use of synthetic insecticides. Ciência Rural. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20220112>

Back MA, Haydock PPJ, Jenkinson P (2002) Disease complexes involving plant parasitic nematodes and soilborne pathogens: Nematodes and soilborne pathogens. Plant Pathol. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.2002.00785.x>

Bao LV, Scatoni IB, Gaggero C, Gutiérrez L, Monza J, Walker MA (2015) Genetic diversity of grape phylloxera leaf galling populations on *Vitis* species in Uruguay. Am J Enol Vitic. <https://doi.org/10.5344/ajev.2014.14026>

Botton M, Walker MA (2009) Grape phylloxera in Brazil. Acta Hort. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.816.6>

Botton M, Colleta VD (2010) Avaliação da resistência de cultivares de *Vitis rotundifolia* à pérola-da-terra (Hemiptera: Margarodidae) na região sul do Brasil. Acta Sci Agron. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v32i2.3151>

Botton M, Nondillo A, Gomes CB, Melo GWB, Garrido, LR, Almança MAK (2020) Fatores associados ao declínio e morte de plantas de videira identificados em áreas infestadas pela pérola-da-terra no Rio Grande do Sul. Circular Técnica 153. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves.

Cavalcanti FR, Bueno CJ, Almança MAK (2013) Declínio e morte de plantas de videira. Documentos, 82. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho.

Cid LPB (2014) Cultivo in vitro de plantas. 3. Ed. Embrapa: Brasília.

Da Silva WR (2022) Nematofauna, reação de genótipos de *Vitis* spp. a fitonematoides e interação com *Ilyonectria macrodydima* associados ao declínio de morte da videira e primeiro relato de *Meloidogyne morocciensis* em pessegueiro no Brasil. Tese. Universidade Federal de Pelotas.

Dalbó MA, Menezes-Netto A, Arioli CJ, Andrade ER (2015) Avanços no controle do declínio da Videira. In: Encontro nacional sobre fruticultura de clima temperado, 14. Fraiburgo. Caçador: Epagri.

Dambros RN, Dalbó MA, Arioli CJ, Veiga M (2016) Control of grapevine decline with the use of drains and ridges. Rev Bras Fruticultura. <https://doi.org/10.1590/0100-29452016448>

De Benedictis JA, Granett J, Taormino SP (1996) Differences in host utilization by California strains of grape phylloxera. Am J Enol Vitic.

Edwards J, Norng S, Granett J, Powell KS (2007) Relationships between grape phylloxera abundance, fungal interactions and grapevine decline. Acta Horti. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.733.16>

Ferreira ABM, Leite LG, Harakava R, Padovani CR, Bueno CJ (2017) Incidência da doença de Petri na videira ‘Niagara Rosada’ no estado de São Paulo – Brasil. Summa Phytopathologica. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/2154>.

Firoozabady E, Olmo HP (1982) Resistance to grape phylloxera in *Vitis vinifera* x *V. rotundifolia* grape hybrids. Vitis.

- Forneck A, Huber L (2009) (A)sexual reproduction - a review of life cycles of grape phylloxera, *Daktulosphaira vitifoliae*. Entomol Exp Appl. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2008.00811.x>
- Forneck A, Powell KS, Walker MA (2016) Scientific opinion: Improving the definition of grape phylloxera biotypes and standardizing biotype screening protocols. Am J Enol Vitic. <https://doi.org/10.5344/ajev.2016.15106>
- Garrido LR, Sônego OR (1999) Chave para identificação de agentes causadores de declínio da videira. Circular Técnica 26. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves.
- Garrido LR, Sônego OR, Gomes VN (2004) Fungos associados com o declínio e morte de videiras no Estado do Rio Grande do Sul. Fitopatol Bras. <https://doi.org/10.1590/S0100-41582004000300016>
- Garrido LR, Gava R (2014) Manual de doenças fúngicas da videira. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho.
- Garrido LR, Gava R, Carollo LA (2017) Podridão-descendente da videira na região sul do Brasil. Circular Técnica, 135. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho.
- Garrido LR (2021) Recomendações fitossanitárias para a pós-colheita na videira. Comunicado Técnico 213. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves.
- Granett J, Omer AD, Pessereau P, Walker MA (1998) Fungal infections of grapevine roots in phylloxera-infested vineyards. Vitis.
- Granett J, Walker MA, Kocsis L, Omer AD (2001) Biology and Management of Grape Phylloxera. Annu Rev Entomol. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.46.1.387>
- Granett J, Walker MA, Fossen MA (2007) Association between grape phylloxera and strongly resistant rootstocks in California: bioassays. Acta Hortic. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.733.2>
- Granett J, Walker MA (2009) Nodosity Populations on Rootstocks Are not a Current Threat to Californian Vineyards bioassays. Acta Hortic. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.816.3>
- Grzegorzcyk W, Walker MA (1998) Evaluating resistance to grape phylloxera in *Vitis* species with an in vitro dual culture assay. Am J Enol Vitic.

Grigoletti JA (1993) Fusariose da videira: resistência de cultivares, sintomas e controle. Circular Técnica 18. Bento Gonçalves: Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Uva e Vinho.

Hatcher PE (1995) Three-way interactions between plant pathogenic fungi, herbivorous insects and their host plants. *Biol Rev*.

Herbert KS, Powell KS, McKay A, Hartley D, Herdina, Ophelkeller K, Schiffer M, Hoffmann AA (2008) Developing and testing a diagnostic probe for grape phylloxera applicable to soil samples. *J Econ Entomol*. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-101.6.1934>.

Hinde J, Demétrio CG (1998) Overdispersion: models and estimation. *Comput Stat Data Anal*. [https://doi.org/10.1016/S0167-9473\(98\)00007-3](https://doi.org/10.1016/S0167-9473(98)00007-3).

Huber L, Hoffmann M, Rühl EH, Kirchmair M (2009) Disease Suppressiveness of Vineyard Soils Infested with Grape Phylloxera. *Acta Hortic*. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.816.7>

Idris I, Arabi MIE (2014) The relationship between grape phylloxera and Fusarium root infection. *Adv Hortic Sci*. <https://doi.org/10.13128/ahs-22750>.

Ji W, Gao G, Wei J (2021) Potential Global Distribution of *Daktulosphaira vitifoliae* under Climate Change Based on MaxEnt. *Insects*. <https://doi.org/10.3390/insects12040347>.

Johnson SN, Douglas AE, Woodward S, Hartley SE (2003) Microbial impacts on plant-herbivore interactions: the indirect effects of a birch pathogen on a birch aphid. *Oecologia*. <https://doi.org/10.1007/s00442-002-1139-6>

Junghans TG, Souza AS (2009) Aspectos práticos da micropropagação de plantas. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical: Cruz das Almas.

McLeod M (2009) Damage assessment and biology of foliar Grape Phylloxera (Homoptera: Phylloxeridae) in Ohio. Dissertação, The Ohio State University.

Mello LMR, Machado CA (2017) Cadastro Vitícola do Rio Grande do Sul-2013 a 2015. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves-RS, Brasil.

Menezes-Netto AC, Souza ALK, Arioli CJ, Souza EL, Hickel ER, Andrade ER, Schuck E, Araújo Filho JV, Gardin JPP, Dalbó MA, Dambrós RN (2016) Declínio e morte de videiras no estado de Santa Catarina: causas e alternativas de controle. Boletim Técnico 175. Epagri, Florianópolis.

Migliaro D, De Lorenzis G, Di Lorenzo GS, De Nardi B, Gardiman M, Failla O, Brancadoro L, Crespan M (2019) Grapevine non-vinifera genetic diversity assessed by SSR markers as a starting-point for new rootstock breeding programs. *Am J Enol Vitic.* <https://doi.org/10.5344/ajev.2019.18054>.

Nelder JA, Wedderburn RWM (1972) Generalized Linear Models. Series A (General), *J R Stat Soc.*

Omer AD, Granett J, De Benedictus JA, Walker MA (1995) Effects of fungal root infections on the vigour of grapevines infested by root feeding grape phylloxera. *Vitis.*

Omer AD, Granett J (2000) Relationship between grape phylloxera and fungal infections in grapevine roots. *J Plant Dis Prot.*

Powell KS (2008) Grape phylloxera: an overview. In: Johnson SN, Murray PJ (Ed), *Root Feeders: An Ecosystem Perspective.* CAB International, Oxon, pp 96-114.

Powell KS (2012) A holistic approach to future management of grapevine phylloxera. In: Bostanian N, Vincent C, Isaacs R (Ed), *Arthropod Management in Vineyards: Pests, Approaches and Future Directions.* Springer Science and Business Media BV, London, UK, pp 239-251.

Powell KS, Cooper PD, Forneck A (2013) The biology, physiology and host–plant interactions of grape phylloxera *Daktulosphaira vitifoliae*. *Adv Insect Physiol.* <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417165-7.00004-0>

Probst CM, Ridgway HJ, Jasper MV, Jones EE 2019 Pathogenicity of *Ilyonectria liriodendri* and *Dactylonectria macrodidyma* propagules in grapevines. *Eur J Plant Pathol.* <https://doi.org/10.1007/s10658-018-01664-0>

R Development Core Team 2012. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. <https://http://www.r-project.org/>.

Riaz S, Pap D, Uretsky J, Laucou V, Boursiquot JM, Kocsis L, Walker MA (2019) Genetic diversity and parentage analysis of grape rootstocks. *Theor Appl Genet.* <https://doi.org/10.1007/s00122-019-03320-5>.

Soria S, De J, Dal Conte AF (2005) Bioecologia e controle das pragas da videira no Brasil. Circular técnica 63. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves.

Ribeiro JM, Bastos DC, Melo NF, Oliveira EAG, Pinto MST (2010) Produção de mudas micropropagadas de videira, mangueira e goiabeira. Documento 232. Embrapa Semiárido, Petrolina, Pernambuco.

Teixeira SL, Ribeiro JM, Teixeira MT (2006) Influence of NaClO on nutrient medium sterilization and on pineapple (*Ananas comosus* cv *Smooth cayenne*) behavior. Plant Cell, Tissue and Organ Culture. <https://doi.org/10.1007/s11240-006-9121-3>

Teixeira SL, Ribeiro JM, Teixeira MT (2008) Utilização de hipoclorito de sódio na esterilização de meio de cultura para multiplicação in vitro de *Eucalyptus pellita* L. Ciência Florestal. <https://doi.org/10.5902/19805098456>

Umina PA, Corrie AM, Herbert KS, White VL, Powell KS, Hoffmann AA (2007) The use of DNA markers for pest management-clonal lineages and population biology of grape phylloxera. Acta Hort. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.733.20>

Walker MA, Lund K, Aguerro C, Riaz S, Fort K, Heinitz C, Romero N (2014) Breeding Grape Rootstocks for Resistance to Phylloxera and Nematodes – It's Not Always Easy. Acta Hort. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1045.12>.

Yin L, Clarck MD, Burkness EC, Hutchison WD (2019) Grape phylloxera (Hemiptera: Phylloxeridae), on cold-hardy hybrid wine grapes (*Vitis* spp.): A Review of pest biology, damage, and management practices. J Integr Pest Manag. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmz011>.

Fig. 1 - Inoculação da filoxera e fungos fitopatogênicos em mudas micropropagadas de '1111-21' e 'Paulsen 1103'. a) Inoculação de ovos *Daktulosphaira vitifoliae* em raízes; b) Isolamento dos vasos através de sacos de tecido Voile duplo visando evitar a contaminação; c) Inoculação *Ilyonectria liriodendri* via solo; d) Inoculação de *Dactylonectria macrodidyma*, *Ilyonectria liriodendri*, *Neofusicoccum parvum*, *Phaeomoniella chlamydospora* via ferimento.



Tab. 1 - Tratamentos avaliados nos bioensaios sobre a interação entre *D. vitifoliae* e espécies de patógenos fúngicos (*Dactylonectria macrodidyma* (Ilyo) TD 1110 MK421587, *Ilyonectria liriodendri* (Ilyo) TD 1117 MK421588.1, *Neofusicocum parvum* (Npv), *Phaeomoniella chlamydospora* (Pch)) com inoculação via solo e via ferimentos.

Tratamento	Inoculação via solo
1	'1111-21' + <i>Daktulosphaira vitifoliae</i>
2	'1111-21' + <i>Ilyonectria liriodendri</i>
3	'1111-21' + <i>Daktulosphaira vitifoliae</i> + <i>Ilyonectria liriodendri</i>
4	'1111-21' (Testemunha)
5	'Paulsen 1103' + <i>Daktulosphaira vitifoliae</i>
6	'Paulsen 1103' + <i>Ilyonectria liriodendri</i>
7	'Paulsen 1103' + <i>Daktulosphaira vitifoliae</i> + <i>Ilyonectria liriodendri</i>
8	'Paulsen 1103' (Testemunha)
Tratamento	Inoculação via ferimentos
1	'1111-21' + <i>Dactylonectria macrodidyma</i>
2	'1111-21' + <i>Daktulosphaira vitifoliae</i> + <i>Dactylonectria macrodidyma</i>
3	'1111-21' + <i>Ilyonectria liriodendri</i>
4	'1111-21' + <i>Daktulosphaira vitifoliae</i> + <i>Ilyonectria liriodendri</i>
5	'1111-21' + <i>Neofusicocum parvum</i>
6	'1111-21' + <i>Daktulosphaira vitifoliae</i> + <i>Neofusicocum parvum</i>
7	'1111-21' + <i>Phaeomoniella chlamydospora</i>
8	'1111-21' + <i>Daktulosphaira vitifoliae</i> + <i>Phaeomoniella chlamydospora</i>
9	'1111-21' (Testemunha)
10	'Paulsen 1103' + <i>Dactylonectria macrodidyma</i>
11	'Paulsen 1103' + <i>Daktulosphaira vitifoliae</i> + <i>Dactylonectria macrodidyma</i>
12	'Paulsen 1103' + <i>Ilyonectria liriodendri</i>
13	'Paulsen 1103' + <i>Daktulosphaira vitifoliae</i> + <i>Ilyonectria liriodendri</i>
14	'Paulsen 1103' + <i>Neofusicocum parvum</i>
15	'Paulsen 1103' + <i>Daktulosphaira vitifoliae</i> + <i>Neofusicocum parvum</i>
16	'Paulsen 1103' + <i>Phaeomoniella chlamydospora</i>
17	'Paulsen 1103' + <i>Daktulosphaira vitifoliae</i> + <i>Phaeomoniella chlamydospora</i>
18	'Paulsen 1103' (testemunha)

Tab. 2 - Interação entre *Daktulosphaira vitifoliae* e *Ilyonectria liriodendri* com inoculação do patógeno via solo nos porta-enxertos '1111-21' e 'Paulsen 1103'.

Tratamento	% Reisolamento	<i>D. vitifoliae</i> (ovos + ninfas + adultos)
'1111-21' + <i>Daktulosphaira vitifoliae</i>	2,0 ± 2,00 a	12,5 ± 9,11 a
'1111-21' + <i>Ilyonectria liriodendri</i>	19,0 ± 4,98 b	0,00 ± 0,00 b
'1111-21' + <i>Daktulosphaira vitifoliae</i> + <i>Ilyonectria liriodendri</i>	26,0 ± 5,20 b	2,0 ± 0,11 b
Testemunha	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 b
Valor de F	7,11	6,94
Valor de g.l	3, 22	3, 22
Valor de P	<0,0001	<0,0001
'Paulsen 1103' + <i>Daktulosphaira vitifoliae</i>	4,0 ± 2,66 b	69,1 ± 6,70 b
'Paulsen 1103' + <i>Ilyonectria liriodendri</i>	48,0 ± 9,04 a	135,9 ± 9,12 a
'Paulsen 1103' + <i>Daktulosphaira vitifoliae</i> + <i>Ilyonectria liriodendri</i>	54,0 ± 11,17 a	74,5 ± 8,11 b
Testemunha	5,0 ± 3,16 b	37,2 ± 5,10 c
Valor de F	7,11	14,12
Valor de g.l	3, 22	3, 22
Valor de P	<0,0001	<0,0001

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tab. 3 - Interação entre *Daktulosphaira vitifoliae* e espécies de patógenos fúngicos (*Dactylonectria macrodidyma*, *Ilyonectria liriodendri*, *Neofusicocum parvum*, *Phaeomoniella chlamydospora* com inoculação via ferimento nos porta-enxertos '1111-21' e 'Paulsen 1103'.

Tratamento	Nº de raízes com fungo	% Reisolamento	Lesão interna (mm)	<i>D. vitifoliae</i> (ovos + ninfas + adultos)
'1111-21' + <i>Dactylonectria macrodidyma</i>	0,16 ± 0,11 a	1,66 ± 1,66 b	1,15 ± 1,15a	0 b
'1111-21' + <i>Daktulosphaira vitifoliae</i> + <i>Dactylonectria macrodidyma</i>	0 a	0 b	0 a	0 b
'1111-21' + <i>Ilyonectria liriodendri</i>	0,58 ± 0,22 a	11,66 ± 4,57 a	4,03 ± 2,93 a	0 b
'1111-21' + <i>Daktulosphaira vitifoliae</i> + <i>Ilyonectria liriodendri</i>	0,41 ± 0,19 a	8,33 ± 3,85 a	0 a	0 b
'1111-21' + <i>Neofusicocum parvum</i>	0 a	0 b	0 a	0 b
'1111-21' + <i>Daktulosphaira vitifoliae</i> + <i>Neofusicocum parvum</i>	0,33 ± 0,25 a	6,66 ± 5,12 a	0 a	9,08 ± 3,25 a
'1111-21' + <i>Phaeomoniella chlamydospora</i>	0 a	0 b	0 a	0 b
'1111-21' + <i>Daktulosphaira vitifoliae</i> + <i>Phaeomoniella chlamydospora</i>	0,58 ± 0,25 a	11,66 ± 5,19 a	3,75 ± 2,46 a	11,16 ± 3,52 a
'1111-21' (testemunha)	0 a	0 b	0 a	0 b
Valor de F	10,11	9,14	17,89	10,34
Valor de g.l	8, 35	8, 35	8, 35	8, 35
Valor de P	=0,3321	<0,0001	=0,2190	<0,0001
'Paulsen 1103' + <i>Dactylonectria macrodidyma</i>	3,75 ± 0,27 a	75,0 ± 5,57 a	9,26 ± 2,43 b	60,17 ± 17,14 a
'Paulsen 1103' + <i>Daktulosphaira vitifoliae</i> + <i>Dactylonectria macrodidyma</i>	3,58 ± 0,46 a	71,66 ± 9,36 a	9,51 ± 1,62 b	55,92 ± 16,12 ab
'Paulsen 1103' + <i>Ilyonectria liriodendri</i>	3,41 ± 0,46 a	68,33 ± 9,36 a	11,62 ± 1,76 ab	48,33 ± 12,52 ab
'Paulsen 1103' + <i>Daktulosphaira vitifoliae</i> + <i>Ilyonectria liriodendri</i>	3,16 ± 0,47 a	63,3 ± 9,48 a	18,45 ± 3,92 a	54,83 ± 12,26 ab
'Paulsen 1103' + <i>Neofusicocum parvum</i>	3,91 ± 0,33 a	78,33 ± 6,72 a	13,25 ± 2,43 a	9,91 ± 3,85 c
'Paulsen 1103' + <i>Daktulosphaira vitifoliae</i> + <i>Neofusicocum parvum</i>	3,08 ± 0,45 a	61,66 ± 9,03 a	8,31 ± 2,16 b	37 ± 10,26 b
'Paulsen 1103' + <i>Phaeomoniella chlamydospora</i>	3,88 ± 0,29 a	76,6 ± 5,94 a	15,86 ± 3,45 a	46,83 ± 20,63 ab
'Paulsen 1103' + <i>Daktulosphaira vitifoliae</i> + <i>Phaeomoniella chlamydospora</i>	4,0 ± 0,30 a	80,0 ± 6,03 a	13,54 ± 3,62 a	35,83 ± 8,04 b
'Paulsen 1103' (testemunha)	0,25 ± 0,13 b	3,33 ± 2,24 b	3,58 ± 0,78 c	52,74 ± 15,98 a
Valor de F	19,78	7,18	19,83	8,11
Valor de g.l	8, 35	8, 35	8, 35	8, 35
Valor de P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Comunicação científica - EntomoBrasilis

(Versão em Inglês)

***Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae) as a predator
of the leaf-galling form of the vine phylloxera *Daktulosphaira vitifoliae*
(Fitch, 1856) (Hemiptera: Phylloxeridae) in Brazil**

Daiana da C. Oliveira¹; Simone Andzeiewski¹; Régis J. Bohn²; Luciano de A. Moura²;
Daniel Bernardi¹; Marcos Botton^{1,3}

***Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae) as a predator of the leaf-galling form of the vine phylloxera *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Phylloxeridae) in Brazil**

Abstract. *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) is an Asian species intentionally introduced in many countries as a biological control agent for insect pests. In Brazil, it was introduced accidentally and recorded for the first time in Curitiba, Paraná State, in 2002. An inventory of natural enemies of the gallic form of the vine phylloxera *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch, 1856) carried out in Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, the occurrence of predation of all stages of development of *D. vitifoliae* by larvae and adults of *H. axyridis*. The presence of *H. axyridis* preying on *D. vitifoliae* in vineyards is important because it identifies an exotic species acting as a predator of vine phylloxera populations in Brazil.

Key words: Grapevine; Grapevine phylloxera; Natural enemy; Ladybird; Predation.

Daktulosphaira vitifoliae (Fitch, 1856) (Hemiptera, Phylloxeridae) is an insect that attacks the vine by forming galls on the leaves (gall form) and roots (root form) (Forneck & Huber 2009; Powell *et al.* 2013; Ji *et al.* 2021; Andzejewski *et al.* 2021). Known for its high destructive potential, it occurs in most grape-growing countries and can cause plant death (Powell *et al.* 2013; Ji *et al.* 2021).

Little information is available on the natural enemies associated with phylloxera (Kögel *et al.* 2013), partly due to the complex life cycle that includes asexual and sexual forms of reproduction, cryptic habit and development stages in the soil (Powell 2012; Powell *et al.* 2013). Some of the natural enemies in their native range belong to the families Coccinellidae (Coleoptera), Cecidomyiidae, Chamaemyiidae and Syrphidae (Diptera), Anthocoridae (Hemiptera), Chrysopidae (Neuroptera), Thripidae (Thysanoptera) and Acaridae (Acari), most of which were observed preying on its gallic form (Benheim *et al.* 2012; Yin *et al.* 2019; Kwong 2020). So far, no natural enemies of *D. vitifoliae* have been recorded in Brazil on grapevines.

Knowledge of the relationship between natural enemies and different phytophagous species is important for developing control methods or strategies to

preserve biocontrol agents in agricultural ecosystems. In the case of phylloxera, knowing them has the potential to reduce the risk of dispersal, especially in the spring and summer periods, when dispersive life stages are most active (Benheim *et al.* 2012).

In order to investigate the natural enemies associated with *D. vitifoliae* in grapevine cultivation, leaves infested by the gall form were collected every 15 days from December to March of the 2021/22 and 2022/23 harvests, in nurseries of the Paulsen 1103 rootstock and the BRS Bibiana cultivar, located at Embrapa Uva e Vinho in Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul (29°09'56"S, 51°32'03"W).

The leaves with galls were placed in closed cardboard boxes (37 x 45.5 x 29.5 cm), which were kept in the Entomology Laboratory at Embrapa Uva e Vinho at 25 °C for 30 days. A glass tube containing a drop of honey diluted in water was inserted into the side and near the top of the box. The developing insects inside were attracted to the illuminated glass tube, removed daily and placed in containers with 70% alcohol for conservation and later identification (Schauff 1986).

The predator species recorded was *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera, Coccinellidae); 382 specimens were collected in the two years of evaluation. Identification was carried out using taxonomic keys for larval and adult stages (Koch 2003; Del G *et al.* 2021), voucher specimens deposited in the entomological collections of Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul and of Museu de Ciências Naturais, DPMCC/SEMA-RS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

Harmonia axyridis is a polyphagous insect, native to Asia, which feeds mainly on adults of Aphididae, Psyllidae, Coccoidea (Hemiptera) and Tetranychidae (Acari), immatures of Coleoptera and Lepidoptera, and also plant materials such as damaged fruit (Koch, 2003). It also stands out for being an effective predator of aphids and mealybugs (Adriaens *et al.* 2007; Angelidou *et al.* 2022), used to control aphids on various crops around the world, including pecans, hops, alfalfa, cotton, tobacco and ornamentals (Almeida & Silva 2002; Santos *et al.* 2014; Castro-Guedes & Almeida, 2016; Roy *et al.* 2016).

The species has been intentionally introduced into many countries as a biological control agent (Koch 2003; Kögel *et al.* 2013; Roy *et al.* 2016; Angelidou *et al.* 2022), resulting in rapid spread and establishment (Camino *et al.* 2020; Angelidou *et al.* 2022). The first record of *H. axyridis* in Brazil was in 2002 in the city of Curitiba,

Paraná, as a result of accidental introduction, and since then the predator has spread to various regions of the country (Almeida & Silva 2002; Guedes & Almeida 2013; Paula et al. 2020).

The ability of *H. axyridis* to prey on phylloxera was evaluated in Germany by Kogel et al. (2013), who found that individuals completed their development using the aphid as a food source; in 24 hours, individuals consumed up to 1,400 eggs of *D. vitifoliae*. During observations made in the field over a period of two years, *H. axyridis* was observed feeding on the galls of the phylloxera, which indicates that it uses it as prey, the insect being more abundant on leaves with galls than without. In this sense, they concluded that the species is a predator of *D. vitifoliae* and can help reduce the population of phylloxera in its galled form.

In this study, observations and field collections revealed that both larvae and adults of the coccinellid visited leaves with phylloxera galls and actively fed on all stages of development (Figures 1, 2). This report is the first to record the predation of *D. vitifoliae* by larvae and adults of *H. axyridis* under natural conditions in Brazilian vineyards, contributing to the knowledge of predators of phytophagous insects in vineyards.

Author contribution

All the authors contributed equally to the preparation of the manuscript.

Funding information

DCO and SA were funded by Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES), Brazil - Financial Code 001. RJB was funded by the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES), Brazil (Process 88887.617017/2021-00). DB and MB were funded by the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq), Brazil through the granting of productivity scholarships (306460/2022-0 and 313428/2021-2).

Declaration of Conflict of Interest

The authors declare no conflict of interest.



(Figure 1, 2). Predation of *Harmonia axyridis* on *Daktulosphaira vitifoliae*. (Author: Oliveira, D.C.)

References

- Adriaens, T., San Martin y Gomez, G., & Maes, D. (2007) Invasion history, habitat preferences and phenology of the invasive ladybird *Harmonia axyridis* in Belgium. In *From Biological Control to Invasion: the Ladybird Harmonia axyridis as a Model Species* (pp. 69–88). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s10526-007-9137-6>
- Almeida, L. M. da, & Silva, V. B. da. (2002). Primeiro registro de *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae): um coccinélídeo originário da região Paleártica. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19(3), 941-944. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752002000300031>
- Andzeiewski, S., Oliveira, D. C., Bernardi, D., & Botton, M. (2021). Occurrence of Sexual Reproduction of *Daktulosphaira vitifoliae* (Hemiptera: Phylloxeridae) in Southern Brazil and Biology and Fertility Life Table in Grapevine Cultivars. *Environmental Entomology*, 51(1), 210–215. <https://doi.org/10.1093/ee/nvab126>
- Angelidou, I., Demetriou, J., Christou, M., Koutsoukos, E., Kazilas, C., Georgiades, P., Kalaentzis, K., Kontodimas, D. C., Groom, Q., Roy, H. E., & Martinou, A. F. (2022). Establishment and spread of the invasive ladybird *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) in Greece: based on contributions from citizen scientists. *Biological Invasions*. <https://doi.org/10.1007/s10530-022-02955-8>
- Benheim, D., Rochfort, S., Robertson, E., Potter, I. D., & Powell, K. S. (2012). Grape phylloxera (*Daktulosphaira vitifoliae*) - A review of potential detection and alternative management options. *Annals of Applied Biology*, 161(2), 91–115. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2012.00561.x>
- Camino, N., Reboredo, G., & González, S. (2020). New specie of *Neoparasitylenchus* (Tylenchida, Allantonematidae), parasitizing *Harmonia axyridis* (Coleoptera, Coccinellidae) from Argentina. *Revista Peruana de Biología*, 27(2), 109-112. <https://doi.org/10.15381/rpb.v27i2.16458>
- Castro-Guedes, C. D., & Almeida, L. M. (2016). Laboratory investigations reveal that *harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) is a poor host *Fordinocampus coccinellae* (Hymenoptera: Braconidae) in Brazil.

- Journal of Insect Science, 16(1), 55.
<https://doi.org/10.1093/jisesa/iew044>
- Del G. da R. Celli, N., Almeida, L. M., Basílio, D. S., & Castro, C. F. (2021). The way to maturity: taxonomic study on immatures of Southern Brazilian Coccinellini (Coleoptera: Coccinellidae) species important in biological control. *Zoologia*, 38, 1–18. <https://doi.org/10.3897/zoologia.38.e64154>
- Forneck, A., & Huber, L. (2009). (A)sexual reproduction - a review of life cycles of grape phylloxera, *Daktulosphaira vitifoliae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 131(1), 1–10. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2008.00811.x>
- Guedes, C. F. da C., & Almeida, L. M. de. (2013). The potential of different fruit species as food for *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35(4), 1025–1031. <https://doi.org/10.1590/s0100-29452013000400013>
- Koch, R. L. (2003). The multicolored Asian lady beetle, *Harmonia axyridis*: A review of its biology, uses in biological control, and non-target impacts. *Journal of Insect Science*, 3(1). <https://doi.org/10.1093/jis/3.1.32>
- Koch, R. L., Burkness, E. C., Burkness, S. J. W., & Hutchison, W. D. (2004). Phytophagous preferences of the multicolored asian lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae) for autumn-ripening fruit. *Journal of Economic Entomology*, 97(2), 539-544. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-97.2.539>
- Kögel, S., Schieler, M., & Hoffmann, C. (2013). The ladybird beetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) as a possible predator of grape phylloxera *Daktulosphaira vitifoliae* (Hemiptera: Phylloxeridae). *European Journal of Entomology*, 110(1), 123-128. <https://doi.org/10.14411/eje.2013.017>
- Kwong, R. M. (2020). Biocontrol options for grape phylloxera in Australia. Agriculture Victoria Research Technical Report. Biocontrol of grape phylloxera. Department of Economic Development, Jobs, Transport and Resources. Project number DED 1701 49p. 2020.
- Paula, D. P., Togni, P. H. B., Costa, V. A., Souza, L. M., Sousa, A. A. T. C., Tostes, G. M., Pires, C. S. S., & Andow, D. A. (2020). Scrutinizing the enemy release hypothesis: population effects of parasitoids on *Harmonia axyridis* and local host coccinellids in Brazil. *BioControl*. <https://doi.org/10.1007/s10526-020-10041-y>

- Powell, K. S. (2012). A Holistic Approach to Future Management of Grapevine Phylloxera. In *Arthropod Management in Vineyards*: (pp. 219–251). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4032-7_10
- Powell, K. S., Cooper, P. D., & Forneck, A. (2013). The Biology, Physiology and Host–Plant Interactions of Grape Phylloxera *Daktulosphaira vitifoliae*. In *Advances in Insect Physiology* (pp. 159–218). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-417165-7.00004-0>
- Roy, H. E., Brown, P. M. J., Adriaens, T., Berkvens, N., Borges, I., Clusella-Trullas, S., Comont, R. F., De Clercq, P., Eschen, R., Estoup, A., Evans, E. W., Facon, B., Gardiner, M. M., Gil, A., Grez, A. A., Guillemaud, T., Haelewaters, D., Herz, A., Honek, A., . . . Zhao, Z. (2016). The harlequin ladybird, *Harmonia axyridis*: global perspectives on invasion history and ecology. *Biological Invasions*, 18(4), 997–1044. <https://doi.org/10.1007/s10530-016-1077-6>
- Santos, A. A., Almeida, L. M., Castro-Guedes, C. F., & Penteadó, S. R. C. (2014). Life Table Analysis and Consumption Capacity for *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae), Feeding on *Cinara atlantica* (Homoptera: Aphididae). *Florida Entomologist*, 97(4), 1702–1709. <https://doi.org/10.1653/024.097.0445>
- Schauff, M. E. (1986) *Collecting and preserving insects and mites*. Washington: Museum of Natural History (USDA Miscellaneous Publication, n. 1443).
- Yin, L., Clark, M. D., Burkness, E. C., & Hutchison, W. D. (2019). Grape Phylloxera (Homoptera: Phylloxeridae), on Cold-Hardy Hybrid Wine Grapes (*Vitis* spp.): A Review of Pest Biology, Damage, and Management Practices. *Journal of Integrated Pest Management*, 10(1). <https://doi.org/10.1093/jipm/pmz011>

Considerações finais

A filoxera-da-videira tem sido um dos insetos-praga mais desafiadores na viticultura global, causando danos significativos à cultura ao redor do mundo. No Brasil, onde a vitivinicultura tem ganhado cada vez mais destaque, o manejo eficaz deste inseto torna-se crucial para garantir a produtividade e a qualidade dos vinhedos. Por esses motivos, a busca por estratégias de controle alternativas, sustentáveis e eficazes é constante.

O tratamento térmico tem se mostrado promissor para controlar os ovos de inverno de *D. vitifoliae* em estacas do porta-enxerto 'Paulsen 1103', impedindo a formação de galhas, representando uma alternativa viável de manejo. Nesse sentido, a prática do uso do tratamento térmico pelos viveiristas deve ser implementada visando melhorar a qualidade do material vegetativo. Além disso, a investigação de produtos biológicos, como fungos entomopatogênicos e extrato de plantas disponíveis no mercado para controle da forma radícula da filoxera, mostrou reduzida eficácia, sendo que somente o extrato de plantas (Eco Tirano[®]) proporcionou mortalidade significativa em laboratório. Com base em trabalhos conduzidos no exterior, o emprego desses agentes de controle pode ser avaliado em experimentos incluindo novos isolados, doses e formulações.

A interação entre *D. vitifoliae* e fitopatógenos fúngicos também foi objeto de estudo, com descobertas sobre a ocorrência de interação entre a filoxera e espécies de patógenos fúngicos, como *Neofusicocum parvum* e *Phaeomoniella chlamydospora* quando inoculados via ferimento. Estes achados ressaltam a complexidade das interações e a necessidade contínua de investigações para desenvolver estratégias integradas de manejo fitossanitário.

A observação de larvas e adultos do coccinelídeo *Harmonia axyridis* alimentando-se ativamente de galhas de filoxera em vinhedos brasileiros representa um avanço significativo no conhecimento dos predadores naturais da praga. A presença do coccinellidae abre possibilidades para o controle

biológico da filoxera, destacando a importância da preservação e promoção da diversidade biológica nos vinhedos.

Para que os trabalhos de manejo deste inseto-praga avancem, entende-se como fundamental realizar estudos de campo unindo as informações deste trabalho de forma integrada para o controle da filoxera-da-videira.

Referências bibliográficas

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 20 out. 2023.

ALMANÇA, M. A. K.; ABREU, C. M. D.; SCOPEL, F. B.; BENEDETTI, M.; HALLEEN, F.; CAVALCANTI, F. R. **Evidências Morfológicas da Ocorrência de *Phaeomoniella chlamydospora* em Videiras no Estado do Rio Grande do Sul**. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, Comunicado Técnico, 134, 2013.

ALMANÇA, M. A. K. Maior ocorrência das doenças do tronco da videira demanda estudos por alternativas de controle. **Visão Agrícola**, 2021.

ANDZEIEWSKI, S.; OLIVEIRA, D. C.; BERNARDI, D.; BOTTON, M. Occurrence of sexual reproduction of *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Phylloxeridae) in southern Brazil and biology and fertility life table in grapevine cultivars. **Environmental Entomology**, p. 1-8, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1093/ee/nvab126>. Disponível em <<https://academic.oup.com/ee/article/51/1/210/6425823>>. Acesso em: Out. 20, 2023.

ANDZEIEWSKI, S.; OLIVEIRA, D. C.; BERNARDI, D.; BOTTON, M.; Population suppression of phylloxera gallicolae and radicolae forms on grapevines with the use of synthetic insecticides. **Ciência Rural**, v. 53, p. 1-7, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20220112>. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/cr/a/R9FBJCfpJbXJ9s6HcqPsF7r/abstract/?lang=en>> Acesso em: Fev. 20, 2023.

BENHEIM, D.; ROCHFORD, 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, p.91-115, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2012.00561.x>

Disponível em: < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1744-7348.2012.00561.x>>. Acesso em: Jan. 15, 2024.

BOTTON, M.; HICKEL, E. R.; SORIA, S. J. Pragas; EDITOR TÉCNICO, THOR VINÍCIUS MARTINS FAJARDO (ed tec); Embrapa Uva e Vinho (Bento Gonçalves, RS). **Uva para processamento: Fitossanidade**. 21.ed. Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 2003. 131p.

BOTTON, M.; NONDILLO, A.; GOMES, C. B.; MELO, G. W. B. de; GARRIDO, L. da R.; ALMANÇA, M. A. K. **Fatores associados ao declínio e morte de plantas de videira identificados em áreas infestadas pela pérola-da-terra no Rio Grande do Sul**. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, 20p. Circular Técnica 153, 2020.

CARTON, Y.; SORENSEN, C.; SMITH, J.; SMITH, E. Une coopération exemplaire entre entomologistes français et américains pendant la crise du Phylloxera en France (1868–1895), Annales de la Société entomologique de France (N.S.). **International Journal of Entomology**, v. 43, p. 103–125, 2007.

CAVALCANTI, F. R.; BUENO, C. J.; ALMANÇA, M. A. K. **Declínio e morte de plantas de videira**. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, Documentos, 82, 2013.

CLARKE, C. W.; WIGG, F.; NORNG, S.; POWELL, K. S. Effectiveness of sodium hypochlorite as a disinfestation treatment against genetically diverse strains of grape phylloxera *Daktulosphaira vitifoliae*, Fitch (Hemiptera: Phylloxeridae). **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.23, p.432-440, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/ajgw.12288>. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ajgw.12288>>. Acesso em: Jan. 15, 2024.

DA SILVA, W.R.; DIVERS, M.; CORREIA, G.S. *ET AL*. Characterization of *Mesocriconea* species associated with grapevine decline disease in southern Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v. 48, p. 163–173, 2022. DOI:

<https://doi.org/10.1007/s40858-022-00550-9>. Disponível em:
<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1152405/1/Artigo-Mesocriconema-VF-.pdf>>. Acesso em: Abr. 15, 2024.

DALBÓ, M. A.; ARIOLI, C. J.; DAMBROS, R. N. Controle do declínio e morte de plantas de videira através do manejo de solo e porta-enxertos resistentes. **Jornal da Fruta**, v. 21; n. 275; p. 12-13, 2013. Disponível em:
<<https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/download/878/782/5203>>. Acesso em: Abr. 15, 2024.

DAMBROS, R. N.; DALBÓ, M. A.; ARIOLI, C. J.; VEIGA, M, da. Control of grapevine decline with the use of drains and ridges. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 38, n. 2, p. 1-7, 2016. DOI:
<https://doi.org/10.1590/0100-29452016448>. Disponível em:
<<https://www.scielo.br/j/rbf/a/4wmrNhw6WVfCHjrrKkXKbfK/?lang=en>>. Acesso em: Jan. 15, 2024.

DIVERS, M.; GOMES, C. B.; MENEZES-NETTO, A. C.; LIMA-MEDINA, I.; NONDILLO, A.; BELLÉ, C.; ARAÚJO-FILHO, J. V. Diversity of plant-parasitic nematodes parasitizing grapes in Southern Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v.44, n.5, p.401-408, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40858-019-00301-3>. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s40858-019-00301-3>>. Acesso em: Mar. 15, 2024.

DUNSTONE, R. J.; CORRIE, A. M.; POWELL, K. S. Effect of sodium hypochlorite on first instar phylloxera (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch) mortality. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.9, p.107-109, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2003.tb00260.x> . Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1755-0238.2003.tb00260.x> >. Acesso em: Mar. 15, 2024.

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>. Disponível em:
<https://www.actahort.org/books/733/733_16.htm>. Acesso em: Mar. 03, 2024.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, 2023.

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, p.28-34, 2001. DOI: <https://doi.org/10.5344/ajev.2001.52.1.28>. Disponível
em: <<https://www.ajevonline.org/content/52/1/28> >. Acesso em: Mar. 20, 2024.

FORNECK, A.; L. HUBER. (A)sexual reproduction - a review of life cycles of
grape phylloxera, *Daktulosphaira vitifoliae*. **Entomologia Experimentalis et
Applicata**, v.131, p.1-10, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2008.00811.x>. Disponível
em:<<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1570-7458.2008.00811.x>>.
Acesso em: Mar. 20, 2024.

GARRIDO, L. R.; SÔNEGO, O. R. **Chave para identificação de agentes
causadores de declínio da videira**. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves,
Circular Técnica 26, 1999. 20p.

GARRIDO, L. R.; SÔNEGO, O. R.; GOMES, V. N. Fungos associados com o
declínio e morte de videiras no Estado do Rio Grande do Sul. **Fitopatologia
Brasileira**, v. 29, 2004. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/918753/fungos-associados-com-o-declinio-e-morte-de-videiras-no-estado-do-rio-grande-do-sul>>. Acesso em: Mar. 20, 2024.

GARRIDO, L. R.; GAVA, R. **Manual de doenças fúngicas da videira**. Bento
Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2014.

GARRIDO, L. R.; GAVA, R.; CAROLLO, L. A. **Podridão-descendente da
videira na região sul do Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho,
Circular Técnica, 135, 2017.

GARRIDO, L. R. **Recomendações fitossanitárias para a pós-colheita na videira**. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, Comunicado Técnico 213, 2021.

GOMES, C. B.; CAMPOS, A. D.; COSTA, F. A. da. **Levantamento de nematoides fitoparasitas associados a pomares de videira em declínio da Serra Gaúcha**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 110, 2019.

GONZÁLEZ, R. H. **Manejo de plagas de la vid**. Santiago: Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, 13. ed., 1983. p. 115.

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: <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.46.1.387>. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11112174/>>. Acesso em: Mar. 20, 2024.

HERRMANN, J.V.; FORNECK, A. **Die natürllichen Feinde der Reblaus**. German Wine Magazine, v.14, 2001.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola 2018-2019**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>. 2022. Acesso em: 2 set. 2023.

LACEY, L. A; FRUTOS, R.; KAYA, H. K; VAIL, P. Patógenos de insetos como agentes de controle biológico: eles têm futuro?. **Controle Biológico**, v. 21, p. 230-248, 2001.

LIU, Y.; WANG, Z.; SU, J.; LIU, W.; HUSSAIN DHILOO, K., GUO, Y. The Efficacy of Chinese Medicinal Herbs towards Grape Phylloxera (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch) (Hemiptera, Phylloxeridae). **PLoS One**. v. 10, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0128038>. Disponível

em:<<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0128038>>
. Acesso em: Mar. 20, 2024. doi.org/10.1371/journal.pone.0128038.

KELLOW, A.V. **A study of the interaction between susceptible and resistant grapevines and phylloxera**. PhD Thesis, The University of Adelaide, Adelaide, Australia. 2000.

KELLOW, A.V.; SEDGLEY, M.; VAN HEESWIJCK, R. **Interaction between Vitis vinifera and Grape Phylloxera**. PhD Diss. Changes in root tissue during nodosity formation. Ann. Bot. London. v. 93 p. 581-590, 2004.

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.13–17, 2009. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.816>. Disponível em:<https://www.actahort.org/books/816/816_1.htm>. Acesso em: Mar. 20, 2024.

KUHN, G. B.; REGLA, R.; MAZAROLLO, A. **Produção de mudas de videira (Vitis spp.) por enxertia de mesa**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, Circular Técnica, 74, 2007. 12 p.

KWONG, R. M. **Biocontrol options for grape phylloxera in Australia. Agriculture Victoria Research Technical Report. Biocontrol of grape phylloxera**. Department of Economic Development, Jobs, Transport and Resources. Project number DED 1701, 2020, 49p.

MELLO, L. M. R.; MACHADO, C. A. E. **Vitivinicultura brasileira: panorama 2021**. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, Comunicado técnico 226, 2022. 17p.

MENEZES-NETTO, A. C.; SOUZA, A.L. K.; ARIOLI, C. J. SOUZA, E. L.; HICKEL, E. R.; ANDRADE, E. R.; SCHUCK, E.; ARAÚJO FILHO, J. V.; GARDIN, J. P. P.; DALBÓ, M. A.; DAMBRÓS, R. N. **Declínio e morte de**

videiras no estado de Santa Catarina: causas e alternativas de controle.

Epagri, Florianópolis, Boletim Técnico 175, 2016. 81p.

OIV. Statistical Report on World Vitiviniculture, 2023.

OMER, A. D; GRANETT, J; DE BENEDICTUS, J. A; WALKER, M. A. Effects of fungal root infections on the vigour of grapevines infested by root feeding grape phylloxera. **Vitis**, v.34, p.165-170, 1995. Disponível em:<

<https://ojs.openagrar.de/index.php/VITIS/article/view/5020/4807>> Acesso em: Mar. 20, 2024.

POWELL, K. S. **Grape phylloxera: an overview.** In: Johnson, S.N., Murray, P.J. (Eds.), *Root Feeders: An Ecosystem Perspective*. CAB International, Oxon, p. 96-114, 2008.

POWELL, K. S. **A holistic approach to future management of grapevine phylloxera.** In: Bostanian, N., Vincent, C., Isaacs, R. (Eds.), *Arthropod Management in Vineyards: Pests, Approaches and Future Directions*. Springer Science and Business Media BV, London, UK, p. 239-251, 2012.

POWELL, K. S.; COOPER, P. D.; FORNECK, A. The biology, physiology and host–plant interactions of grape phylloxera *Daktulosphaira vitifoliae*. **Advances in Insect Physiology**, v.45, p.159–218, 2013. DOI:

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417165-7.00004-0>. Disponível em:<
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780124171657000040>.
Acesso em: Mar. 20, 2024.

SAVI, T.; ALMUDENA, G. G.; HERRERA J. C.; FORNECK, A. Gas exchange, biomass and non-structural carbohydrates dynamics in vines under combined drought and biotic stress. **BMC Plant Biology**, v. 19, 2019. DOI:

<https://doi.org/10.1186/s12870-019-2017-2> . Disponível em:<<https://bmcpplantbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12870-019-2017-2>>. Acesso em: Mar. 20, 2024.

SHARMA, A.; SANDHI, R. K.; REDDY, G. V. P. A Review of Interactions between Insect Biological Control Agents and Semiochemicals. **Insects**, vol. 10, no. 12, p. 439, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects10120439>. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6955951/> >. Acesso em: Mar. 20, 2024.

TELLO, J; FORNECK, A. Use of DNA Markers for Grape Phylloxera Population and Evolutionary Genetics: From RAPDs to SSRs and Beyond. **Insects**, v.10, p. 317, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects10100317>. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6835732/>>. Acesso em: Mar. 20, 2024.

YIN, L.; CLARCK, 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, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1093/jipm/pmz011>. Disponível em: < <https://academic.oup.com/jipm/article/10/1/16/5490144> >. Acesso em: Mar. 20,