

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL  
CAMPUS BENTO GONÇALVES

SUBSTÂNCIAS ALTERNATIVAS PARA O CONTROLE DO  
MÍLDIO (*Plasmopara viticola*) EM VIDEIRA

MARIANGELA DOS SANTOS

Bento Gonçalves, outubro de 2020

MARIANGELA DOS SANTOS

SUBSTÂNCIAS ALTERNATIVAS PARA O CONTROLE DO  
MÍLDIO (*Plasmopara viticola*) EM VIDEIRA

Trabalho de conclusão de curso apresentado junto ao Curso de Especialização em Viticultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Viticultura.

Orientador: Prof. Dr. Marcus André Kurtz  
Almança

Coorientador: Prof. Me. Luís Carlos Diel Rupp

Bento Gonçalves, outubro de 2020

MARIANGELA DOS SANTOS

SUBSTÂNCIAS ALTERNATIVAS PARA O CONTROLE DO  
MÍLDIO (*Plasmopara viticola*) EM VIDEIRA

Trabalho de conclusão de curso apresentado junto ao Curso de Especialização em Viticultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Viticultura.

Orientador: Prof. Dr. Marcus André Kurtz  
Almança  
Coorientador: Prof. Me. Luís Carlos Diel Rupp

Aprovada em outubro de 2020.

---

Prof. Dr. Marcus André Kurtz Almança – Orientador

---

Prof. Me. Luís Carlos Diel Rupp – IFRS – Campus Bento Gonçalves

---

Eng. Agrônomo, Me. Paulo Roberto Dullius – Cooperativa Agroindustrial Nova Aliança

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Marcus André Kurtz Almança, pela oportunidade, orientação, exemplo profissional e amizade. Obrigada pela confiança, paciência, ensinamentos acadêmicos e de vida e, por despertar o ‘desenvolvimento do pensar para a construção do saber’.

Ao professor Me. Luís Carlos Diel Rupp, pela coorientação, confiança, ensinamentos e amizade.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – *Campus* Bento Gonçalves, pela oportunidade de realizar o curso.

A todo o corpo docente e funcionários desta instituição, pelos ensinamentos transmitidos e experiências compartilhadas, fundamentais para a minha formação e crescimento profissional.

Aos funcionários da Estação Experimental do IFRS, em especial, Sr. Antônio Romagna, Jair Matias da Rosa e Genei Luis Bucco pela agradável convivência, conhecimentos práticos e assistência durante o curso.

A minha amiga e colega Jenniffer Schnitzer Ribeiro, por compartilhar os conhecimentos, exemplo profissional, companheirismo e auxílio fundamental nas atividades de campo. Esse trabalho é fruto do nosso esforço.

Aos estudantes de Agronomia, Laura Pouluk, Lucas Zuchi, Roberta Rech, Carlos Ferri e Gabriel Fontana, pelo auxílio nas atividades de campo.

A todos os colegas pelo companheirismo, apoio e amizade durante o curso.

A banca examinadora por compartilhar conhecimento e pelas contribuições.

A minha família, por todo o apoio e incentivo.

## RESUMO

A Serra Gaúcha é um dos principais pólos da vitivinicultura do Estado e tem se destacado na produção de vinhos finos de qualidade e espumantes. No entanto, as condições ambientais encontradas na região favorecem o desenvolvimento de doenças fúngicas, com destaque para o míldio da videira, causado pelo oomiceto *Plasmopara viticola*. O patógeno reduz a produtividade e a qualidade da uva, especialmente, de cultivares tradicionais europeias (*Vitis vinifera* L.), que são suscetíveis e requerem aplicações massivas de fungicidas para o controle da doença, resultando no aumento do custo de produção, além de oferecer uma série de riscos à saúde humana e desequilíbrio ambiental. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de produtos alternativos à base de extratos vegetais e fosfito de potássio, no controle de míldio em videira ‘Chardonnay’, cultivada em espaldeira na Serra Gaúcha. Foram testadas as substâncias: Extrato de *Reynoutria sachalinensis* (1,5 L ha<sup>-1</sup>); Extrato de *Melaleuca alternifolia* (1,5 L ha<sup>-1</sup>); Fosfito de Potássio (2 mL L<sup>-1</sup>); Extrato Pirolenhoso de Eucalipto (20 mL L<sup>-1</sup>); Extrato Pirolenhoso de Acácia (20 mL L<sup>-1</sup>) e mistura de Extrato Pirolenhoso de Eucalipto (20 mL L<sup>-1</sup>) + Extrato Pirolenhoso de Acácia (20 mL L<sup>-1</sup>), aplicadas semanalmente, a partir do início da floração, totalizando sete aplicações dos produtos. As avaliações da incidência e severidade do míldio em folhas e cachos da videira foram realizadas em quatro épocas, a partir do início do surgimento dos sintomas da doença. Os dados de severidade forneceram informações para o cálculo da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), assim como a plotagem das curvas de progresso da doença em relação ao tempo. Todas as substâncias estudadas reduziram a incidência e a severidade do míldio nas folhas e cachos da cultivar ‘Chardonnay’ em condições de campo, com exceção do extrato pirolenhoso de eucalipto utilizado isoladamente, que não reduziu a incidência da doença em cachos. De maneira geral, houve maior eficácia das substâncias na redução da severidade do que na incidência de míldio em folhas e cachos. Extrato de *Reynoutria sachalinensis* apresentou a maior redução da severidade do míldio em folhas, seguido pela *Melaleuca alternifolia* e fosfito de potássio, com índices de controle de 78,57; 71,75 e 71,23%, respectivamente. A mistura dos extratos pirolenhosos de eucalipto e acácia e o extrato de *Melaleuca alternifolia* apresentaram o menor progresso da doença e a maior redução da severidade média de míldio em cachos ao final do ciclo vegetativo da videira, com 74,8 e 74,5% de controle, respectivamente. Os resultados deste estudo permitem concluir que os extratos de *Melaleuca alternifolia*, *Reynoutria sachalinensis*, extratos pirolenhosos de eucalipto e acácia, bem como o fosfito de potássio podem ser uma alternativa para o manejo integrado do míldio da videira, promovendo a sustentabilidade da viticultura.

**Palavras-chave:** Míldio, *Plasmopara viticola*, videira, extratos vegetais, fosfitos.

## ABSTRACT

The Serra Gaúcha is one of the main centers of vitiviniculture in the Rio Grande do Sul state and has been excelling at the production of wines and sparkling wines. However, the environmental conditions found in the region favor the fungal diseases development, especially to downy mildew, caused by the oomycete *Plasmopara viticola*. The pathogen reduces the grape productivity and quality, especially of traditional European cultivars (*Vitis vinifera* L.), which are susceptible and require massive fungicides applications to control the disease, resulting in increased production costs, in addition to offering a series of risks to human health and environmental imbalance. The objective of this work was to evaluate the efficiency of alternative products based on plant extracts and potassium phosphite, in the control of downy mildew in 'Chardonnay' grapevine, cultivated in Serra Gaúcha subjected to vertical shoot positioning trellis. In this work, it was experienced substances: *Reynoutria sachalinensis* Extract (1.5 L ha<sup>-1</sup>); *Melaleuca alternifolia* Extract (1.5 L ha<sup>-1</sup>); Potassium Phosphite (2 mL L<sup>-1</sup>); *Eucalyptus* Pyroligneous Extract (20 mL L<sup>-1</sup>); *Acacia* Pyroligneous Extract (20 mL L<sup>-1</sup>) and mixture of *Eucalyptus* Pyroligneous Extract (20 mL L<sup>-1</sup>) + *Acacia* Pyroligneous Extract (20 mL L<sup>-1</sup>), applied weekly, from the beginning of flowering, totaling seven product applications. Assessments of downy mildew incidence and severity in grapevine's leaves and bunches were carried out in four seasons, from the onset of the disease's first symptoms. The severity data provided information for calculating the Area Under the Disease Progress Curve (AUDPC), as well as plotting the disease progress curves over time. All studied substances reduced the downy mildew incidence and severity in the leaves and bunches of the 'Chardonnay' cv. under field conditions, with the exception of the eucalyptus pyroligneous extract used alone, which did not reduce the disease incidence in bunches. In general, there was greater effectiveness of the substances in reducing the severity than in the downy mildew incidence in leaves and bunches. *Reynoutria sachalinensis* extract showed the greatest downy mildew severity reduction in leaves, followed by *Melaleuca alternifolia* and potassium phosphite, with control indexes of 78.57; 71.75 and 71.23%, respectively. The mixture of eucalyptus and acacia pyroligneous extracts and *Melaleuca alternifolia* extract showed the lowest disease progress and the greatest downy mildew average severity reduction in bunches at the end of the vegetative cycle, with 74.8 and 74.5% of control, respectively. The results of this study allow to conclude that the extracts of *Melaleuca alternifolia*, *Reynoutria sachalinensis*, eucalyptus and acacia pyroligneous extracts, as well as potassium phosphite can be an alternative for the grapevine downy mildew integrated management, improving the viticulture sustainability.

**Key-words:** Downy mildew, *Plasmopara viticola*, vine, plant extracts, phosphites.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Vista da área experimental instalada em vinhedo da cv. Chardonnay, na Estação Experimental IFRS, Bento Gonçalves - Safra 2019/2020..... 45
- Figura 2: Escala diagramática para quantificação da severidade do míldio em folhas de videira, proposta por Buffara et al., (2014) (Números são os percentuais da área foliar afetada)..... 47
- Figura 3: Escala diagramática para quantificação da severidade do míldio em cachos de uvas, proposta por Caffi et al., (2010). A severidade da doença é expressa como uma porcentagem da área preta (afetada) sobre a área total do cacho..... 48
- Figura 4: Temperaturas médias mensais de Bento Gonçalves-RS no período de setembro a dezembro de 2019. Dados registrados na Estação Automática do INMET - Instituto Nacional de Meteorologia), localizada na sede da Embrapa Uva e Vinho, em Bento Gonçalves-RS (Embrapa Uva e Vinho, 2020)..... 49
- Figura 5: Pluviosidade mensal, pluviosidade normal climatológica e umidade relativa média de Bento Gonçalves-RS no período de setembro a dezembro de 2019. Dados registrados na Estação Automática do INMET - Instituto Nacional de Meteorologia), localizada na sede da Embrapa Uva e Vinho, em Bento Gonçalves-RS (Embrapa Uva e Vinho, 2020)..... 50
- Figura 6: Folha de videira com sintomas e sinais de míldio (*Plasmopara viticola*). A) Parte adaxial apresentando manchas-de-óleo (ver setas). B) Parte abaxial apresentando esporangióforos e esporângios de cor branca e aspecto cotonoso – mofo branco (ver setas). C) Formação de áreas necrosadas. D) Amarelamento e necrose da folha. O experimento foi conduzido em nível de campo durante o período de outubro de 2019 a janeiro de 2020 ..... 51
- Figura 7: Evolução da incidência dos sintomas causados pelo fungo *Plasmopara viticola* em folhas de videira, cv. ‘Chardonnay’ (*Vitis vinifera*), submetidas a diferentes pulverizações de substâncias em teste, em condições de campo. Foram feitas 4 avaliações (conforme legendas), 10 folhas por planta em parcelas de 3 plantas por tratamento. Plantas foram pulverizadas a cada sete dias de intervalo. As plantas testemunhas foram deixadas sem tratamento. Concentrações dos tratamentos foram: Extrato *Reynoutria sachalinensis* 1,5 L ha<sup>-1</sup>; Extrato de *Melaleuca alternifolia* 1,5 L ha<sup>-1</sup>; Fosfito de Potássio 2 mL L<sup>-1</sup>; Extrato Pirolenhoso Eucalipto (EPE) 20 mL L<sup>-1</sup>; Extrato Pirolenhoso Acácia (EPA) 20 mL L<sup>-1</sup>; mistura de EPE 20 mL L<sup>-1</sup> + EPA 20 mL L<sup>-1</sup> ..... 52

Figura 8: Área abaixo da curva de progresso da doença de míldio e percentual de controle (valores nas caixas) em folhas de videira, cv. ‘Chardonnay’, submetidas a diferentes pulverizações de substâncias em teste, em condições de campo. Foram feitas 4 avaliações, 10 folhas por planta e 30 folhas por tratamento. Plantas foram pulverizadas a cada sete dias de intervalo. A) Testemunha x *Reynoutria sachalinensis* 1,5 L ha<sup>-1</sup>; B) Testemunha x *Melaleuca alternifolia* 1,5 L ha<sup>-1</sup>; C) Testemunha x Fosfito de Potássio 2 mL L<sup>-1</sup>; D) Testemunha x Extrato Pirolenhoso Eucalipto (EPE) 20 mL L<sup>-1</sup>; E) Testemunha x Extrato Pirolenhoso Acácia (EPA) 20 mL L<sup>-1</sup>; F) Testemunha x mistura de EPE 20 mL L<sup>-1</sup> + EPA 20 mL L<sup>-1</sup>. Avaliações foram feitas com base na escala diagramática de Buffara et al., (2014) e as AACPDs foram obtidas de acordo com a equação de Shaner & Finney (1977). Percentagens de controle foram estimadas pelo fator  $[1 - (x/y)]$ , onde ‘x’ corresponde à AACPD das plantas tratadas e ‘y’ à AACPD da testemunha sem controle..... 55

Figura 9: Cachos de videira, cv. Chardonnay, com sintomas de míldio. A) e B) Sintomas iniciais da doença (20/11/2019) em bagas desenvolvidas, tornando-as escuras e com depressões na superfície, sintoma denominado de ‘míldio larvado’. C) Evolução dos sintomas do míldio larvado, com bagas escuras e endurecidas destacando-se facilmente do cacho, em 09/12/2019, e D) em 06/01/2020. O experimento foi conduzido em nível de campo durante o período de outubro de 2019 a janeiro de 2020..... 60

Figura 10: Evolução da incidência dos sintomas causados pelo fungo *Plasmopara viticola* em cachos de videira, cv. ‘Chardonnay’ (*Vitis vinifera*), submetidas a diferentes pulverizações de substâncias em teste, em condições de campo. Foram feitas 4 avaliações (conforme legendas), 5 cachos por planta em parcelas de 3 plantas por tratamento. Plantas foram pulverizadas a cada sete dias de intervalo. As plantas testemunhas foram deixadas sem tratamento. Concentrações dos tratamentos foram: Extrato *Reynoutria sachalinensis* 1,5 L ha<sup>-1</sup>; Extrato de *Melaleuca alternifolia* 1,5 L ha<sup>-1</sup>; Fosfito de Potássio 2 mL L<sup>-1</sup>; Extrato Pirolenhoso Eucalipto (EPE) 20 mL L<sup>-1</sup>; Extrato Pirolenhoso Acácia (EPA) 20 mL L<sup>-1</sup>; mistura de EPE 20 mL L<sup>-1</sup> + EPA 20 mL L<sup>-1</sup>..... 61

Figura 11: Área abaixo da curva de progresso da doença de míldio e percentual de controle (valores nas caixas) em cachos de videira, cv. ‘Chardonnay’, submetidos a diferentes pulverizações de substâncias em teste, em condições de campo. Foram feitas 4 avaliações, 5 cachos por planta e 15 cachos por tratamento. Plantas foram pulverizadas a cada sete dias de intervalo. A) Testemunha x *Reynoutria sachalinensis* 1,5 L ha<sup>-1</sup>; B) Testemunha x *Melaleuca alternifolia* 1,5 L ha<sup>-1</sup>; C) Testemunha x Fosfito de Potássio 2 mL L<sup>-1</sup>; D) Testemunha x Extrato Pirolenhoso Eucalipto 20 mL L<sup>-1</sup>; E) Testemunha x Extrato Pirolenhoso Acácia 20 mL L<sup>-1</sup>; F) Testemunha x mistura de Extrato Pirolenhoso Eucalipto 20 mL L<sup>-1</sup> + Extrato Pirolenhoso Acácia 20 mL L<sup>-1</sup>. Avaliações foram feitas com base na escala diagramática proposta por Caffi & Rossi (2010) e as AACPDs foram obtidas de acordo com a equação de Shaner & Finney (1977). Percentagens de controle foram estimadas pelo fator  $[1 - (x/y)]$ , onde ‘x’ corresponde à AACPD das plantas tratadas e ‘y’ à AACPD da testemunha sem controle..... 64



Figura 12: Percentual de controle (valores nas caixas) de míldio em cachos de videira da cultivar Chardonnay tratados com as seguintes substâncias e doses: A) Testemunha (plantas que não foram pulverizadas); B) *Reynoutria sachalinensis* 1,5 L ha<sup>-1</sup>; C) *Melaleuca alternifolia* , 1,5 L ha<sup>-1</sup>; D) Fosfito de Potássio 2 mL L<sup>-1</sup>; E) Extrato Pirolenhoso Eucalipto 20 mL L<sup>-1</sup>; F) Extrato Pirolenhoso Acácia 20 mL L<sup>-1</sup>; G) mistura de Extrato Pirolenhoso Eucalipto 20 mL L<sup>-1</sup> + Extrato Pirolenhoso Acácia 20 mL L<sup>-1</sup>; H) comparação entre cacho com sintoma de míldio (H1) e podridões (H2). Percentagens de controle foram estimadas pelo fator  $[1 - (x/y)]$ , onde 'x' corresponde à severidade média das plantas tratadas e 'y' à severidade média da testemunha sem controle, em 06/01/2020. Dados de severidade média transformados para  $\sqrt{x}$ . Médias seguidas por letras distintas são significativamente diferentes, de acordo com o teste de Duncan (P < 0,05). O experimento foi conduzido em nível de campo durante o período de outubro de 2019 a janeiro de 2020..... 70

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1: Cronograma de pulverizações das substâncias em teste para o controle de míldio (*Plasmopara viticola*), em condições de campo. Estação Experimental IFRS, Bento Gonçalves - Safra 2019/2020..... 46
- Tabela 2: Efeito dos tratamentos na incidência de sintomas e na área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), utilizando dados de severidade de míldio nas folhas de videira cv. ‘Chardonnay’, em 06/01/2020, com os respectivos índices de controle. Estação Experimental IFRS, Bento Gonçalves - Safra 2019/2020..... 53
- Tabela 3: Efeito dos tratamentos na incidência de sintomas e na área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), utilizando dados de severidade de míldio nos cachos de videira cv. ‘Chardonnay’, em 06/01/2020, com os respectivos índices de controle. Estação Experimental IFRS, Bento Gonçalves - Safra 2019/2020..... 62

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	14
<b>2.1 Cultura da Videira</b> .....	14
<b>2.2 Cultivar Chardonnay (<i>Vitis vinifera</i> L.)</b> .....	16
<b>2.3 Doenças da Videira</b> .....	18
<b>2.4 Míldio da Videira (<i>Plasmopara viticola</i>)</b> .....	19
<b>2.5 Manejo do Míldio da Videira</b> .....	23
2.5.1 Controle Cultural .....	23
2.5.2 Controle Químico .....	25
2.5.3 Controle Físico .....	26
2.5.4 Controle Genético .....	28
2.5.5 Controle Alternativo .....	30
2.5.5.1 Fosfitos .....	30
2.5.5.2 Extratos de Plantas .....	32
2.5.5.2.1 Extrato Pirolenhoso .....	36
2.5.5.2.2 Extrato de <i>Reynoutria sachalinensis</i> .....	39
2.5.5.2.3 Extrato de <i>Melaleuca alternifolia</i> .....	41
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	44
<b>3.1 Local de Condução do Experimento e Tratamentos</b> .....	44
<b>3.2 Avaliação da Incidência, Severidade e Cálculo da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença</b> .....	46
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	49
<b>4.1 Dados Meteorológicos</b> .....	49
<b>4.2 Efeito de Diferentes Substâncias no Controle do Míldio nas Folhas da Cultivar Chardonnay em Nível de Campo</b> .....	50
<b>4.3 Efeito de Diferentes Substâncias no Controle do Míldio nos Cachos da Cultivar Chardonnay em Nível de Campo</b> .....	59
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	73
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	74

# 1 INTRODUÇÃO

A Serra Gaúcha é um dos principais pólos da vitivinicultura do Estado e se destaca para a produção de vinhos finos de qualidade e espumantes. No entanto, as condições ambientais encontradas na região Sul, favorecem o desenvolvimento de doenças fúngicas, dentre as quais se destaca o míldio da videira, causado pelo oomiceto *Plasmopara viticola*. Tais fatores reduzem a produtividade e a qualidade da uva, e dificultam, especialmente, o cultivo de cultivares tradicionais europeias (*Vitis vinifera* L.), que são suscetíveis e requerem aplicações preventivas e curativas massivas de fungicidas para o controle do patógeno.

No Brasil, o míldio é a doença de maior importância na cultura da uva, podendo causar perdas de até 100% na produção, quando não são utilizadas medidas de controle. Sua importância deve-se ao fato de que o cultivo de videira no Brasil é realizado predominantemente em regiões de alta umidade relativa do ar e temperaturas médias a altas, que são condições favoráveis ao desenvolvimento do patógeno (NAVES et al., 2012; ALMANÇA et al., 2015). Os maiores prejuízos causados pelo míldio estão relacionados à destruição total ou parcial das inflorescências e/ou frutos e à queda prematura das folhas. O desfolhamento precoce causa danos na produção do ano, além de poder afetar a produção futura, uma vez que enfraquece a planta (SÔNEGO et al., 2005).

Entre as estratégias de manejo da doença, o uso de variedades resistentes representa uma alternativa potencial para o controle do míldio da videira, embora essa abordagem seja restringida pelos limites da resistência natural (BUONASSISI et al., 2017). Atualmente, novas cultivares de videira resistentes a doenças fúngicas, como míldio, oídio e podridão-cinzenta, possuindo atributos agronômicos e características enológicas desejáveis, foram lançadas no mercado e, o aumento no seu uso permitiria benefícios significativos para os produtores orgânicos e convencionais, incluindo a redução do número de tratamentos com fungicidas por ciclo, aumento na produção de uvas e a redução dos custos de produção (PEDNEAULT; PROVOST, 2016).

Também, a adoção de algumas práticas culturais relacionadas ao manejo do vinhedo pode ajudar na diminuição da incidência e severidade da doença (FAJARDO, 2003; NAVAES et al., 2012). No entanto, algumas medidas preventivas não são práticas de serem executadas, nem suficientes para controle eficaz do míldio em condições favoráveis, sendo necessária a utilização do controle químico, pois o patógeno tem a capacidade de causar grandes danos em

um curto espaço de tempo (SÔNEGO et al., 2003). Esta estratégia de manejo resulta no aumento do custo de produção, além de oferecer uma série de riscos à saúde humana e desequilíbrio ambiental, comprometendo a sustentabilidade do sistema produtivo.

Com a utilização de variedades suscetíveis ao míldio (*V. vinifera*), clima favorável e a presença do patógeno no sul do Brasil, o uso repetido de fungicidas durante o período vegetativo torna-se uma estratégia de manejo inevitável para conter as epidemias. A necessidade de aplicações recorrentes de fungicidas levanta preocupações sobre a segurança ambiental, seja para protetores à base de cobre ou fungicidas mais modernos e promove o aparecimento de resistência a estes produtos (KORTEKAMP et al., 2008).

Diante desta problemática, o controle alternativo tem sido uma prática para a redução do uso de agrotóxicos no controle de pragas e doenças, visando menor impacto ao meio ambiente, ao ser humano, buscando também a redução de custos de produção em relação ao controle químico (MORAES, 1992; SILVA et al., 2005). Neste contexto, os fosfitos e os extratos de plantas estão sendo utilizados como substâncias alternativas no controle do míldio da videira com resultados promissores.

A literatura sobre os efeitos de produtos naturais, incluindo extratos de plantas, no controle de míldio em videira é escassa, provavelmente devido à complexidade de seu bioensaio, pois o patógeno é um biotrófico obrigatório. No entanto, o interesse em encontrar produtos eficazes de origem natural para controlar essa doença aumentou recentemente (ISLAM, 2016). Verificou-se que metabólitos secundários ou extratos de plantas não hospedeiras interferem e / ou inibem o desenvolvimento inicial de *P. viticola* em folhas de videira. Também foi demonstrado que a aplicação de alguns desses novos metabólitos exerce resistência sistêmica induzida em plantas ou inibe diretamente o crescimento do patógeno (GESSLER et al., 2011).

A hipótese é que substâncias a base de extratos de *Reynoutria sachalinensis*, *Melaleuca alternifolia*, extratos pirolenhosos de eucalipto e acácia, bem como o fosfito de potássio podem ser uma alternativa para o manejo integrado do míldio da videira.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de produtos alternativos à base de extratos vegetais e fosfito de potássio, no controle de míldio em videira.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Cultura da Videira

A uva é considerada a fruta de domesticação mais antiga de que se tem conhecimento, graças ao fato de muitas civilizações antigas terem deixado algum registro a ela relacionado. A principal razão desta popularidade se deve a um dos produtos dela derivados, o vinho, que faz da uva uma das frutas de maior produção mundial. A videira praticamente acompanhou o “nascimento” da civilização humana, foi se diversificando através de mutações somáticas ou por plantas originárias de sementes, adquirindo muitas formas e variações (SOUZA, 1996).

Durante o processo de domesticação, a biologia das plantas passou por mudanças drásticas para alcançar maior conteúdo de açúcar nos frutos, assegurando uma melhor fermentação, bem como, produções maiores e mais regulares. As mudanças no tamanho e forma de bagas e cachos, e de plantas dioicas à hermafroditas foram cruciais para a evolução até os tipos cultivados (THIS et al., 2006).

Taxonomicamente, a videira pertence à ordem Rhamnales, família Vitaceae ou Ampelidaceae que compreende 12 gêneros, porém o *Vitis* é o único gênero que apresenta importância econômica, social e histórica, abrangendo todas as videiras silvestres e cultivadas. Este gênero é dividido em duas seções, *Euvinis* ( $2n = 38$  cromossomos) e *Muscadinia* ( $2n = 40$  cromossomos), cujas espécies estão agrupadas de acordo com a morfologia e a origem geográfica (OLMO, 1995). O gênero *Vitis* é composto por mais de 60 espécies, cuja distribuição geográfica espontânea contempla os continentes asiático, europeu e americano. Em ambos os casos, Ásia e América, há uma grande diversidade genética, com espécies adaptadas a diferentes condições ambientais. No continente europeu ocorrem apenas duas espécies, *Vitis vinifera* e *Vitis silvestris*. Entre as espécies americanas, apenas três apresentam variedades cultivadas: *Vitis labrusca*, *Vitis bourquina* e *Vitis rotundifolia*. Nenhuma cultivar comercial pertence ao grupo das espécies asiáticas (CAMARGO, 2012).

A espécie mais cultivada no mundo é a *Vitis vinifera*, apresentando grande número de cultivares, tanto de uvas para vinho como também de uvas de mesa e de uvas para a produção de passas. As cultivares desta espécie também são conhecidas como uvas europeias ou uvas finas. A segunda espécie em importância pela área cultivada no mundo é a *Vitis labrusca*, com

apenas algumas dezenas de variedades cultivadas, sendo utilizadas para consumo in natura e para processamento, em especial para a elaboração de suco de uva. No entanto, em alguns países da América e da Ásia, também são elaborados vinhos com uvas labruscas. O cultivo de *Vitis bourquina* e de *Vitis rotundifolia* limita-se a poucas cultivares e está restrito a poucas zonas de cultivo. As cultivares destas espécies, assim como cultivares híbridas interespecíficas, são todas classificadas, no Brasil, como uvas comuns (CAMARGO, 2012).

A introdução da videira no Brasil foi realizada por Martim Afonso de Souza que trouxe as primeiras videiras de *V. vinifera* L. para a capitania de São Vicente, atual Estado de São Paulo, em 1532. No Rio Grande do Sul, as primeiras videiras foram introduzidas em 1626 pelos padres jesuítas e posteriormente cultivares de *V. vinifera* L. foram trazidas pelos imigrantes alemães e franceses. No entanto, entre 1830 e 1840, o que dinamizou a cultura da videira no Estado foi a introdução da variedade ‘Isabel’ (*Vitis labrusca* L.), de origem americana (MIELE; MIOLO; 2003). A facilidade de adaptação da cultivar ‘Isabel’ é uma característica das espécies americanas, pois, em comparação às cultivares viníferas européias, apresentam maior resistência a doenças fúngicas, proporcionadas por sua maior rusticidade (GIOVANNINI, 2001).

A viticultura gaúcha teve um grande impulso a partir de 1875 com a chegada dos imigrantes italianos na Serra Gaúcha, que trouxeram consigo castas européias, sobretudo da região do Veneto, além da cultura e tradição na produção e consumo de vinhos, estabelecendo os fundamentos da viticultura brasileira (LEÃO, 2010). Segundo Lavandoski et al. (2012), na Serra Gaúcha a vitivinicultura foi um importante meio de sustento das famílias de imigrantes italianos e também uma maneira de desenvolver e promover o crescimento econômico da região. Atualmente, a uva e o vinho são elementos de identificação cultural da comunidade perante turistas e visitantes.

A cultura da videira detém grande importância econômica mundial, presente em mais de 90 países (FAO, 2020), no entanto, apenas cinco deles concentram 50% da área mundial com vinhedos: Espanha, China, França, Itália e Turquia (OIV, 2019). Estima-se que no ano de 2018, a área mundial com videiras foi de aproximadamente 7,4 milhões de ha, com uma produção de 77,8 milhões de toneladas. Mundialmente, os países maiores produtores são a China, Itália, Estados Unidos, Espanha e França. O Brasil ocupa o décimo quinto lugar na produção mundial (OIV, 2019), com cerca de 1,6 milhões de toneladas na safra 2018, em uma área de aproximadamente 76 mil hectares (IBGE, 2019). A região Sul do Brasil se destaca como maior produtora de uvas, sendo que em 2018 representou 58,9% da produção nacional. Nessa

região o maior produtor é o Rio Grande do Sul, que produziu 822.689 toneladas em uma área de 47 mil hectares, respondendo, em 2018, por cerca de 51% e 62%, respectivamente, da produção e da área vitícola nacional. O Estado também responde por mais de 90% da produção total de vinhos e sucos de uva e cerca de 85% dos espumantes do país (MELLO, 2019).

A cadeia vitícola brasileira se caracteriza pela diversidade de segmentos, abrangendo uvas de mesa (consumo *in natura* e doces) e uvas para processamento (destinadas à elaboração de vinhos finos e de mesa, espumantes, sucos, destilados e vinagre), cada qual com suas peculiaridades ambientais, econômicas, sociais e de organização em cada polo de produção. Em função disso, a viticultura tem um grande impacto socioeconômico em decorrência da geração de emprego e renda que propicia. No Brasil aproximadamente 30.000 famílias tem a produção vitícola como principal atividade de geração de renda (ZANUS, 2015).

O setor vitivinícola brasileiro avançou significativamente nos últimos anos através da produção integrada de uvas finas de mesa, da definição das primeiras indicações geográficas para a produção de vinhos finos e da produção orgânica de uva, vinho e suco de uva (CAMARGO et al., 2011).

## **2.2 Cultivar Chardonnay (*Vitis vinifera* L.)**

A cultivar Chardonnay é originária da região da Borgonha, França, sendo responsável pela qualidade dos vinhos brancos elaborados nessa região, e está difundida nas principais áreas vitícolas do mundo (WOLPERT et al., 1994; FIDELIBUS et al., 2006; SWEET, 2007; ANDERSON et al., 2008). Na França, juntamente com a Pinot Noir e com a Pinot Meunier, compõe a estrutura varietal do champanhe. Estudos efetuados através de marcadores moleculares indicaram que a ‘Chardonnay’ seja originada de um cruzamento, provavelmente espontâneo, entre ‘Pinot noir’ e ‘Gouais blanc’, que corresponde a ancestrais comuns com ‘Aligoté’, ‘Gamay noir’ e ‘Melon’ (BOWERS et al., 1999). É cultivada com sucesso nos Estados Unidos (Califórnia), Austrália, Nova Zelândia, Itália, Portugal, Chile, Argentina, África do Sul e Brasil (MIELE; MIOLO, 2003).

Embora essa cultivar tenha sido introduzida no Brasil na década de 1930, na região de São Roque, em São Paulo, e no Rio Grande do Sul, por volta de 1948, foi somente na década de 1980 que ela adquiriu notoriedade na Serra Gaúcha, por meio da produção de vinho branco



fino e sua utilização como base para espumante. É uma casta de brotação precoce, sujeita a prejuízos causados por geadas tardias. Adapta-se bem às condições da Serra Gaúcha, com vigor e produtividade médios, atingindo boa graduação de açúcar em anos favoráveis (GUERRA et al., 2005).

Os cachos da Chardonnay são pequenos, cilindro-cônicos e às vezes alados, medianamente compactos, com bagas pequenas, quase esféricas, verde-amareladas, com polpa sucosa (SOUZA; MARTINS, 2002). É uma cultivar bastante homogênea. Produz vinhos de sabor tipicamente varietal, de cor amarela palha com reflexos dourados, apresentando aromas e perfumes delicados, justamente ácidos de bom teor alcoólico. Ótimo como base para espumantes. Quando vinificado em branco, pode assumir uma cor amarela palha (VCR, 2014). É um dos vinhos brancos que aceita e se beneficia da fermentação e/ou maturação em barris de carvalho. Os principais descritores aromáticos relacionados ao vinho varietal Chardonnay são descritores frutados (citrus, abacaxi, maracujá, maçã, pêsego e melão), baunilha e manteiga (MIELE; MIOLO, 2003).

Tendo em vista a participação da uva Chardonnay na qualidade do vinho branco fino e do espumante da Serra Gaúcha e a pouca disponibilidade de informação sobre o assunto, Rizzon e Miele (2009) avaliaram a composição físico-química desse vinho varietal, visando a formar um banco de dados e a estabelecer sua identidade varietal e caracterização da tipicidade regional. No estudo foram analisados 125 vinhos varietais Chardonnay provenientes de 28 vinícolas da Serra Gaúcha elaborados de 1998 a 2005. Os resultados mostram que o vinho Chardonnay da Serra Gaúcha caracteriza-se por apresentar teores relativamente elevados de álcool, extrato seco reduzido, cinzas, prolina e K, variáveis que atribuem estrutura e corpo ao vinho, e baixos de compostos voláteis, especialmente de álcoois superiores, que determinam a qualidade aromática desses vinhos.

Por ser uma uva fina, da espécie *Vitis vinifera*, exige muitos cuidados desde a brotação até a colheita. É durante o período de maturação, no entanto, que as preocupações são maiores. As uvas só amadurecem por completo se houver elevada insolação e as chuvas forem escassas, restringindo a quantidade de água no solo. A baixa umidade do ar também é fundamental, pois evita o desenvolvimento de fungos que causam a podridão dos cachos, como é o caso da *Botrytis cinerea* e da *Glomerella cingulata* (ZANUS, 2005). Na Serra Gaúcha a necessidade de horas de frio (HF,  $T \leq 7,2^\circ\text{C}$ ) da cultivar Chardonnay é baixa, sendo aproximadamente 150 HF (DOS SANTOS et al., 2011). A sua brotação inicia nos últimos dez dias do mês de agosto, o período

de floração ocorre no início de outubro e a colheita ocorre nos últimos dez dias de janeiro (TONIETTO et al., 2012).

Dentre as cultivares viníferas brancas cultivadas no Rio Grande do Sul, a Chardonnay destaca-se pelo aumento elevado na área plantada nos últimos vinte anos, passando de 253 ha, em 1996 para 1.011 ha, em 2015, ano em que a sua produção foi de 7.410 toneladas. É a vinífera branca mais plantada do Estado (DE MELLO; MACHADO, 2017).

### **2.3 Doenças da Videira**

No cultivo da videira as doenças constituem um dos fatores mais limitantes, afetando a produtividade das plantas e a qualidade da uva. Estas doenças podem ser causadas por bactérias, fungos e vírus. As principais doenças causadas por bactérias são: cancro-bacteriano e ‘mal de Pierce’. Já, as causadas por fungos são: míldio, oídio, antracnose, ferrugem, mancha das folhas, podridão amarga, podridão da uva madura, fusariose, mofo cinzento, podridão seca e declínio. As viroses são: enrolamento da folha, complexo do lenho rugoso, mosaico da videira Traviú, mosaico das nervuras e necrose das nervuras (AMORIM; SPÓSITO; KUNIYUKI, 2016). No Brasil, as principais doenças da videira são míldio, oídio, antracnose, escoriose, podridões de cacho, cancro-bacteriano e as doenças de tronco, tais como: fusariose, esca, Petri, pé-preto, podridões-descendentes e eutipiose (ALMANÇA et al., 2015).

Os fungos estão entre os principais organismos causadores de doenças na videira, variando sua importância com a região geográfica e a resistência varietal. Em regiões onde estas infecções são favorecidas, a proteção de cultivos e insumos pode atingir em torno de 30% do custo de produção da uva, influenciando diretamente na rentabilidade da atividade. O ambiente apresenta um papel fundamental no desenvolvimento das doenças. Nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil, o míldio e as podridões de cacho ganham mais importância em função da condição de maior precipitação, principalmente no período vegetativo da cultura. Em contrapartida, na Região Nordeste, o oídio é favorecido por condições de clima mais seco, e o cancro-bacteriano, por condições de temperatura mais alta (SÔNEGO et al., 2005; ALMANÇA et al., 2015).

As tecnologias disponíveis para o controle destas doenças ainda estão fortemente embasadas no uso de agrotóxicos, muitas vezes utilizados de forma indiscriminada, promovendo o surgimento de raças mais agressivas de patógenos, aumentando os riscos de

intoxicação dos trabalhadores e contaminação do ambiente e, elevando os níveis de resíduos químicos indesejáveis nos produtos da videira (CAVALCANTI; GARRIDO, 2015; NAVES; GARRIDO; FAJARDO, 2012). No entanto, a adoção de práticas de Manejo Integrado de Pragas e Doenças (MIP), que consiste no emprego de vários métodos de controle, vêm crescendo entre os viticultores, bem como sua aprovação pelo mercado, vindo ao encontro da necessidade de se produzir de forma sustentável, melhorar a eficiência do manejo de doenças e reduzir o impacto ambiental.

#### **2.4 Míldio da Videira (*Plasmopara viticola*)**

O míldio é considerado a doença mais importante e destrutiva da videira (NOGUEIRA et al., 2017) e ocorre em regiões onde o clima quente e úmido predomina durante o crescimento vegetativo da cultura (GARRIDO; GAVA, 2014). É causado pelo pseudofungo *Plasmopara viticola* (Berk & Curtis) Berl. & De Toni, um oomiceto originário da América do Norte, onde sempre ocorreu em espécies selvagens de *Vitis*. Foi observado pela primeira vez na Europa em 1878, onde provavelmente foi introduzido através de estacas de uvas americanas usadas para replantar os vinhedos franceses destruídos pela filoxera. A partir daí a doença se disseminou para outros países europeus causando epidemias com danos graves à viticultura nos anos onde as condições climáticas foram favoráveis e ainda não haviam medidas de controle suficientes (GESSLER et al., 2011). O patógeno contribuiu historicamente para a descoberta da calda bordalesa em 1882. Atualmente *P. viticola* apresenta ampla distribuição mundial, infectando principalmente variedades suscetíveis de *V. vinifera*. Sua introdução no Brasil ocorreu conjuntamente com a introdução das videiras americanas em São Paulo (GARRIDO e SÔNEGO, 2002).

O míldio é a doença de maior importância no Brasil, podendo causar perdas de até 100% na produção, quando não são utilizadas medidas de controle. Sua importância deve-se ao fato de que o cultivo de videira no Brasil é realizado predominantemente em regiões de alta umidade relativa do ar e temperaturas médias a altas, que são condições favoráveis ao desenvolvimento do patógeno (NAVES et al., 2012; ALMANÇA et al., 2015). Todas as partes verdes da planta são suscetíveis à infecção deste fungo, sendo o período de pré-floração até o início da maturação da uva os estádios críticos para o desenvolvimento da doença (SÔNEGO et al., 2003). Os maiores prejuízos causados pelo míldio estão relacionados à destruição total ou parcial das

inflorescências e/ou frutos e à queda prematura das folhas. O desfolhamento precoce causa danos na produção do ano, além de poder afetar a produção futura, uma vez que enfraquece a planta (SÔNEGO et al., 2005).

*P. viticola* é biotrófico e necessita de tecidos verdes da videira para a reprodução. Em regiões de clima temperado, as primeiras infecções deste patógeno são oriundas de esporos de origem sexuada que atuam como estruturas de resistência, denominados oósporos. Formados no final do verão e durante o outono, passam o inverno nos restos culturais (geralmente no solo) até o final do inverno e início da primavera. Esses oósporos tornam-se maduros e germinam quando as condições se tornam favoráveis, em solo encharcado e temperatura superior a 11°C, produzindo macrosporângios que liberam os zoósporos, esporos assexuais que possuem mobilidade devido a presença de flagelos. Essas estruturas são transportadas até a parte aérea da planta pelos respingos da chuva e do vento, uma vez que possuem a capacidade de nadar em água livre e chegar até os tecidos verdes e estômatos de folhas de videira, causando as infecções primárias. (GESSLER et al., 2011; GUBLER et al., 2013; SÔNEGO et al., 2005).

O sucesso desse patógeno pode ser atribuído em parte à velocidade de sua diferenciação assexuada para gerar zoósporos que visam os estômatos das folhas de videira através de filmes de água. Os zoósporos móveis biflagelados, que são liberados a partir de esporângios aéreos, são guiados por pistas do hospedeiro para localizar os estômatos, onde eles então cistam e germinam, formando tubos germinativos que penetram a superfície foliar através dos estômatos (ISLAM; VON TIEDEMANN, 2008; GESSLER et al., 2011). Portanto, a liberação de zoósporos dos esporângios (zoosporogênese), que nadam em direção aos estômatos, são estágios críticos para os ciclos da doença causada pelo fitopatógeno. Qualquer interrupção da zoosporogênese ou da motilidade dos zoósporos diminui acentuadamente o potencial de patogênese (ISLAM; VON TIEDEMANN; LAATSCH, 2011).

Desde os estudos de Baldacci, em 1947, a precipitação tem sido reconhecida como um fator-chave para a infecção primária de míldio, através da regra amplamente conhecida como “os três 10” , ou seja: a infecção requer a ocorrência simultânea das seguintes condições: temperatura do ar  $\geq 10$  ° C, brotações com pelo menos 10 cm de comprimento (presença de folhas com 6 a 8 cm<sup>2</sup> de área) e um mínimo de 10 mm de precipitação em 24 a 48 h. A chuva desempenha vários papéis na infecção primária por *P. viticola*: fornece umidade para germinação de oósporos; molhamento da superfície do solo para facilitar a liberação dos zoósporos (a partir dos esporângios) e sua sobrevivência; molhamento da superfície da planta para permitir a infecção e dispersão do zoósporos do chão para a planta pelos respingos da

chuva. Em relação ao papel da chuva na dispersão do inóculo primário (zoósporos) de *P. viticola*, observou-se que a severidade da infecção não está relacionada à quantidade ou intensidade da chuva e, que qualquer chuva pode transportar o inóculo do solo para as folhas (ROSSI; CAFFI, 2012).

A partir dessas infecções primárias, em condições climáticas favoráveis, como alta umidade e temperaturas acima de 11°C, desenvolvem-se os ciclos sucessivos (ciclos secundários) da doença durante o período vegetativo da videira (SÔNEGO et al., 2005). As condições ótimas para a ocorrência da infecção se dão pela combinação de temperaturas entre 18 °C e 25 °C e acúmulo de água livre sobre as folhas da planta (NAVES et al., 2005). No Rio Grande do Sul estas condições climáticas são extremamente frequentes com chuvas entre 1000 mm e 1200 mm nos meses de setembro a março e temperatura média oscilando de 16 °C a 22 °C, tornando favorável o aparecimento da doença (SÔNEGO et al., 2003).

Segundo Sônego et al. (2005), a chuva é o principal fator epidemiológico. Dificilmente ocorre infecção se a umidade do ar for inferior a 75%. A temperatura potencializa ou não o desenvolvimento da doença, sendo que a infecção pode ocorrer em temperaturas de 6 a 25°C, com condição ótima entre 18 e 22°C. De acordo com o estudo de Angelotti et al. (2012), 2 horas de molhamento foliar são suficientes para que ocorra a infecção, confirmando a necessidade de água livre para o estabelecimento do patógeno no hospedeiro. O aumento do número de horas de molhamento foliar não aumenta a severidade da doença. No entanto, a temperatura de 25 °C e período de molhamento a partir de 2 horas propiciam maiores níveis de severidade. A temperatura durante a colonização influencia a duração do período latente. Dentre os fatores climáticos, a temperatura e o molhamento foliar são os principais determinantes no processo de infecção do míldio da videira.

O período de incubação dura de quatro a seis dias, em condições ótimas de temperatura de 22 °C a 25 °C, mas pode variar de quatro a dezoito dias, diminuindo com o aumento da umidade do ar e da temperatura até 25° C. A esporulação ocorre em 10 horas, com 98% de umidade relativa do ar e temperatura de 25 °C, no entanto, ela não é observada quando a umidade estiver abaixo de 70% (SÔNEGO et al., 2005; GESLLER et al., 2011).

Unger et al. (2007) observaram a formação de haustórios em cultivar suscetível de videira, algumas horas após a inoculação com *P. viticola* e, após três dias, os espaços intercelulares foram totalmente preenchidos com micélio, resultando em esporulação abundante na face inferior das folhas, quando colocadas em condições favoráveis. Estudos mostraram que

o processo de infecção com *P. viticola* inicia com a formação de haustórios e hifas alongadas que invadem o espaço do mesófilo em até 24 horas após a inoculação com o patógeno tanto em cultivares resistentes, quanto em suscetíveis (DIEZ-NAVAJAS et al., 2008; UNGER et al., 2007). A infecção de *P. viticola* nas videiras ocorre quando os zoósporos do patógeno formam tubos germinativos nos estômatos e depois desenvolvem vesículas subestomáticas com hifas primárias. As hifas de *P. viticola* se estendem aos espaços intercelulares do parênquima esponjoso, onde desenvolvem uma extensa rede micelial, formando haustórios que podem penetrar nas paredes celulares do hospedeiro (BURRUANO, 2000).

Em noites com temperaturas acima de 13 °C e alta UR do ar, o pseudofungo produz sinais esbranquiçados, aflorando dos estômatos, estruturas conhecidas como esporangióforos contendo esporângios, que são estruturas de dispersão. Estas estruturas são disseminadas pelo vento e por respingos de chuva. Havendo condições favoráveis, mínimo de 98% de UR do ar e 4 horas de escuro, ocorrem infecções secundárias em folhas, brotações, inflorescências e bagas. (GESSLER et al., 2011; GUBLER et al., 2013). Os principais problemas ocorrem quando um inverno úmido é seguido de uma primavera com as mesmas condições e de verão chuvoso, sendo que, em ambientes favoráveis, o patógeno pode completar seu ciclo em apenas quatro dias. (SÔNEGO et al., 2005).

Os sintomas do míldio ocorrem em todos os órgãos verdes da planta. Na face adaxial das folhas inicialmente aparecem manchas amareladas, translúcidas contra o sol, causadas pelo encharcamento do mesófilo, sintoma conhecido como “mancha de óleo”. Na presença de alta umidade, na face abaxial da folha, sob a mancha de óleo observa-se uma eflorescência branca, que são as estruturas de frutificação do fungo, denominada “mancha branca” ou “mancha mofo”. Com o desenvolvimento da doença, essas manchas evoluem para necroses de coloração marrom avermelhada, causando a morte completa do tecido. Folhas severamente infectadas geralmente caem precocemente, o que reduz o acúmulo de açúcar nos frutos e pode comprometer a próxima produção (AMORIM et al., 2016; SÔNEGO et al., 2005).

Os cachos podem ser afetados desde a floração até as bagas em estágio de grão chumbinho. Quando o míldio da videira se desenvolve na inflorescência, estas estruturas adquirem aspecto de gancho. Se o ataque ocorrer na floração, as inflorescências irão secar e, posteriormente, cair. No caso de atingir bagas novas, o pseudofungo poderá adentrar diretamente pelos estômatos ou pelo pedicelo destas, sendo que em condições de elevada umidade relativa do ar, as bagas afetadas apresentarão sua superfície recoberta pelas frutificações do patógeno, secando posteriormente. Se a doença atingir as bagas mais

desenvolvidas, a penetração do patógeno será pelo pedicelo, desenvolvendo-se no interior destas que murcham e tornam-se escuras e endurecidas, com depressões na superfície, destacando-se facilmente do cacho. Nesta fase, não há formação de estruturas do fungo na superfície, e a doença é conhecida comumente por “míldio larvado”. Quando a infecção ocorre nos ramos novos, os entrenós tornam-se escurecidos (SÔNEGO et al., 2005).

## **2.5 Manejo do Míldio da Videira**

### **2.5.1 Controle Cultural**

As medidas de controle do míldio da videira baseiam-se, principalmente, na utilização de cultivares resistentes e na proteção química, porém a adoção de algumas práticas culturais relacionadas ao manejo do vinhedo pode ajudar na diminuição da incidência e severidade da doença. Algumas dessas práticas consistem: na escolha do local adequado para a instalação do vinhedo, evitando-se áreas de baixadas ou com face sul; áreas com boa drenagem do solo; adubação equilibrada, evitando o excesso de nitrogênio; medidas que melhorem a aeração da copa, incluindo espaçamento e densidade adequados, boa disposição espacial dos ramos sobre o aramado e poda verde (desbrota, desfolha, desponte), a fim de facilitar a penetração da luz solar e diminuir o período de molhamento foliar (FAJARDO, 2003; NAVAES et al., 2012).

A utilização de práticas culturais no controle de doenças de plantas ocupa um papel muito importante, pois além de reduzir o uso de fungicidas, diminuindo os custos de produção, práticas como a desfolha e a desbrota propiciam melhor insolação e arejamento do vinhedo, criando condições menos favoráveis ao desenvolvimento de fungos que necessitam de umidade para se desenvolver, e melhorando a ação e eficácia destes produtos; não apresenta riscos de intoxicação ao homem e de contaminação do meio ambiente (SÔNEGO, 2000). Muitas dessas práticas fazem parte do manejo do dossel vegetativo e podem alterar benéficamente o microclima ao redor da videira. Nas últimas duas décadas, avanços no design de vinhedos, sistemas de sustentação e condução, e práticas de manejo do dossel melhoraram drasticamente a produtividade das uvas para vinho e a qualidade das frutas no sul do Brasil (MANDELLI et al., 2008; MIELE et al., 2009; WÜRZ et al., 2017; WÜRZ et al., 2018).

As principais doenças da videira, tem ocorrência associada as condições climáticas de temperatura, umidade e luminosidade, portanto são afetadas pelos diferentes microclimas

proporcionados pelos diferentes sistemas de condução e poda utilizados nos vinhedos. Desse modo, os sistemas de sustentação podem afetar o microclima e o desenvolvimento subsequente de doenças, promovendo efeitos diferentes sobre as cultivares de videira, devido às características fenotípicas de cada genótipo. Deste modo, é importante a escolha de um sistema de sustentação adequado a cultivar no momento da implantação do vinhedo, buscando reduzir a severidade das doenças e as suas conseqüentes perdas (ZAHAVI, et al., 2001; AUSTIN; WILCOX, 2011; CALONNEC et al. 2013).

O uso do sistema de sustentação em espaldeira (VSP) proporcionou menor intensidade de míldio em folha e de podridão cinzenta (*Botrytis cinerea*) em cacho da cv. 'Cabernet Sauvignon' em relação ao sistema de sustentação em ypsilon (Y) em São Joaquim-SC (DE BEM et al., 2015). Portanto, subentende-se que há uma alteração no microclima dos vinhedos conduzidos nos diferentes sistemas de sustentação. Como o ypsilon (Y) é um sistema com dossel vegetativo mais denso, exige uma maior interferência nas plantas, como poda verde (desfolha, desbrote e desponete) e seleção de ramos. Essas práticas de manejo são fundamentais para um controle fitossanitário adequado.

De Bem et al. (2016) observaram uma redução significativa na severidade do míldio nas cvs. 'Cabernet Sauvignon' e 'Merlot', conduzidas em espaldeira (VSP), em relação aos sistemas cortina dupla de Genebra (GDC), cortina simples (SC) e latada descontínua (T), em Lages-SC. Além disso, a cv. 'Merlot' apresentou área abaixo da curva de progresso da incidência e da severidade significativamente menor que a cv. 'Cabernet Sauvignon'. O manejo da copa adotado em sistemas de sustentação com dosséis vegetativos mais ou menos densos e as condições climáticas específicas de cada ciclo interferem diretamente no desenvolvimento de patógenos como *Plasmopara viticola*. Conjuntamente, os resultados dos dois estudos sugerem que o sistema de sustentação espaldeira deve ser recomendado para a produção de uvas viníferas visando reduzir o míldio nas regiões de altitude do sul do Brasil.

O controle do míldio é altamente beneficiado por práticas de manejo que reduzam a densidade da copa, promovendo a ventilação e aumentando a deposição das pulverizações com fungicidas, visto que essa doença é fortemente dependente de aplicações desses produtos nos locais onde variedades suscetíveis são cultivadas (WILCOX, 2014). No entanto, nem todas estas medidas preventivas são práticas de serem executadas, nem suficientes para controle eficaz do míldio em condições favoráveis, sendo necessária a utilização do controle químico. Segundo Sônego et al. (2003), a capacidade do patógeno causar grandes danos em um curto espaço de tempo, torna o uso de fungicidas a melhor ferramenta de controle da doença.



### 2.5.2 Controle Químico

O controle químico é fundamentado na utilização de fungicidas. O sucesso deste método de controle depende da escolha adequada do produto, bem como a sua dose, do momento e método da aplicação, do conhecimento do organismo e da qualidade da aplicação (SÔNEGO et al., 2003). Na escolha do fungicida deve-se considerar o custo, a disponibilidade, o espectro de ação do produto, a toxicidade, o período de carência e o manejo da resistência do patógeno aos produtos (NAVES et al., 2012).

O monitoramento das condições favoráveis ao desenvolvimento das infecções primárias é fundamental, para evitar aplicações desnecessárias. Estas condições são atingidas na fase inicial do ciclo, quando as brotações apresentam pelo menos 10 cm de comprimento, as temperaturas médias são superiores a 10 °C e ocorrem precipitações superiores a 10 mm, sendo recomendável a aplicação de fungicidas (SÔNEGO et al., 2003).

Os fungicidas registrados para o controle do míldio podem ter ação protetora ou de contato, ação de profundidade ou ação sistêmica. Os princípios ativos de contato são: o oxiclureto de cobre, hidróxido de cobre, sulfato de cobre, a captana, a ditianona, o folpete, o mancozebe e o clorotalonil. Esses princípios ativos podem compor outros produtos juntamente com princípios ativos mesostêmicos ou translaminares ou sistêmicos. Como exemplo de princípios ativos mesostêmicos ou translaminares têm-se o cimoxanil (que, na videira, somente tem registro com outros princípios ativos), o dimetomorfe e Benthiavaliacarbe + Clorotalonil. Já como sistêmicos, têm-se como exemplos os princípios ativos metalaxil e benalaxil (que, na videira, somente tem registro com outros princípios ativos), fosetil-Al, tiofanato metílico e azoxistrobina (BRASIL, 2019).

As aplicações iniciam com o aparecimento dos primeiros sintomas (mancha de óleo), ou no estágio 09 (duas a três folhas separadas), e devem ser repetidas sempre que houver condições favoráveis. O período crítico vai do estágio 17 (inflorescência totalmente desenvolvida; flores separadas) até o estágio 31 (bagas tamanho ervilha), de acordo com a escala diagramática descrita por Eichhorn e Lorenz (1984). Nesta fase, deve-se proteger as plantas com fungicidas sistêmicos ou de profundidade, com intervalo de aplicações de oito a dez dias. Recomenda-se no máximo de duas a três aplicações de cada princípio ativo, visando evitar o surgimento de resistência do patógeno a estes fungicidas. Os tratamentos com

fungicidas de contato podem ser realizados em intervalos de sete a oito dias, porém caso ocorra chuva após a aplicação, é necessário repeti-la. Deve-se evitar a aplicação de fungicidas cúpricos durante a fase de floração, porque o cobre pode causar fitotoxicidade às flores e na brotação nova, principalmente com tempo frio e úmido. Nas safras em que a incidência da doença se mostra muito severa, deve-se pulverizar após a colheita para reduzir o inóculo e proteger a folhagem, mantendo-a por mais tempo na planta (SÔNEGO et al., 2005).

Nos climas úmidos, tanto nas Américas como na Europa, o controle do míldio é baseado principalmente na aplicação de fungicidas (CADLE-DAVIDSON, 2008; CAFFI et al., 2010). Com a utilização de variedades suscetíveis ao míldio (*V. vinifera*), clima favorável e a presença do patógeno no sul do Brasil, o uso repetido de fungicidas durante o período vegetativo torna-se uma estratégia de manejo inevitável para conter as epidemias. A necessidade de aplicações recorrentes de fungicidas levanta preocupações sobre a segurança ambiental, seja para protetores à base de cobre ou fungicidas mais modernos, que promovem o aparecimento de resistência a estes produtos (KORTEKAMP et al., 2008).

No Brasil são necessárias diversas aplicações de fungicidas para o controle do míldio (CZERMAINSKI; SÔNEGO, 2004). Produtos à base de cymoxanil + mancozeb e metalaxil + mancozeb e dithianona, foram os mais eficazes no controle da doença na cv. ‘Tannat’, muito suscetível ao míldio, independentemente das condições climáticas observadas nos dois anos de avaliação. Os princípios ativos cúpricos – oxiclureto de cobre, isolado ou combinado com mancozeb, e sulfato de cobre – não foram eficazes para controlar o míldio nos cachos sob condições climáticas favoráveis à doença.

No cultivo convencional de uvas *Vitis vinifera* no Rio Grande do Sul, são realizadas, em média, 14 pulverizações com fungicidas (DE MELLO et al., 1992), sendo que 8 a 10 são efetuadas para o controle do míldio (MENDES, 2002). Em diversas regiões do Brasil, de forma corrente, os produtores realizam pulverizações semanais (método por calendário) com a intenção de garantir a produção, mesmo onde, em determinadas situações, pode não existir a real necessidade de aplicação de fungicidas (CHAVARRIA et al., 2007).

### **2.5.3 Controle Físico**

O uso de cobertura plástica sobre vinhedos pode diminuir a incidência de doenças fúngicas em regiões que apresentam excesso de chuvas no desenvolvimento e na maturação dos

frutos, porque ocasiona modificações no microclima junto às videiras, que também propiciam condições favoráveis ao crescimento e incremento da produtividade (CHAVARRIA; SANTOS, 2009). Segundo Cardoso et al. (2008), a cobertura plástica de videiras reduz em um terço a demanda evaporativa atmosférica. Essa redução é decorrente, sobretudo, da atenuação da velocidade do vento em 90% e da redução em 33% da disponibilidade de radiação fotossinteticamente ativa incidente sobre o dossel vegetativo.

O emprego dessa técnica de cultivo é uma alternativa válida para a minimização do molhamento da parte aérea da videira causado pela chuva, e reduz a ocorrência e severidade do míldio, permitindo reduzir o número de pulverizações de fungicidas em até 75% em relação à tela antigranizo na cultivar de uva de mesa ‘BRS Clara’ no Paraná (GENTA et al., 2010). De modo semelhante, Yamamoto et al. (2012) obtiveram redução de 80% no número de aplicações de fungicidas para o controle de míldio na safra fora de época, sem alterar as características produtivas da uva ‘BRS Clara’.

No Rio Grande do Sul, Chavarria et al. (2007) atingiram redução de, aproximadamente, 90,0% no número de aplicações em uvas da cultivar ‘Moscatto Giallo’ com cobertura plástica. Em um estudo semelhante, Almança et al. (2017) obtiveram redução do número de aplicações e do custo com fungicidas para o controle de doenças de 78,94% e 91,62%, respectivamente, comparada com área descoberta da cv. ‘Cabernet Sauvignon’. Segundo os autores, os critérios “umedecimento das folhas” e “observação da presença de sintomas” são eficientes para a tomada de decisão quanto à aplicação de fungicidas em vinhedos neste sistema, impactando na redução de custos. Além disso, este manejo pode proporcionar um menor contato com produtos químicos durante a safra e auxiliar na redução dos resíduos químicos no ambiente e no produto colhido.

A cobertura plástica aumenta a temperatura diurna próxima ao dossel vegetativo, não influencia na umidade relativa do ar, diminui a radiação fotossinteticamente ativa e a velocidade do vento e restringe drasticamente a água livre sobre as folhas e cachos. Nessas condições, o cultivo protegido não permite o estabelecimento de míldio e diminui a incidência e a severidade de podridões de cacho, devido à alteração microclimática (CHAVARRIA et al., 2007). Em contrapartida, o acúmulo residual de fungicidas é maior no cultivo protegido comparado ao convencional, possivelmente relacionado à restrição de molhamento e de radiação solar, de forma que o manejo fitossanitário deve ser diferenciado e restrito em relação ao cultivo convencional (CHAVARRIA et al., 2007).

#### 2.5.4 Controle Genético

A utilização da resistência genética é a estratégia mais eficiente no controle de doenças de plantas, apresentando como vantagem a redução dos riscos de contaminação do homem e do meio ambiente, causados pelo uso de fungicidas e, conseqüentemente, a redução dos custos de produção, que muitas vezes é elevado devido ao uso destes insumos (LESTER, 1986). *Plasmopara viticola* atualmente é controlado com repetidas aplicações de fungicidas que levam à poluição ambiental, desenvolvimento de cepas resistentes, toxicidade residual e pressão de patógenos. O uso de variedades resistentes, obtidas por meio de programas de melhoramento, representa uma alternativa potencial para o controle do míldio da videira, embora essa abordagem seja restringida pelos limites da resistência natural (BUONASSISI et al., 2017).

A preocupação crescente com o meio ambiente, com a saúde pública, a qualidade de vida do consumidor e a expansão competitiva dos mercados agrícolas vêm motivando os produtores a aperfeiçoar as práticas culturais utilizando menos fungicidas e sempre buscando a utilização de cultivares resistentes. Uma das formas mais eficientes para o controle de doenças de plantas, tem sido a seleção de fontes de resistência e a transferência desta resistência para variedades comercialmente aceitas (LEÃO; BORGES 2009).

O melhoramento da videira para obtenção de novas cultivares de mesa, vinho, suco e passas, bem como porta-enxertos, é tradicionalmente realizado por países como Estados Unidos, Alemanha, França, Hungria, África do Sul, Austrália e Brasil, entre outros. Os principais objetivos desses programas são o desenvolvimento de cultivares adaptadas às condições ambientais de regiões específicas, apresentando altos rendimentos, resistência a doenças e pragas e que atendam aos requisitos de qualidade do mercado (CAMARGO; RITSCHHEL, 2008). No Brasil, se destaca o programa de melhoramento da Embrapa Uva e Vinho, denominado “Uvas do Brasil”, voltado para a obtenção de cultivares para vinho, suco e mesa, especialmente adaptadas às diferentes condições edafoclimáticas brasileiras. Este programa tem sido responsável pelo desenvolvimento de diversas cultivares resistentes a míldio, dentre elas a ‘BRS Lorena’ e ‘BRS Bibiana’ (híbridas) para a elaboração de vinho, ‘BRS Carmem’ e ‘BRS Cora’ para suco, e mais recentemente a ‘BRS Vitória’ e ‘BRS Isis’ para mesa (EMBRAPA UVA E VINHO, 2009).

Há uma grande variabilidade no material genético utilizado na viticultura nacional. São mais de 120 cultivares de *Vitis vinifera* e mais de 40 cultivares de uvas americanas, incluindo castas de *Vitis labrusca*, *Vitis bourquina* e de híbridas interespecíficas (CAMARGO et al., 2011). Em regiões de elevada precipitação pluviométrica tal como a região da Serra Gaúcha, principal produtora de uvas do Brasil, o míldio é uma das principais doenças de importância econômica. Neste tipo de condição ambiental, as cultivares *Vitis vinifera* são mais suscetíveis à doença do que as chamadas “uvas americanas” (*Vitis labrusca*).

O grau de resistência ou tolerância a doenças entre as cultivares de videira desenvolvidas pelos programas de melhoramento pode variar consideravelmente. Diferentes níveis de resistência também podem ser devido a diferentes raças de patógenos, severidade da doença ou diferenças ecológicas locais. Além disso, a severidade das doenças varia de ano para ano, dependendo principalmente das condições climáticas, da presença de inóculo (histórico da doença) e suscetibilidade das videiras (CARISSE et al., 2006; CADLE-DAVIDSON, 2008). As variedades de uva e espécies de *Vitis* são classificadas de acordo com seu grau de resistência à *Plasmopara viticola* utilizando o descritor 452 da lista de descritores da OIV (Organização Internacional da Vinha e do Vinho), cujas classes variam entre 1 (resistência muito baixa), 3 (resistência baixa), 5 (resistência média), 7 (resistência elevada) e 9 (resistência muito elevada) (OIV, 2001). No Brasil, um estudo comparativo entre onze cultivares de uva de mesa, introduzidas no norte fluminense ilustra bem o grau de variabilidade que pode ocorrer quanto à resistência ao míldio (DA COSTA et al, 2017). Os genótipos testados foram agrupados em duas categorias, sendo classificadas como resistentes as cultivares ‘Romana’, ‘Moscatel de Hamburgo’, ‘Isabel’ e ‘Niágara Rosada’; e como suscetíveis, ‘Rosalinda’, ‘Itália’, ‘Patrícia’, ‘Kyoho’, ‘Red Globe’, ‘Roberta’ e ‘Rubi’.

A redução na aplicação de fungicidas pelo uso de cultivares resistentes ou parcialmente resistentes tem o potencial de contribuir substancialmente para a sustentabilidade da viticultura (VEZULLI et al., 2018). Novas cultivares de videira resistentes a patógenos fúngicos, possuindo atributos agronômicos e características enológicas desejáveis, foram desenvolvidas na América do Norte e na Europa, denominadas de ‘FRG’ e ‘PIWI’, respectivamente, para os sistemas agrícolas convencional e, especialmente, para a produção orgânica. Essas cultivares resultam de cruzamentos interespecíficos entre *V. vinifera* e as *Vitis* spp. norte-americanas e asiáticas (como *V. riparia*, *V. amurensis* e *V. rupestris*) que carregam alta resistência a doenças fúngicas, incluindo míldio, oídio e podridão-cinza e, o aumento no seu uso permitiria benefícios significativos para os produtores orgânicos e convencionais, incluindo a redução do

número de tratamentos com fungicidas por ciclo, aumento na produção de uvas e a redução dos custos de produção (PEDNEAULT; PROVOST, 2016).

No Brasil, as primeiras avaliações de algumas cultivares europeias 'PIWI' mostraram resultados promissores quanto à resistência ao míldio e à outras características. As cvs. 'Bronner'; 'Regent'; 'Cabernet Carbon'; 'Aromera'; 'Baron'; 'Calandro'; 'Helios'; 'Prior'; 'Felicia' e 'Calardis Blanc' apresentaram menor incidência e severidade da doença, além de mostrar potencial para produção de vinhos de qualidade nas regiões de altitude do Sul do Brasil (DE BEM et al., 2016; MECABÔ, 2019; ZANGHELINI et al., 2019). Segundo os estudos, as cvs. 'PIWI' são possíveis opções para reduzir o uso de fungicidas, porém, poucas estão disponíveis para cultivo. Além disso, seu uso deve estar associado a outras estratégias de manejo da doença para evitar a seleção de estirpes do patógeno que superem a resistência genética.

### **2.5.5 Controle Alternativo**

O controle alternativo tem sido uma prática para a redução do uso dos agrotóxicos no controle de pragas e doenças, visando menor impacto ao meio ambiente, ao ser humano e também busca a redução de custos em relação ao controle químico (MORAES, 1992; SILVA et al., 2005). Neste contexto, os fosfitos e os extratos de plantas estão sendo utilizados como substâncias alternativas no controle do míldio da videira com resultados promissores.

#### **2.5.5.1 Fosfitos**

Um grupo de produtos que tem demonstrado eficácia no controle de *Plasmopara viticola* é o dos fosfitos (fosfonatos ou compostos derivados do ácido fosforoso) (WICKS et al., 1991; REUVENI, 1997), que são considerados fertilizantes foliares. Ensaio pioneiros conduzidos na Austrália mostraram que o fosfito de potássio e o ácido fosforoso, aplicados depois da infecção inibiram significativamente o desenvolvimento de *Plasmopara viticola* em folhas e cachos de uvas. Em alguns ensaios, o efeito do ácido fosforoso foi equivalente ou até melhor do que os tratamentos com fungicidas (WICKS et al., 1991).

Apesar de serem registrados como fertilizantes foliares, aparentemente possuem modo de ação duplo no controle de doenças de plantas, agindo diretamente sobre os patógenos (com efeito fungicida) e, também, indiretamente, induzindo respostas de defesa na planta (FENN;

COFFEY, 1984; DALIO et al., 2012). Vários mecanismos foram postulados para apoiar a inibição do crescimento de fungos por fosfitos. Niere et al. (1994) propuseram que fosfitos podem causar acúmulo de polifosfato inorgânico nas células fúngicas, o qual inibe reações de fosforilação essenciais no crescimento do fungo. Fosfitos podem inibir a atividade de enzimas chave no patógeno, como a adenilato sintase (GRIFFITH et al., 1990) e competir por sítios de ligação de fosfato em enzimas fosforilantes, inibindo reações químicas importantes a sobrevivência do patógeno. O acúmulo de fosfito na célula pode alterar a síntese de nucleotídeos e o metabolismo da pentose fosfato e, conseqüentemente, causar alterações na síntese de DNA (BARCHIETTO et al., 1992), resultando em perturbações do metabolismo e inibição do crescimento do patógeno (ACHARY et al., 2017).

De acordo com King et al. (2010), a atuação direta dos fosfitos sobre o microrganismo patogênico ocorre pela formação de poros celulares, devido a danos na membrana e na parede celular da hifa, provavelmente causados, no caso da parede, por mudanças de transcrição em genes que codificam proteínas envolvidas na biossíntese de seus componentes e em outros pontos do metabolismo celular geral. Tais alterações comprometem a morfologia, a fisiologia e a esporulação do fungo, interferindo no processo de parasitismo. O mecanismo indireto de ação dos fosfitos ocorre pela indução de resistência sistêmica na planta, com a produção de fitoalexinas, PR proteínas, acúmulo de lignina, fenóis solúveis e ativação de outros compostos de defesa das plantas (JACKSON et al., 2000; DANIEL; GUEST, 2006; GUEST; GRANT, 1991; SAUTTER et al., 2008).

Sônego et al. (2003) relataram que o fosfito de potássio apresentou efeito na redução da incidência e severidade do míldio da videira em cv. 'Cabernet Sauvignon'. Resultados semelhantes de eficácia de fosfito de potássio no controle da doença foram verificados por Sônego e Garrido (2005) em videira cv. 'Merlot' e cv. 'Cabernet'. Também Gomes et al. (2011) verificaram redução da incidência do míldio em plantas da cv. 'Isabel' tratadas com fosfito de potássio, com resultados semelhantes ao tratamento com fungicidas. E nas condições do Litoral Sul Catarinense, pulverizações com fosfito de potássio diminuíram a incidência e severidade do míldio em cachos da cultivar 'Goethe', (PERUCH; BRUNA, 2008).

Segundo Pereira et al. (2010), os fosfitos controlaram o míldio em folhas e cachos de videira da cv. 'Merlot', com a mesma eficiência e produtividade dos fungicidas tradicionais, e não influenciaram a qualidade analítica dos frutos. Em um estudo posterior, observou-se efeito linear das doses de fosfitos de potássio sobre a redução da severidade do míldio. Além disso, os resultados indicaram que a aplicação de fosfito de potássio aumenta o teor de sólidos solúveis

totais e o pH, reduz a acidez total titulável das bagas, não afeta o teor de antocianinas e é alternativa eficaz para o controle do míldio da videira, com resposta similar à proporcionada por fungicidas (PEREIRA et al., 2012). Outro benefício do fosfito foi promover o aumento de 24% no comprimento dos cachos de videira cv. 'Isabel', além de incrementar em 60% o teor de sólidos solúveis totais em relação à testemunha (PINTO et al., 2013).

Além do controle de *P. viticola*, os compostos fosfitos são extremamente eficazes no controle de doenças fúngicas severas, particularmente aquelas pertencentes aos oomicetos e outros míldios que afetam culturas agrícolas e outras plantas. O manejo com produtos à base de fosfitos é uma tecnologia alternativa que pode reduzir o uso excessivo de fertilizantes químicos, herbicidas, fungicidas e bactericidas, proporcionando benefícios ambientais e econômicos. (ACHARY et al., 2017).

Segundo Reuveni (1997), os fosfitos abrem novas possibilidades de controle do míldio por terem boa biocompatibilidade com outros fungicidas, por sua rápida absorção pelos tecidos da planta, por seu efeito nutricional e por sua segurança ambiental. Os fosfitos são produtos líquidos, sendo o fosfito de potássio o mais utilizado. Devido ao seu alto grau de solubilidade e mobilidade, são rapidamente absorvidos, deslocando-se através das membranas das plantas na folhagem e no sistema radicular. O caráter sistêmico dos fosfitos e a rápida absorção pelas raízes, folhas, tronco e ramos, permitem vários métodos de aplicação: pulverização foliar, pincelamento, irrigação e imersão, de acordo com o tipo de planta e características do patógeno a ser controlado (SÔNEGO; GARRIDO, 2005).

#### **2.5.5.2 Extratos de Plantas**

Na busca de alternativas menos agressivas para o manejo de doenças de plantas, o uso de extratos vegetais apresenta-se como prática promissora (SILVA et al., 2005). Produtos à base de extratos de plantas têm se apresentado como uma alternativa principal ou complementar de controle de fitopatógenos, devido à sua atividade antimicrobiana, não fitotóxica, sistêmica e biodegradável (KARIM et al., 2017). Eles vêm sendo amplamente estudados, mas ainda são pouco utilizados na prática, exceção feita aos agricultores que praticam a agricultura orgânica e que utilizam normalmente esses extratos. Um dos motivos de seu baixo uso é a pouca disponibilidade desses produtos no mercado (BETTIOL, 2001; SILVA et al., 2005).



As plantas produzem uma grande variedade de metabólitos secundários que servem como mecanismos de defesa contra pragas e patógenos. Estes compostos denominados pesticidas naturais são encontrados em plantas que crescem em várias zonas climáticas. Seus extratos têm um impacto direto nos patógenos, limitando seu crescimento e desenvolvimento (inibição da esporulação, deformação do micélio) e indiretos como elicitores de reações de defesa. Além disso, a pesquisa científica tem mostrado o efeito de muitos compostos naturais no aumento da biodiversidade de microrganismos que ocorre no solo e nas comunidades de plantas cultivadas, o que minimiza o risco de dominância de uma espécie fitopatogênica. Atualmente, muitas substâncias bioativas são a base para a produção de produtos biotecnológicos, sendo uma alternativa aos produtos químicos sintéticos usados na agricultura (JAMIOŁKOWSKA; KOPACKI, 2020). Algumas moléculas, presentes em defensivos naturais, apresentam uma estrutura química muito complexa, o que torna mais difícil para os patógenos adquirirem qualquer tipo de resistência ao produto, dando uma certa vantagem em relação à alguns princípios ativos de fungicidas. No entanto, a rápida degradação e a baixa quantidade de informações quanto ao manuseio, aos efeitos secundários e a variabilidade de efeitos podem limitar o seu uso (CUNICO et al., 2003; SHABANA et al., 2017).

Os extratos de plantas ou outros compostos podem ativar mecanismos de defesa que se encontram em forma latente na planta, protegendo contra infecção subsequente por patógenos devido a fatores como compostos fenólicos, fitoalexinas e proteínas relacionadas à patogênese (STANGARLIN et al., 2011). A literatura sobre os efeitos de produtos naturais, incluindo extratos de plantas, no controle de míldio em videira é escassa, provavelmente devido à complexidade de seu bioensaio, pois o patógeno é um biotrófico obrigatório. No entanto, o interesse em encontrar produtos eficazes de origem natural para controlar essa doença aumentou recentemente (ISLAM, 2016). Verificou-se que metabólitos secundários ou extratos de plantas não hospedeiras interferem e/ou inibem o desenvolvimento inicial de *P. viticola* em folhas de videira. Também foi demonstrado que a aplicação de alguns desses novos metabólitos exerce resistência sistêmica induzida em plantas ou inibe diretamente o crescimento do patógeno (GESSLER et al., 2011).

Recentemente, Krzyzaniak et al. (2018) demonstraram os diferentes modos de ação de um novo produto de biocontrole em teste (desenvolvido pela Arysta Lifesciences) capaz de proteger a videira contra o míldio. O extrato vegetal ativou respostas de defesa típicas, como a produção de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, a regulação de genes que codificam proteínas relacionadas à patogênese e a estilbeno sintase, bem como o acúmulo de resveratrol. Ao mesmo tempo, apresentou um forte

efeito direto na liberação e motilidade dos zoósporos de *P. viticola*, e sua aplicação deixou resíduos secos na superfície das folhas, dificultando o alcance dos zoósporos aos estômatos. A presença dos dois modos de ação aumenta o potencial de proteção deste produto.

O duplo modo de ação de compostos ou de extratos de plantas é pouco relatado, porém, o extrato da raiz de ruibarbo (*Rheum palmatum*) e o extrato da casca de frângula ou amieiro-negro (*Frangula alnus*), ambas plantas medicinais, também foram capazes de exibir efeito tóxico direto e indução de resistência na videira contra o míldio em cultivar suscetível 'Chasselas'. A aplicação destes extratos induziu uma intensa produção de fitoalexinas na ausência de infecção e reforçou a síntese desses compostos de defesa após a inoculação com *P. viticola*. Além do acúmulo de fitoalexinas, o aumento da atividade da peroxidase, reação hipersensível e inibição do estágio inicial de desenvolvimento das hifas de *P. viticola* também foram observados. Esses efeitos podem ter ocorrido devido a presença de muitos compostos fenólicos, pertencentes ao grupo das antraquinonas, nos extratos avaliados (GODARD et al., 2009).

Conforme Dagostin et al. (2010), o extrato de sálvia (*Salvia officinalis*) controla efetivamente o míldio da videira e pode ser uma alternativa promissora ao cobre na viticultura orgânica. O produto proporcionou uma redução de 94% na incidência e 63% na severidade da doença em bagas e folhas, respectivamente, com resultado semelhante ao tratamento com hidróxido de cobre. No entanto, a baixa resistência à chuva deste extrato reduziu a sua eficácia de controle da doença para apenas 30% no ano onde ocorreu um longo período chuvoso entre as pulverizações.

Alta eficácia no controle de *P. viticola* também foi observado com o uso de extrato de *Juncus effusus*, demonstrando ser uma alternativa promissora para a agricultura orgânica. Além da alta eficácia em baixas concentrações, apresenta as vantagens de ser uma espécie perene abundante, quase cosmopolita e disponível no mercado a preços baixos, uma vez que é usada também como medicamento (THUERING et al, 2016). Resultados semelhantes foram demonstrados com o extrato da casca de *Magnolia officinalis*, com 97% e 71% de eficácia no controle de *P. viticola* em condições controladas e no campo, respectivamente (THUERING et al, 2018).

Em outro estudo, 58 extratos de plantas foram testados para o controle do míldio. Desses, apenas os extratos de *Chloris virgata*, *Dalbergia hupeana*, *Pinus massoniana*, *Paeonia suffruticosa* e *Robinia pseudoacacia* inibiram a germinação de esporângios e controlaram

efetivamente a doença nas plantas (CHEN et al., 2002). Também foi demonstrado que um extrato da pasta oleosa de folhas de *Inula viscosa*, uma planta invasora de origem mediterrânea, controlou efetivamente o míldio em condições de campo. Dois compostos inibitórios principais foram identificados, tomentosina e ácido cóstico, sendo que o extrato oleoso bruto controlou 90% da doença, sem qualquer variação sazonal (COHEN et al., 2006). No entanto, sua alta fitotoxicidade na videira impede seu amplo uso como fungicida. Em geral, mesmo que os extratos de plantas sejam altamente eficazes e possuam bons perfis toxicológicos, seu uso é limitado por seus altos custos, disponibilidade limitada em grandes quantidades, baixa persistência e baixo nível de resistência à chuva (DAGOSTIN et al., 2010).

Harm et al. (2011) relataram uma proteção acima de 80% para *P. viticola* com a utilização do extrato de *Solidago canadenses*. Além de um efeito tóxico direto sobre os zoósporos, houve um grande aumento de proteínas PR e a formação de pequenas manchas necróticas no tecido da planta após tratamento com o extrato, resultado da ativação do sistema de defesas naturais da videira. No entanto, em condições de campo com alta pressão do míldio, baixos níveis de proteção foram observados. A pulverização de extratos de uma alga marrom, *Ascophyllum nodosum*, sobre folhas de videira também reduziu significativamente os danos causados pelo míldio (LIZZI et al., 1998). Também foi demonstrado que a laminarina  $\beta$ -1,3-glucana, derivada da alga marrom *Laminaria digitata*, é um elicitor eficiente de respostas de defesa em células e plantas de videira, reduzindo efetivamente os danos causados por *P. viticola* e *B. cinerea* (AZIZ et al., 2003).

Nas condições edafoclimáticas do sul do Brasil, alguns estudos com extratos de plantas também têm sido relatados. O extrato de alho (*Allium sativum* L.) reduziu em 75% a severidade do míldio da videira cv. 'Isabel' em condições de campo, com resultados similares ao tratamento padrão com calda bordalesa, porém não apresentou boa eficiência na inibição da germinação dos esporângios de *P. viticola*, mas tem grande potencial de utilização no controle da doença, principalmente em vinhedos orgânicos (Leite et al., 2011). O extrato de alho também foi eficaz no controle *Phomopsis viticola* e *Elsinoe ampelina* (LEITE et al., 2009; LEITE et al., 2012).

Leite (2017) obteve uma redução de mais de 50% na severidade do míldio com a aplicação do extrato aquoso de bagaço de uva (EABU) na concentração de 12% em discos foliares. Em condições de campo, o extrato apresentou eficiência semelhante ao tratamento com calda bordalesa 1%. Além disso, induziu a atividade das enzimas de defesa  $\beta$ -1-3- glucanases e quitinase 24 e 48 horas após o início dos primeiros sintomas da doença. Agentes minerais e

compostos fenólicos presentes no EABU podem ter agido na defesa contra o míldio da videira. O estudo também indicou controle entre 20 a 30% do míldio com a aplicação de extrato de canola (6%).

O extrato aquoso de cinamomo (*Melia azederach*) na concentração de 50 mL L<sup>-1</sup> reduziu cerca de 67% a germinação de esporângios de *Plasmopara viticola in vitro*, e 86% da severidade da doença em plantas de videira inoculadas em casa-de-vegetação. No entanto, em condições de campo os efeitos não foram expressivos, devido principalmente aos fatores climáticos extremamente favoráveis ao desenvolvimento da doença (DA SILVA et al., 2012).

#### 2.5.5.2.1 Extrato Pirolenhoso

O emprego de recursos renováveis de origem vegetal no manejo do míldio da videira é uma alternativa viável. Entretanto, a pesquisa nesta área ainda é incipiente. Há uma vasta diversidade de espécies disponíveis e que não foram estudadas.

Mulholland et al., (2017), demonstraram que extratos de importantes espécies florestais europeias têm atividade promissora contra *Plasmopara viticola*. No estudo foram identificados cinco compostos ativos que mostraram entre 90% e 100% de eficácia no controle do míldio em condições semi-controladas, presentes em quantidades significativas nos extratos da casca de *Larix sp.* e *Pinus sylvestris*, respectivamente. O fato de que a matéria-prima para produzir esses extratos é um recurso renovável e de rápido crescimento, disponível em grandes quantidades a preços relativamente baixos, torna-os candidatos com alto potencial para o desenvolvimento de novos produtos sustentáveis de proteção contra o míldio da videira. Além de oferecer uma oportunidade para a indústria florestal transformar um subproduto de baixo valor em extratos bioativos de alto valor agregado.

Outra substância natural que vem sendo estudada como uma alternativa para o controle de fitopatógenos, visando a redução dos fungicidas sintéticos, é o extrato pirolenhoso (EPI). Recentemente, tem sido sugerida a mistura de EPI nas soluções pulverizadas nas plantas, visando a uma série de benefícios (MIYASAKA et al.; 2001), mas ainda não se têm informações consistentes sobre o seu efeito para o controle de doenças da videira.

O extrato ou ácido pirolenhoso é oriundo do processo de condensação da fumaça expelida durante a carbonização de madeira de eucalipto, pinus, acácia negra, bambu, entre outras espécies, para produção de carvão, sendo este um subproduto orgânico. O processo é

realizado na ausência de oxigênio, sendo coletado dentro dos limites ideais de temperatura entre 80 e 120°C, seguindo recomendações de extração e decantação com objetivo de originar um produto de qualidade (MIYASAKA et al.; 2001).

De acordo com Zanetti et al. (2004) o EPI é constituído de 80 a 90% de água e 10 a 20% de compostos orgânicos, predominando, quantitativamente, o ácido acético, o metanol, a acetona e os fenóis. Foram listados mais de 200 compostos diferentes presentes no EPI (GOOS, 1952 *apud* CAMPOS, 2007) e, de acordo com Kartal et al. (2004), a composição do produto depende das condições do processo como a temperatura, o processo de fabricação e a composição do material utilizado. A temperatura pode inibir ou ativar compostos bioativos e assim influenciar na composição e na qualidade do produto (SILVEIRA, 2010). Conforme MIYASAKA et al. (2001), o EPI bruto, recém condensado, não é recomendado para utilização direta na agricultura, necessitando ser purificado para eliminar o alcatrão solúvel, através de destilação a vácuo realizada industrialmente ou ainda, por meio de decantação em processo artesanal, onde mantém-se o produto em repouso por tempo superior a 100 dias.

A fabricação e utilização do EPI é muito antiga. Na China existem relatos de sua utilização há milênios atrás e na Índia foi muito utilizado para curar doenças. No Japão, sua utilização nas lavouras iniciou em 1944 e desde 2001 foi liberado na agricultura orgânica. Atualmente, os principais países produtores de EPI são o Japão, China, Indonésia, Malásia, Brasil e Chile, incluindo outros no Sudeste Asiático e na América do Sul. No Brasil sua utilização na agricultura é recente, mas vem atraindo a atenção de pesquisadores e técnicos de várias áreas, principalmente alimentícia e agrônômica, como alternativa de um produto mais natural (CAMPOS, 2007; CAMPOS, 2018).

Segundo Campos (2007) e Campos (2018), o EPI, quando produzido em condições adequadas, oferece baixa toxidez, destacando-se devido às características físicas, químicas e antioxidantes, principalmente pelas substâncias que permitem potencializar a ação de produtos fitossanitários e quelatizantes, proporcionando maior absorção de nutrientes, quando aplicados via pulverizações foliares. Além disso, pesquisas indicam a eficiência da substância como repelente de pragas e na prevenção de doenças de cultivos (MIYASAKA et al.; 1999). Maekawa (2002), relatou que o EPI, quando aplicado em diluições isoladamente ou em misturas com outros extratos de plantas, torna-se promissor no controle de doenças e pragas. Salienta-se, ainda, a utilização deste em diluições com concentrações de 5 a 20 cm<sup>3</sup> dm<sup>-3</sup> aplicado ao solo, permitindo melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas, proporcionando aumento da população de microrganismos benéficos e conseqüentemente favorecendo a absorção de

nutrientes do solo pelo sistema radicular das plantas (MIYASAKA et al., 2001). Segundo Saigusa (2002), o efeito ativador ou inibidor do EPI sobre os organismos vivos depende de sua concentração e, as pulverizações da substância têm efeito instantâneo e pouco duradouro no controle de microrganismos, devendo ser repetidas duas a três vezes ao mês. Mas, segundo a pesquisa, a substância é eficiente para recuperar a vitalidade e ao mesmo tempo fortalecer o sistema de defesa que existe na planta, reduzindo, assim, o grau de danos causados por microrganismos. No entanto, para assegurar a eficácia do produto, é preciso garantir sua qualidade, que depende da madeira utilizada para queima, do método de obtenção do EPI e também do modo de preparo das soluções.

Para Yatagai et al. (2002), são os componentes dos vinagres de madeira os responsáveis pelas diferenças nas atividades germicidas. Baimark et al. (2008), em estudos realizados para verificação da ação antifúngica de extrato pirolenhoso de *Eucalyptus globulus*, relatam que o ácido acético e os compostos fenólicos presentes no extrato promovem a inibição do crescimento fúngico. Ma et al. (2011) sugerem que os fenóis e os ácidos orgânicos são os componentes ativos para a inatividade microbiana.

Muitos trabalhos com o uso de EPI estão relacionados a fitossanidade e ao controle de pragas em diversas culturas (TRINDADE et al., 2014; ALVES et al., 2007; AZEVEDO et al., 2013), sendo indicado para programas de Manejo Agroecológico. Segundo Tsuzuki et al. (2000), em condições naturais, o efeito do EPI ocorre pela ativação de substâncias do metabolismo secundário das plantas, induzindo desta maneira a resistência ao ataque dos insetos.

Na literatura são poucos os estudos com o EPI utilizado para controle de fitopatógenos, mas há relatos de eficácia do EPI de eucalipto no controle de *Puccinia nakanishikii*, que causa a ferrugem das folhas do capim-limão (LORENZETTI et al., 2012), bem como de *Botrytis cinerea*, *Cylindrocladium clavatum* e *Rhizoctonia solani*, *in vitro* (FURTADO et al., 2002). O EPI de teca (*Tectona grandis*) inibiu o crescimento micelial de *Phytophthora* sp. (DONDE et al., 2013) e exerceu ação fungitóxica direta sobre o crescimento, esporulação e germinação *in vitro* do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (RODRIGUES, 2014).

O EPI de timburi ou timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*) inibiu o crescimento do fungo *Rhizoctonia solani* (SILVA et al., 2013), *Aspergillus niger* (DA COSTA SORATO et al., 2016) e reduziu a incidência de *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp. e *Aspergillus* spp. em sementes de *Schizolobium amazonicum* (paricá-da-amazônia) (MACEDO et al., 2019). Os EPI de cana-

de-açúcar (*Saccharum officinarum*) e eucalipto (*Eucalyptus* spp.) apresentaram atividade antifúngica, *in vitro*, sobre os patógenos da soja *Sclerotinia sclerotiorum*, *Macrophomina phaseolina*, *Colletotrichum truncatum* e *Sclerotium rolfsii* (PIETA, 2017).

Na cultura da videira, Cassuba (2018) relatou baixa eficácia do EPI de eucalipto no controle de míldio em plantas da cv. ‘Cabernet Sauvignon’ conduzidas em casa de vegetação. De acordo com o autor, a baixa porcentagem de proteção conferida pelo EPI pode ser decorrente deste produto ter sido aplicado individualmente, sem a associação de outras substâncias, já que o potencial quelatizante presente neste pode aumentar a eficácia de outros produtos fitossanitários.

Apesar dos efeitos preconizados para o EPI, existe escassez de informações científicas que possam dar suporte à utilização deste produto e à compreensão dos mecanismos pelos quais funciona, especialmente no que se refere à proteção das plantas contra pragas e doenças (ALVES et al., 2007).

#### **2.5.5.2.2 Extrato de *Reynoutria sachalinensis***

Outro produto alternativo que vem sendo estudado e que apresenta resultados promissores no controle de fitopatógenos é o extrato de *Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai, uma planta pertencente à família Polygonaceae, herbácea perene e nativa do nordeste da Ásia. O extrato obtido das folhas da planta daninha *Reynoutria sachalinensis*, também conhecida como ‘REYSA’, foi formulado anteriormente como ‘Milsana®’ na década de 1980 e foi testado a campo nos anos 90, em ensaios para o controle de oídio do pepino (*Sphaerotheca fuliginea*) e a algumas outras doenças, como a podridão de frutos de *Botrytis* (*Botrytis cinerea*) e oídio do trigo (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*). Desde sua reformulação com nome comercial ‘Regalia®’ em 2009, resultados de testes demonstram sua eficácia no controle de uma ampla variedade de doenças fúngicas e bacterianas. O extrato de *R. sachalinensis* pode induzir resistência sistêmica nas plantas através do aumento de fitoalexinas, compostos fenólicos, proteínas PR, acumulação de espécies reativas de oxigênio e lignificação da parede celular (SU et al., 2012).

Há relatos de eficácia deste extrato no controle de doenças em diversas culturas agrícolas, como por exemplo no controle de *Sphaerotheca fuliginea* em pepino (DAAYF et al., 1995; KONSTANTINIDOU-DOLTSINIS; SCHMITT, 1998) e *Podosphaera xanthii* em

cucurbitáceas (MARGARITOPOULOU, et al., 2020). O extrato de *Reynoutria* também foi extremamente eficaz contra o oídio do trigo, causado por *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* (RANDOUX et al., 2006; VECHET et al. 2005) e para o oídio causado por *Sphaerotheca aphans* e mofo cinza causado por *Botrytis* sp. em morangos (CARLEN et al. 2004).

Estudos realizados com o extrato de *Reynoutria*, presente na formulação ‘Regalia®’, aplicado com óleo mineral mostraram uma redução significativa da crosta ou sarna de maçã (*Venturia inaequalis*), ferrugem de cedro (*Gymnosporangium juniperi-virginianae*) e da ferrugem de marmelo (*Gymnosporangium clavipes*), bem como redução da carga de colheita. Por isso, há evidências de que o extrato *Reynoutria* aplicado para desbaste de flores, pode reduzir as aplicações químicas usadas durante a floração na macieira, combinando duas funções: uma para proteção de doenças e outra para manejo de carga de frutos (PECK et al. 2016; PECK et al., 2017; DELONG et al., 2018).

Em videira, Konstantinidou-Doltsinis et al. (2007) relataram uma eficácia moderada do extrato de *R. sachalinensis* (Milsana®) no controle do oídio (*Uncinula necator*) em condições de campo, porém similar ao tratamento com enxofre. Houve uma maior redução da doença com a aplicação da taxa de 1% a cada 7 dias, e o produto foi mais eficaz (cerca de 89%) nos estágios iniciais do desenvolvimento da doença, quando as bagas eram menores. Em outra pesquisa foi relatado a eficácia de Milsana® em pós-infecção de *U. necator*, reduzindo em média 80% a severidade do oídio em folhas, comparado ao controle não tratado, com resultado semelhante aos fungicidas sintéticos (ABDU-ALLAH; ABO-ELYOUSR, 2017).

Estudos com a utilização do extrato de *Reynoutria* para o controle do míldio da videira são escassos na literatura. Em ensaios realizados em vinhedos orgânicos na Alemanha entre 1999 e 2001, o extrato de *Reynoutria sachalinensis* (concentrações de 0,5%, 1,2% e 1,8%), aplicado a cada 7 a 10 dias, reduziu a incidência e a severidade de oídio (*Uncinula necator*) e podridão-cinzenta (*Botrytis cinerea*) em bagas de uva, conferindo proteção de 81 a 90% e 42 a 81%, respectivamente, com o mesmo grau ou melhor que o enxofre e o cobre. A combinação de extrato de *Reynoutria sachalinensis* + *Bacillus brevis* (antagonista) resultou em redução significativa da incidência e severidade do míldio (*Plasmopara viticola*) comparado ao controle não tratado. No geral, os resultados indicam que a combinação dos agentes leva a níveis mais altos de controle de doenças e é uma base promissora para o controle biológico das três doenças fúngicas mais danosas na viticultura orgânica. (SCHMITT et al., 2002).



Nos EUA, na região úmida de Michigan, oito aplicações de extrato de *R. sachalinensis* (Milsana® 1%) reduziram a severidade em folhas do oídio (*Uncinula necator*) em 77% e 46,2% do míldio (*P. viticola*) em comparação com o controle não tratado, enquanto quatro aplicações, pulverizadas entre a compactação do cacho e a pré-colheita, reduziram a incidência de *B. cinerea* em cachos de uvas em 50% (SCHILDER et al., 2002). Resultado semelhante no controle do míldio foi verificado na Serra Gaúcha com Regalia Maxx® na dose de 200 mL 100 L<sup>-1</sup>, proporcionando 45,9% de proteção nas folhas da cv. ‘Cabernet Sauvignon’ (CASSUBA, 2018).

Os estudos mostram que o extrato de *Reynoutria sachalinensis* é um indutor eficaz de resistência e tolerância em diversas culturas e plantas ornamentais. A concentração e a frequência de aplicação dependem de sua capacidade de indução e taxa de crescimento das plantas e devem ser investigadas para cada cultura separadamente (SCHMITT, 2002).

#### 2.5.4.2.3 Extrato de *Melaleuca alternifolia*

*Melaleuca alternifolia* Cheel é uma espécie arbórea da família Myrtaceae, nativa da região de New South Wales, Austrália (RIELD, 1997), onde é comumente conhecida como ‘árvore de chá’ e, mundialmente, como "tea tree". Seu principal produto é o óleo essencial (TTO - Tea Tree Oil), de grande importância medicinal devido às propriedades antifúngicas e antibacterianas, tendo como principais consumidores as indústrias farmacêuticas e de cosméticos (LORENZI et al., 2003).

O óleo essencial das plantas de *M. alternifolia*, cultivadas na Austrália, caracteriza-se pela mistura aproximada de 97 compostos, a maioria já identificados (SILVA et al., 2002). Os principais constituintes são os compostos terpinen-4-ol, 1,8-cineol,  $\alpha$ -terpineno,  $\gamma$ -terpineno,  $\alpha$ -pineno,  $\beta$ -pineno,  $\alpha$ -terpineol, p-cimeno e álcoois sesquiterpênicos, que representam cerca de 90% do óleo (BROPHY et al., 1989; MURTAGH; SMITH, 1996). A Austrália é o principal país produtor do óleo essencial de *M. alternifolia*, concentrando os principais produtores dominantes do mercado e as tecnologias de produção. No Brasil a produção ainda é pequena e diversas indústrias que necessitam desta matéria-prima ou de seus compostos isolados, têm adquirido o produto por importação (CASTRO et al., 2005).

Nos últimos anos tem aumentando os estudos com o óleo de *M. alternifolia* para o controle de microrganismos fitopatogênicos, como por exemplo, *Alternaria alternata*,

*Macrophomina phaseolina* e *Sclerotinia sclerotiorum* (MARTINS et al., 2010). O produto também teve atividade antimicrobiana contra *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp. (CONCHA et al., 1998); *Phytophthora infestans*, *Oidium neolycopersicum* e *Leveillula taurica* (REUVENI et al., 2009); *Cercospora beticola* (SOUZA et al., 2015); *Bipolaris oryzae* (SCHEUERMANN et al., 2011); *Erysiphe cichoracearum* (WLODAREK; DYKI, 2014) entre outros. Os resultados destas pesquisas mostram que *M. alternifolia* pode representar uma alternativa econômica e ecologicamente viável de controle de diversas doenças de plantas.

O modo de ação antifúngica do óleo de *M. alternifolia* pode ser explicado pelo dano que ele causa nas membranas dos patógenos (COX et al. 1998; CARSON et al., 2006), sendo o Terpinen-4-ol o principal componente ativo responsável pela eficácia antimicrobiana do óleo (COX et al. 2001). *Melaleuca alternifolia*, na formulação ‘Timorex Gold’ (22,3% EC), demonstrou alta eficácia e uma forte atividade curativa contra Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) na banana, controlando a doença, através de ruptura da membrana celular fúngica e destruição da parede celular. Também, uma única pulverização dessa formulação, efetivamente controlou e suprimiu o oídio (*Sphaerotheca fuliginea*) no pepino, causando um forte encolhimento e ruptura das hifas fúngicas e células conidiais. Os modos de ação curativa e supressora do ‘Timorex Gold’ podem explicar seu sucesso no controle de ambas as doenças (REUVENI; SANCHES; BARBIER, 2020).

Com o objetivo de identificar alternativas ao cobre na viticultura orgânica, foi realizado um estudo amplo durante 2004 a 2007, onde foram testadas 112 substâncias diferentes, incluindo extratos vegetais, sob condições semi-controladas e no campo, em dois locais representativos na Europa. Entre os 48 extratos vegetais avaliados, *M. alternifolia* reduziu significativamente a severidade do míldio em condições semi-controladas. Sob condições de campo, a substância apresentou maior eficácia no controle da doença em cachos do que em folhas (DAGOSTIN et al., 2011).

Santana (2015) verificou que o óleo essencial de *Melaleuca* inibiu a germinação de esporangiósporos de *P. viticola*. Também apresentou alta eficácia na inibição da germinação de uredósporos de *Phakopsora euvitis* e de conidiósporos de *Oidium tuckeri*. A inibição desses patógenos foi em níveis semelhantes aos fungicidas convencionais metalaxil + mancozebe e tebuconazole. Fialho et al. (2017) também relataram a eficácia do óleo essencial de *Melaleuca* na inibição da germinação de esporos de *P. viticola*, *in vitro*. Em outro estudo, observou-se que os compostos voláteis liberados pelo óleo essencial de *Melaleuca* reduziram o índice de

velocidade de crescimento micelial de *B. cinerea* e da doença do mofo cinzento (GARCIA et al., 2019).

Resultados de eficácia no controle do míldio e oídio da videira também foram obtidos com a utilização do extrato de *M. alternifolia*, formulação ‘Timorex 66 EC’, contendo 66% de óleo da planta. Testes *in vitro* mostraram que Timorex 0,1% inibiu completamente a germinação conidial de *Uncinula necator*. Testes de câmaras de crescimento revelaram que o Timorex 0,05-0,1% controlou efetivamente o oídio quando aplicado como tratamento profilático e, na concentração de 0,75-1% suprimiu o fungo. Testes de campo revelaram que 1% dessa formulação, aplicada em intervalos de 14 dias, controlou o oídio, sendo tão eficaz quanto o enxofre ou o tebuconazole e, em intervalos de 7 dias, controlou *P. viticola* com a mesma eficácia do tratamento com cobre (REUVENI et al., 2006).

O desenvolvimento e a seleção de produtos alternativos são fundamentais para a redução da contaminação causada pelos pesticidas. Assim, os produtos ou “fungicidas biocompatíveis”, de baixo impacto ambiental e toxicidade aos organismos colaborarão para o caminho da sustentabilidade dos agroecossistemas (BETTIOL, 2001). A indução de resistência em plantas tem potencial para ser uma medida complementar para o controle de doenças da videira, aliada a outras medidas de proteção (CAVALCANTI, et al. 2014). Neste contexto, o extrato de *Reynoutria sachalinensis*, extrato de *Melaleuca alternifolia*, extrato pirolenhoso de eucalipto e de acácia e o fosfito de potássio ainda devem ser estudados na indução de resistência e como protetores ao míldio da videira em condições de campo.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local de Condução do Experimento e Tratamentos

O experimento foi realizado em um vinhedo localizado na Estação Experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Bento Gonçalves, localizado no distrito de Tuiuty, Bento Gonçalves-RS, 29°03'26''S e 51°34'45''W e altitude média 480 m. Segundo Köppen, o clima da região é classificado como Cfb, que corresponde a um clima temperado quente. A temperatura média anual da região fica em torno de 17,2° C, a precipitação média anual é 1.725 mm, com frequência média de 120 dias de chuva ano, umidade relativa do ar média de 77 %, insolação anual média 2.200 horas e o índice de horas de frio 410,20 horas (CZERMAINSKI; ZAT, 2011). Segundo a Classificação Climática Multicritério Geovitícola, a Serra Gaúcha apresenta um clima vitícola úmido, temperado quente, de noites temperadas (TONIETTO et al., 2002).

O estudo desenvolveu-se durante o período de outubro de 2019 a janeiro de 2020. O vinhedo utilizado é da cultivar 'Chardonnay' (*Vitis vinifera* L.) enxertada sobre o porta enxerto Paulsen 1103, com 18 anos de idade, contendo as plantas em fileiras com exposição solar a oeste. O espaçamento deste vinhedo é de 3,0 metros entre filas e 1,5 metros entre plantas (Figura 1). Utilizou-se desenho experimental em blocos inteiramente casualizados (DBC), composto por sete tratamentos com três repetições de cinco plantas em linha por parcela, com parcela útil formada pelas três plantas centrais da linha de plantio.

Os tratamentos utilizados neste experimento e suas respectivas doses foram: 1) Testemunha, composto pelas plantas que não receberam controle para nenhuma doença da videira; 2) Extrato de *Reynoutria sachalinensis* (Regalia Maxx®), 1,5 L ha<sup>-1</sup>; 3) Extrato de *Melaleuca alternifolia* (Timorex Gold®), 1,5 L ha<sup>-1</sup>; 4) Fosfito de Potássio (Beifiur), 2 mL L<sup>-1</sup>; 5) Extrato Pirolenhoso de Eucalipto, 20 mL L<sup>-1</sup>; 6) Extrato Pirolenhoso de Acácia, 20 mL L<sup>-1</sup>; 7) mistura de Extrato Pirolenhoso de Eucalipto, 20 mL L<sup>-1</sup> + Extrato Pirolenhoso de Acácia, 20 mL L<sup>-1</sup>.

O produto Regalia Maxx® é um fungicida bioquímico que possui como ingrediente ativo 22,4% de extrato de *Reynoutria sachalinensis*, apresentando capacidade de ativar os sistemas naturais de defesa das plantas, que produzem e acumulam níveis elevados de proteínas

especializadas e outros compostos capazes de inibir doenças fúngicas e bacterianas. Além disso, quando utilizado preventivamente, a aplicação foliar do produto fornece proteção de contato, translaminar e sistêmica (BRASIL, 2019).



**Figura 1.** Vista da área experimental instalada em vinhedo da cv. Chardonnay, na Estação Experimental IFRS, Bento Gonçalves - Safra 2019/2020.

Timorex Gold® é um fungicida e bactericida que possui como ingrediente ativo 22,25% de extrato de *Melaleuca alternifolia*, com modo de ação de contato e mesostêmico e como indutor de resistência (BRASIL, 2019).

O produto Fosfito K Organomineral Beifur é o primeiro fosfito organomineral produzido no Brasil. É um fertilizante líquido para aplicação foliar, a base de Óxido de Potássio (K<sub>2</sub>O) solúvel em água – 8% e Carbono Orgânico Total – 6%. A ação do potássio em forma de íon fosfito contribui com o fortalecimento e resistência da planta. Seu grande diferencial é a base orgânica, extraída do engaço, bagaço e semente da uva (BEIFORT, 2020).

As substâncias Extratos Pirolenhosos de Eucalipto e Acácia resultam da condensação da fumaça que é expelida na queima da madeira de eucalipto e acácia. O EPI é constituído de 80 a 90% de água e 10 a 20% de compostos orgânicos, predominando, quantitativamente, o ácido acético, o metanol, a acetona e os fenóis (ZANETTI et al., 2004). De acordo com a IN - MAPA Nº 25, de 23 de Julho de 2009 (BRASIL, 2009) o EPI é classificado como agente quelante e

complexante orgânico e aditivo estabilizante autorizado para fertilizantes orgânicos e organominerais.

As pulverizações dos tratamentos foram realizadas a partir do início da floração, com pulverizador costal manual, dotado de bico cone, em intervalos de tempo de sete dias, totalizando sete aplicações dos produtos em teste (Tabela 1) e mais três pulverizações adicionais até a colheita, sendo duas de extrato de *Melaleuca alternifolia*, na dose de 1,5 L ha<sup>-1</sup>, e uma de hidróxido de cobre, na dose de 180 g 100 L<sup>-1</sup>. Estas três últimas aplicações foram realizadas em todas as repetições de todos os tratamentos. O volume de calda aplicado foi de 500 L ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 1.** Cronograma de pulverizações das substâncias em teste para o controle de míldio (*Plasmopara viticola*), em condições de campo. Estação Experimental IFRS, Bento Gonçalves - Safra 2019/2020.

<b>Pulverização</b> <sup>(1)</sup>	<b>Estádio Fenológico</b> <sup>(2)</sup>	<b>Descrição</b>	<b>Data</b>
1	alongamento inflorescência; flores agrupadas	Início floração	25/10/2019
2	25% das flores abertas	Intervalo 7 dias	01/11/2019
3	50% das flores abertas (pleno florescimento)	Intervalo 7 dias	06/11/2019
4	80% das flores abertas	Intervalo 7 dias	13/11/2019
5	frutificação (limpeza de cacho)	Intervalo 7 dias	20/11/2019
6	baga tamanho ‘chumbinho’	Intervalo 7 dias	29/11/2019
7	baga tamanho ‘ervilha’	Intervalo 7 dias	06/12/2019

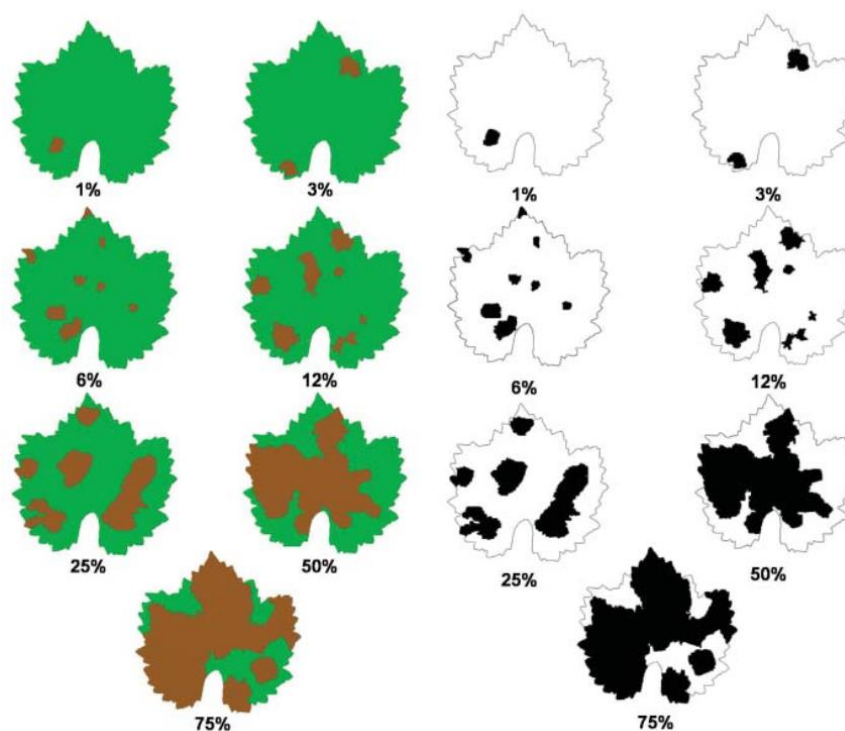
<sup>(1)</sup> Foram realizadas três aplicações adicionais em todos os tratamentos, sendo duas de extrato de *Melaleuca alternifolia* em 12 e 23/12/2019, na dose de 1,5 L ha<sup>-1</sup>, e uma de hidróxido de cobre em 30/12/2019, na dose de 180 g 100 L<sup>-1</sup>. <sup>(2)</sup> De acordo com a escala diagramática descrita por Eichhorn e Lorenz (1984).

### **3.2 Avaliação da incidência, severidade e cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença**

As avaliações da incidência e severidade do míldio da videira foram realizadas em quatro épocas, a partir do início do surgimento dos sintomas da doença, sendo elas: 20/11/2019, 29/11/2019, 09/12/2019 e 06/01/2020. Para isso, foram selecionadas, aleatoriamente, 10 folhas e cinco cachos sem sintomas iniciais do patógeno por planta, em três plantas úteis (plantas

centrais da unidade experimental que continha cinco plantas), totalizando 30 folhas e 15 cachos avaliados por tratamento.

A ocorrência da doença foi espontânea e a incidência da mesma foi calculada como uma porcentagem de folhas e cachos afetados pela presença do patógeno. A porcentagem de área ocupada por míldio foi estimada usando a escala diagramática proposta por Buffara et al., (2014) para folhas (Figura 2), e a escala diagramática proposta por Caffi et al., (2010) para cachos (Figura 3). A intensidade da doença (em porcentagem) foi então calculada como a severidade média da doença em todas as folhas e cachos amostrados.



**Figura 2.** Escala diagramática para quantificação da severidade do míldio em folhas de videira, proposta por Buffara et al., (2014) (Números são os percentuais da área foliar afetada).

Os dados de severidade forneceram informações para o cálculo da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), assim como a plotagem das curvas de progresso da doença em relação ao tempo. Para o cálculo desta variável, utilizou-se a equação proposta por Shaner & Finney (1977), conforme a equação abaixo:

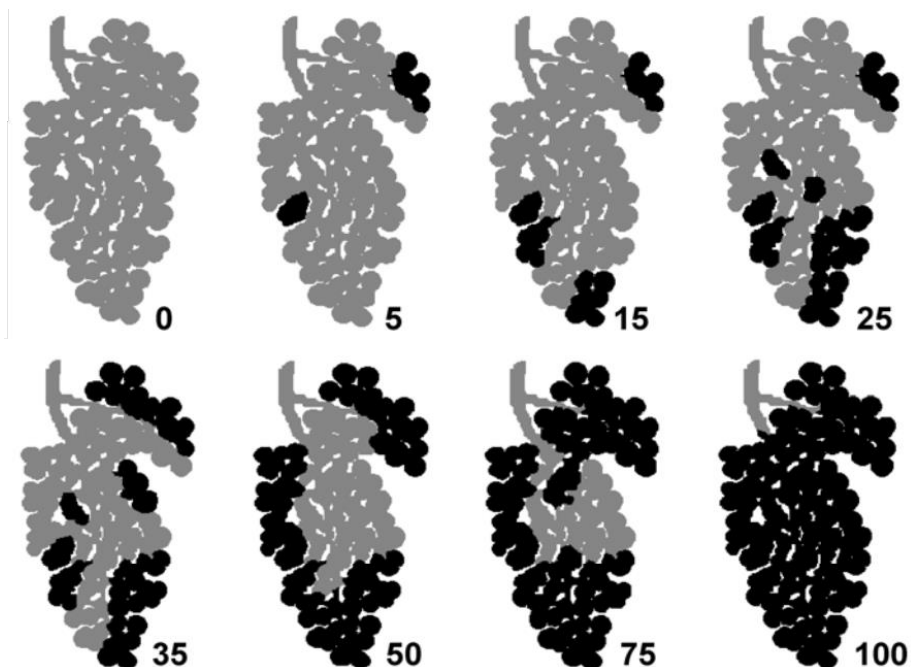
$$AACPD = \sum_1^{n-1} \left[ \frac{(Y_i + Y_{i+1})}{2} * (t_{i+1} - t_i) \right]$$

Em que  $y_i$  e  $y_{i+1}$  são as percentagens da área foliar lesionada observadas nas avaliações  $i$  e  $i+1$ ;  $t_i$  e  $t_{i+1}$  correspondem ao tempo nos dias  $i$  e  $(i+1)$  e  $n$  equivale ao número final de avaliações.

Os índices de controle do míldio foram obtidos pela relação  $1 - (x/y)$ , em que  $x$  representa o índice da doença das plantas tratadas e  $y$  representa o índice de doença da testemunha (Li et al., 1996).

Os dados de incidência e AACPD do míldio nas folhas e nos cachos (transformados para  $\sqrt{x}$ ) foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa *Assistat* (SILVA; AZEVEDO (2016). As médias foram comparadas pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

No final do ciclo das plantas, no estágio vegetativo 38 – maturação plena, realizou-se a colheita de todos os cachos avaliados de cada tratamento.



**Figura 3.** Escala diagramática para quantificação da severidade do míldio em cachos de uvas, proposta por Caffi et al., (2010). A severidade da doença é expressa como uma percentagem da área preta (afetada) sobre a área total do cacho.

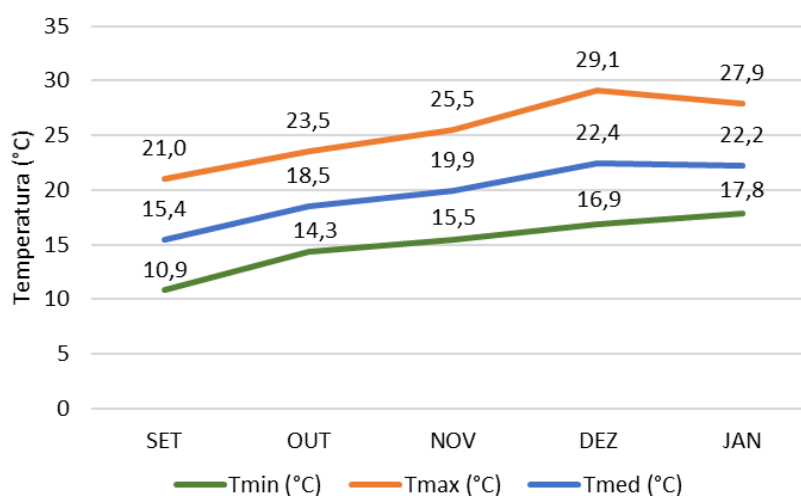


## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Dados Meteorológicos

Durante o período de setembro de 2019 a janeiro de 2020, as temperaturas médias mensais variaram de 10,9 a 29,1°C (Figura 4) e ficaram acima do normal, de acordo com as normais climatológicas (Embrapa Uva e Vinho, 2020).

Nos meses de novembro e dezembro, período em que foram realizadas as aplicações e maior parte das avaliações, a temperatura média foi de 19,9 a 22,4 °C, respectivamente, sendo favoráveis para a ocorrência da infecção de *Plasmopara viticola*, onde as condições ótimas ocorrem entre 18 °C e 22 °C (SÔNEGO et al., 2005).

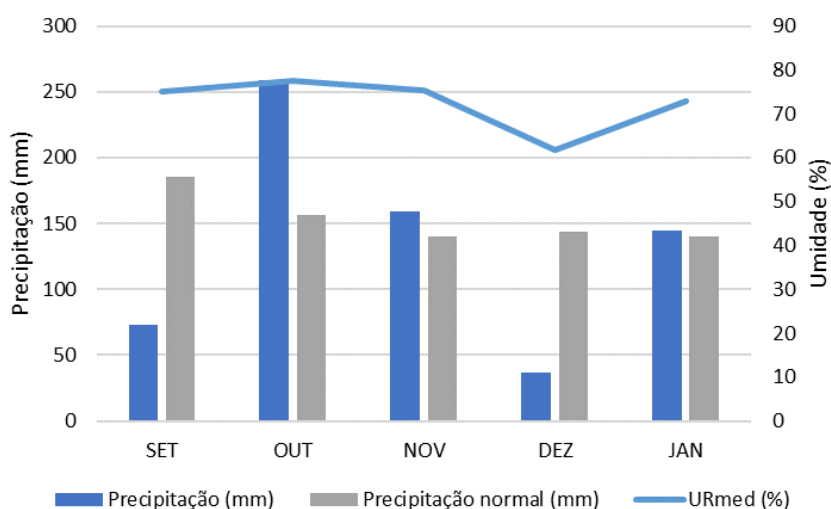


**Figura 4.** Temperaturas médias mensais de Bento Gonçalves-RS no período de setembro de 2019 a janeiro de 2020. Dados registrados na Estação Automática do INMET - Instituto Nacional de Meteorologia), localizada na sede da Embrapa Uva e Vinho, em Bento Gonçalves-RS (Embrapa Uva e Vinho, 2020).

A pluviosidade total durante o período foi de 673 mm, sendo o volume muito abaixo do esperado, de acordo com a normal climatológica (765 mm). No entanto, nos meses de outubro (259 mm) e novembro (159 mm) os volumes de chuvas foram elevados (Figura 5), inclusive dificultando as pulverizações dos tratamentos. Em contrapartida, em dezembro ocorreu apenas 37 mm de chuva, quando o esperado é de 144 mm.

Verificou-se que a umidade relativa média do ar (UR) em outubro e novembro foi de 77,6 e 75,2%, respectivamente (Figura 5), e foram favoráveis tanto à infecção, que ocorre com UR acima de 75%, quanto à esporulação, com UR a partir de 70% (SÔNEGO et al., 2005; GESLLER et al., 2011). De acordo com Rossi e Caffi (2012), a infecção requer a ocorrência simultânea das seguintes condições: temperatura do ar  $\geq 10$  ° C, brotações com pelo menos 10 cm de comprimento (presença de folhas com 6 a 8 cm<sup>2</sup> de área) e um mínimo de 10 mm de precipitação em 24 a 48 h. Além disso, segundo estudo de Angelotti et al. (2012), 2 horas de molhamento foliar são suficientes para que ocorra a infecção.

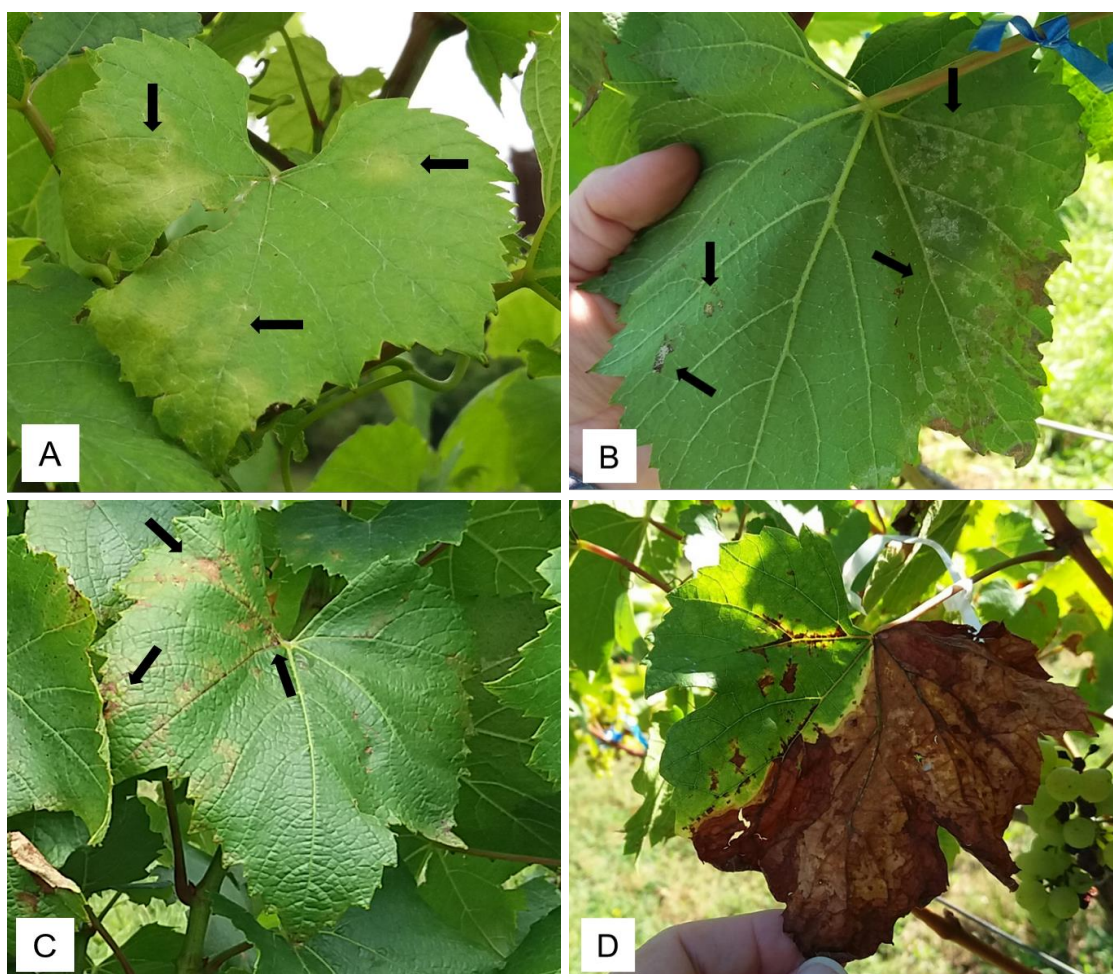
Em outubro e novembro ocorreram 15 e 11 dias com precipitação (dados não mostrados), respectivamente, confirmando a ocorrência de uma combinação de temperaturas ótimas, chuva frequente e umidade constante, que possibilitou as infecções, especialmente no período de florescimento até bagas tamanho ‘ervilha’, crítico para infecção de míldio (SÔNEGO et al., 2005; NAVES et al., 2005).



**Figura 5.** Pluviosidade mensal, pluviosidade normal climatológica e umidade relativa média de Bento Gonçalves-RS no período de setembro de 2019 a janeiro de 2019. Dados registrados na Estação Automática do INMET - Instituto Nacional de Meteorologia), localizada na sede da Embrapa Uva e Vinho, em Bento Gonçalves-RS (Embrapa Uva e Vinho, 2020).

#### 4.2 Efeito de diferentes substâncias no controle do míldio nas folhas da cultivar ‘Chardonnay’ em nível de campo

Os primeiros sintomas da doença apareceram no início de novembro de 2019, que correspondeu ao estágio fenológico 23 (pleno florescimento) (Eichhorn e Lorenz, 1984), em folhas do tratamento testemunha (controle não tratado) (Figura 6A). Como o período de incubação (tempo da infecção à produção de esporos) de *P. viticola* pode variar de 4 a 18 dias (SÔNEGO et al., 2005), estima-se que, provavelmente, a infecção pelo patógeno possa ter ocorrido entre meados de outubro e início de novembro.

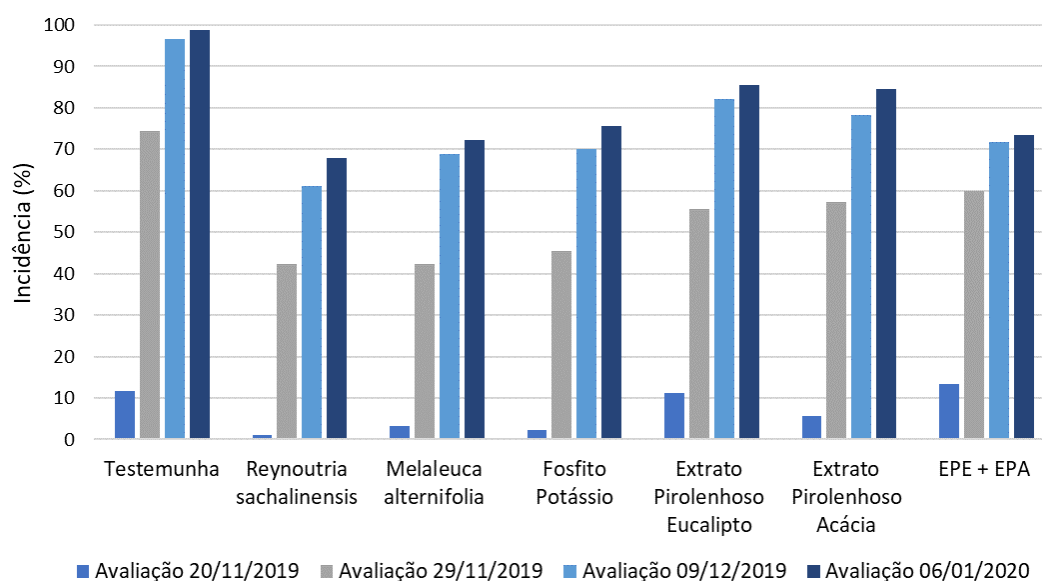


**Figura 6.** Folha de videira com sintomas e sinais de míldio (*Plasmopara viticola*). A) Parte adaxial apresentando manchas-de-óleo (ver setas). B) Parte abaxial apresentando esporangióforos e esporângios de cor branca e aspecto cotonoso – mofo branco (ver setas). C) Formação de áreas necrosadas (Ver setas). D) Amarelamento e necrose da folha. O experimento foi conduzido em nível de campo durante o período de outubro de 2019 a janeiro de 2020.

Na face adaxial das folhas, inicialmente, apareceram manchas amareladas, causadas pelo encharcamento do mesófilo, sintoma conhecido como “mancha de óleo” (Figura 6A). Após alguns dias observou-se na face abaxial das folhas ‘esporulação branca’, que são os

esporangióforos e esporângios de cor branca e aspecto cotonoso (Figura 6B). Com o desenvolvimento da doença, no início de dezembro, essas manchas evoluíram com a formação de áreas necrosadas de coloração marrom avermelhada nas folhas (Figura 6C), que nos casos mais severos, posteriormente, causaram o amarelamento e necrose de grande parte da área foliar (Figura 6D), causando a morte completa do tecido. As folhas severamente infectadas caíram precocemente da planta, principalmente no controle não tratado, o que pode comprometer a próxima produção dessas plantas (AMORIM et al., 2016; SÔNEGO et al., 2005).

Na evolução da incidência dos sintomas causados pelo míldio em folhas, verificou-se que os tratamentos extrato de *Reynoutria sachalinensis*, extrato de *Melaleuca alternifolia* e fosfito de potássio apresentaram os menores valores de incidência na primeira avaliação (20/11/2019), enquanto os extratos pirolenhosos tiveram os maiores valores (Figura 7). Este comportamento se manteve ao longo do período avaliado, no entanto, a partir da segunda avaliação (29/11/2019) a incidência em folhas no tratamento testemunha já se destacou pelo alto percentual (cerca de 75%) em relação aos demais tratamentos.



**Figura 7.** Evolução da incidência dos sintomas causados pelo fungo *Plasmopara viticola* em folhas de videira, cv. 'Chardonnay' (*Vitis vinifera*), submetidas a diferentes pulverizações de substâncias em teste, em condições de campo. Foram feitas 4 avaliações (conforme legendas), 10 folhas por planta em parcelas de 3 plantas por tratamento. Plantas foram pulverizadas a cada sete dias de intervalo. As plantas testemunhas foram deixadas sem tratamento. Concentrações dos tratamentos foram: Extrato *Reynoutria sachalinensis* 1,5 L ha<sup>-1</sup>; Extrato de *Melaleuca alternifolia* 1,5 L ha<sup>-1</sup>; Fosfito Potássio 2 mL L<sup>-1</sup>; Extrato Pirolenhoso Eucalipto (EPE) 20 mL L<sup>-1</sup>; Extrato Pirolenhoso Acácia (EPA) 20 mL L<sup>-1</sup>; mistura de EPE 20 mL L<sup>-1</sup> + EPA 20 mL L<sup>-1</sup>.

Verificou-se uma alta incidência de míldio em folhas no experimento, com a testemunha apresentando 98,89% das plantas com sintomas da doença (Tabela 2). No final das avaliações, todas as substâncias testadas apresentaram menor incidência em folhas e diferiram significativamente da testemunha, no entanto esses tratamentos mostraram valores de incidência intermediários a elevados, variando de 67,78 a 85,56%. As pulverizações com extrato de *Reynoutria sachalinensis* (1,5 L ha<sup>-1</sup>), extrato de *Melaleuca alternifolia* (1,5 L ha<sup>-1</sup>) e EPE (20 mL L<sup>-1</sup>) + EPA (20 mL L<sup>-1</sup>) proporcionaram a maior redução na incidência de míldio nas folhas de videira, com valores de 31,46, 26,97 e 25,84%, respectivamente, não apresentando diferença estatística entre si ( $P < 0,05$ ). Em contrapartida, a menor redução de incidência foi proporcionada pelos EPE (13,48%) e EPA (14,61%) utilizados isoladamente na dose de 20 mL L<sup>-1</sup>, que não diferiram entre si e nem do fosfito de potássio (23,6%) na dose 2 mL L<sup>-1</sup>.

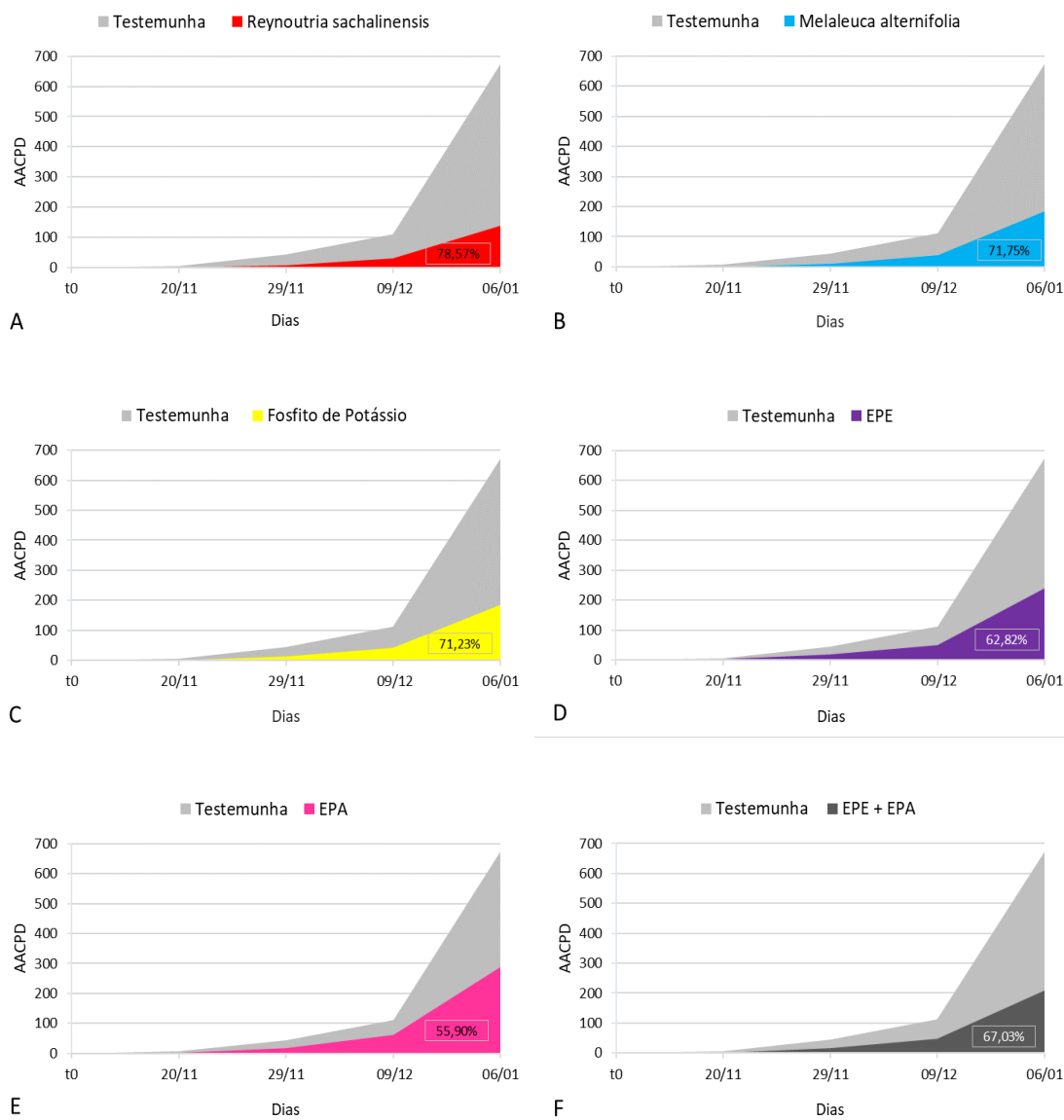
**Tabela 2.** Efeito dos tratamentos na incidência de sintomas e na área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), utilizando dados de severidade de míldio nas folhas de videira cv. ‘Chardonnay’, em 06/01/2020, com os respectivos índices de controle. Estação Experimental IFRS, Bento Gonçalves - Safra 2019/2020.

Tratamento	Incidência (%)	Controle (%)	AACPD <sup>(1)</sup>	Controle (%)
Testemunha	98,89 a*	-	834,04 a	-
<i>Reynoutria sachalinensis</i> (1,5 L ha <sup>-1</sup> )	67,78 d	31,46	178,71 b	78,57
<i>Melaleuca alternifolia</i> (1,5 L ha <sup>-1</sup> )	72,22 d	26,97	235,64 b	71,75
Fosfito potássio (2 mL L <sup>-1</sup> )	75,56 bc	23,60	239,98 b	71,23
Extrato Pirolenhoso Eucalipto (20 mL L <sup>-1</sup> )	85,56 b	13,48	310,06 b	62,82
Extrato Pirolenhoso Acácia (20 mL L <sup>-1</sup> )	84,44 bc	14,61	367,83 b	55,90
EPE (20 mL L <sup>-1</sup> ) + EPA (20 mL L <sup>-1</sup> )	73,33 cd	25,84	274,96 b	67,03
CV%	7,57		9,78	

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade; AACPD foram obtidas de acordo com a equação de Shaner & Finney (1977) após 115 dias do ciclo, <sup>(1)</sup>Dados transformados para  $\sqrt{x}$ ; Percentagens de controle foram estimadas pelo fator  $[1 - (x/y)]$ , onde ‘x’ corresponde à AACPD das plantas tratadas e ‘y’ à AACPD da testemunha sem controle; EPE: extrato pirolenhoso de eucalipto; EPA: extrato pirolenhoso de acácia.

Analisando-se o progresso da doença no decorrer das avaliações, constata-se a eficácia das substâncias avaliadas na redução do progresso da severidade do míldio nas folhas das videiras (Figura 8). Na segunda avaliação, em 29/11/2019, as folhas das plantas não tratadas já apresentaram AACPD maior que o dobro dos demais tratamentos, com um aumento expressivo desse valor a partir de 09/12/2019, comparado às substâncias alternativas. *Reynoutria sachalinensis* se destacou pela menor severidade em folhas durante todo o período avaliado, apresentando 78,57% de controle do míldio (Figura 8A). As pulverizações com *Melaleuca alternifolia* e fosfíto de potássio apresentaram progresso semelhante da doença, resultando em 71,75 e 71,23% de controle de *P. viticola*, respectivamente (Figura 8B e C). Já para as folhas de videira tratadas com o EPA (20 mL L<sup>-1</sup>), observou-se a menor porcentagem de controle entre as substâncias, de apenas 55,9% (Figura 8E). Além disso, o EPE (20 mL L<sup>-1</sup>) e a mistura de EPE (20 mL L<sup>-1</sup>) + EPA (20 mL L<sup>-1</sup>) apresentaram níveis de controle intermediários nas folhas, de 62,82 e 67,03% (Figura 8D e F), quando comparados aos demais tratamentos.

Ao final das avaliações, todas as substâncias testadas reduziram significativamente a severidade da doença em folhas, comparadas à testemunha, que apresentou a maior AACPD, (834,04) (Tabela 2). Entre as substâncias avaliadas, *Reynoutria sachalinensis* apresentou a menor AACPD (178,71), seguido de *Melaleuca alternifolia* (235,64), fosfíto de potássio (239,98), mistura dos EPE + EPA (274,96), EPE (310,06) e EPA (367,83), mas não diferiram estatisticamente entre si.



**Figura 8.** Área abaixo da curva de progresso da doença de míldio e percentual de controle (valores nas caixas) em folhas de videira, cv. ‘Chardonnay’, submetidas a diferentes pulverizações de substâncias em teste, em condições de campo. Foram feitas 4 avaliações, 10 folhas por planta e 30 folhas por tratamento. Plantas foram pulverizadas a cada sete dias de intervalo. A) Testemunha x *Reynoutria sachalinensis* (1,5 L ha<sup>-1</sup>); B) Testemunha x *Melaleuca alternifolia* (1,5 L ha<sup>-1</sup>); C) Testemunha x Fosfito Potássio (2 mL L<sup>-1</sup>); D) Testemunha x Extrato Pirolenhoso Eucalipto (20 mL L<sup>-1</sup>); E) Testemunha x Extrato Pirolenhoso Acácia (20 mL L<sup>-1</sup>); F) Testemunha x mistura de Extrato Pirolenhoso Eucalipto (20 mL L<sup>-1</sup>) + Extrato Pirolenhoso Acácia (20 mL L<sup>-1</sup>). Avaliações foram feitas com base na escala diagramática de Buffara et al., (2014) e as AACPDs foram obtidas de acordo com a equação de Shaner & Finney (1977). Percentagens de controle foram estimadas pelo fator  $[1 - (x/y)]$ , onde ‘x’ corresponde à AACPD das plantas tratadas e ‘y’ à AACPD da testemunha sem controle.

A eficácia do extrato de *Reynoutria sachalinensis* (ingrediente ativo de Regalia Maxx®) na redução do míldio em folhas também foi verificada por Herger e Klingauf (1990) que obtiveram redução na esporulação e na densidade das hifas de *P. viticola* em plantas em casa-de-vegetação. Além disso, as videiras apresentaram senescência retardada e aumento no teor de clorofila, produção de etileno e diversas atividades enzimáticas, confirmando a indução de resistência após a pulverização com *R. sachalinensis*. Da mesma forma, Schilder et al. (2002) observaram que oito aplicações de extrato de *R. sachalinensis* (Milsana® 1%) ao longo do ciclo da videira reduziram a severidade do míldio (*P. viticola*) em folhas em 46,2% em comparação com o controle não tratado. Segundo os pesquisadores, a otimização do momento de aplicação desta substância pode melhorar o seu desempenho, uma vez que é um protetor e possui pouca ou nenhuma atividade erradicante.

Na região da Serra Gaúcha, o extrato de *Reynoutria sachalinensis* (Regalia Maxx®) na dose de 200 mL 100 L<sup>-1</sup> também apresentou desempenho mediano no controle do míldio da videira, proporcionando 45,9% de proteção nas folhas da cv. ‘Cabernet Sauvignon’ conduzida em casa de vegetação. No entanto, a eficácia desse extrato pode ter sido prejudicada em função das aplicações do produto terem iniciado apenas após o surgimento dos primeiros sintomas do *P. viticola* (CASSUBA, 2018). Em nosso estudo verificamos uma maior eficácia (78,57%) do extrato de *R. sachalinensis* no controle do míldio em folhas, em comparação com os estudos relatados acima, o que pode ter ocorrido porque a formulação atual, Regalia Maxx®, possui maior concentração do extrato de *R. sachalinensis* e melhor desempenho no controle de patógenos do que a formulação anterior, Milsana® (SU et al., 2012), pela maior dose utilizada e pelo tratamento preventivo, fornecendo proteção de contato, translaminar e sistêmica (BRASIL, 2019).

O efeito do extrato de *Melaleuca alternifolia* (ingrediente ativo de Timorex Gold®) foi avaliado por Dagostin et al. (2011) em duas formulações, óleo essencial (BM-608) na dose 0,5% e o extrato vegetal (Timorex) na dose 1%. Ambas as formulações reduziram significativamente a severidade do míldio em condições semi-controladas, em comparação com o controle não tratado. Além disso, o nível de controle fornecido por esses produtos não diferiu significativamente do controle fornecido pelo cobre. No entanto, sob condições de campo, as formulações de *Melaleuca* não proporcionaram um bom controle nas folhas das cultivares ‘Cabernet Sauvignon’, ‘Riesling-Sylvaner’ e ‘Chasselas’.

Estudo semelhante foi realizado em um vinhedo orgânico por Latorre et al. (2012), que avaliaram a formulação BM-608 (óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* à 23,8%) para o



controle do míldio. Foram realizadas 13 aplicações na dose 0,75%, com intervalos de 7 dias, iniciando a partir do aparecimento dos primeiros sintomas da doença até a colheita. Sob as condições experimentais do estudo, caracterizadas por pressão moderada da doença, o produto proporcionou controle efetivo *P. viticola* comparado ao controle não tratado. Verificou-se uma redução de cerca de 29,7 e 42% na incidência e severidade do míldio em folhas da cv. 'Malvasia di Candia', respectivamente. Em nossa pesquisa verificamos um melhor desempenho na redução da severidade em folhas (71,75%), que pode ter ocorrido pela maior eficácia da formulação Timorex Gold®, com modo de ação de contato e mesostêmico e como indutor de resistência (BRASIL, 2019), comparada a formulação anterior BM-608, a base de óleo essencial de *Melaleuca*, e também porque as aplicações iniciaram antes do aparecimento dos primeiros sintomas da doença.

Resultados de eficácia no controle do míldio da videira também foram obtidos com a utilização do extrato de *M. alternifolia*, formulação Timorex 66 EC (contendo 66% de óleo da planta). Testes em câmaras de crescimento com plantas da cv. 'Emerald Riesling' em vasos proporcionaram uma redução na porcentagem de área foliar infectada com míldio, utilizando a concentração de 0,25% do extrato, e inibição total do desenvolvimento da doença nas plantas tratadas com 0,5%. Testes de campo, utilizando as cultivares 'Cabernet Sauvignon' e 'Carignane', revelaram que essa formulação de *M. alternifolia* na concentração 1%, aplicado em intervalos de 7 dias, com um total de cinco pulverizações, controlou *P. viticola* com a mesma eficácia obtida com o tratamento com cobre. O percentual de folhas infectadas com míldio no controle não tratado, Timorex 66 EC e cobre foi de 62,5, 16,3 e 21,3%, respectivamente. Segundo o estudo, Timorex pode ser usado como substituto do cobre para o controle do míldio na viticultura orgânica e convencional (REUVENI et al., 2006).

No presente trabalho, o fosfito de potássio (2 mL L<sup>-1</sup>) proporcionou 71,23% de redução da severidade do míldio em folhas. Resultados semelhantes foram relatados por Pereira et al. (2010) em estudo onde 12 pulverizações com intervalos semanais, a partir das brotações das plantas, com os fosfitos de potássio (doses de 3, 4,5 e 6 mL L<sup>-1</sup>) proporcionaram maior redução dos valores da área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) de míldio nas folhas de videira 'Merlot', durante dois ciclos de avaliação, resultando em um controle médio de 72% da doença, e sendo semelhante ao tratamento com fungicidas. Em um estudo posterior, Pereira et al. (2012) observaram efeito linear das doses de fosfitos de potássio sobre a redução da severidade do míldio em folhas, nas duas safras avaliadas. A maior dose (5,0 g L<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) de

Phi A proporcionou controle médio de 60,5% e a de Phi B de 57,7%, semelhante ao controle pelos fungicidas (64,3%) e pelo fertilizante foliar (53,3%).

Sônego et al. (2003) observaram elevada eficácia de fosfito de potássio em condições de campo, em Bento Gonçalves, durante quatro ciclos de crescimento da cultivar ‘Cabernet Sauvignon’, com redução média de 89 e 91% da incidência e severidade do míldio em folhas, respectivamente. Também verificaram melhores resultados no controle da doença com aplicações dos fosfitos a cada 7 dias, quando comparadas a 15 dias. Sônego e Garrido (2005) relataram que a maioria dos fosfitos apresenta controle equivalente, ou até melhor, ao proporcionado por fungicidas normalmente utilizados para o controle de míldio da videira.

Resultados de elevada eficácia do fosfito de potássio (0,6%), utilizando duas aplicações com intervalo de 15 dias, pós-infecção do patógeno, foram relatados por Reuveni (1997), que obteve cerca de 98% de redução da incidência em brotos e da severidade do míldio em folhas de ‘Cabernet sauvignon’ em relação ao controle não tratado, apresentando resultados semelhantes aos fungicidas. Segundo o estudo, o efeito do fosfito de potássio ocorreu, principalmente, pela significativa redução na esporulação e aceleração da necrose das manchas de “óleo” do míldio, que uma vez secas, erradicaram eficientemente a doença, evitando a produção de inóculo.

Nas condições do Litoral Sul Catarinense, pulverizações semanais de fosfito de potássio (0,3%), a partir do estágio de duas ou três folhas diferenciadas até o início da compactação do cacho, reduziram em 94% a AACPD da severidade em folhas da cv. ‘Goethe’ (PERUCH; BRUNA, 2008). Também Gomes et al. (2011) observaram que plantas de videira da cultivar ‘Isabel’, tratadas com fosfito de potássio ( $130 \text{ g } 100 \text{ L}^{-1}$ ) apresentaram 83,13% de redução da incidência do míldio em folhas em relação à testemunha sem tratamento. Foram realizadas 13 pulverizações em intervalos semanais, iniciadas 17 dias após a poda. Os resultados de controle da doença e produtividade média foram semelhantes ao tratamento com fungicidas.

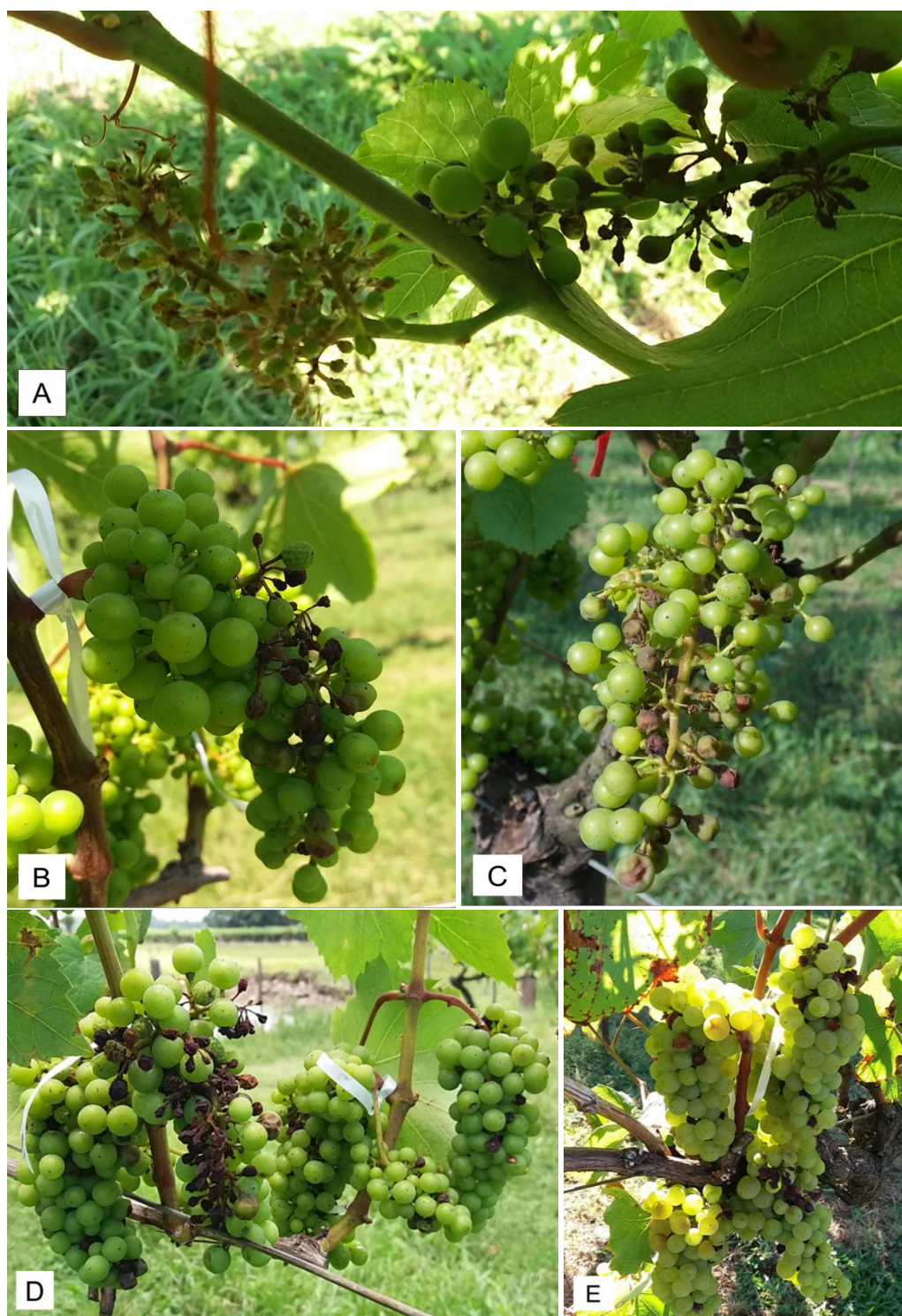
Os resultados obtidos com os extratos pirolenhosos mostraram uma redução de 62%, em média, na severidade do míldio em folhas, e o aumento da concentração do ácido pirolenhoso, proporcionado pela utilização da mistura dos extratos não proporcionou maior eficácia. Estes resultados corroboram parcialmente com àqueles verificados por Cassuba (2018), que verificou que o EPE na dose de  $100 \text{ mL } 100 \text{ L}^{-1}$  proporcionou apenas 31,70% de proteção nas folhas da cv. ‘Cabernet sauvignon’ conduzida em casa-de-vegetação, com início das pulverizações após a infecção pelo patógeno. Também observou que o EPE na dose mais

elevada (1000 mL 100 L<sup>-1</sup>) não promoveu melhores resultados no controle da doença nas folhas, em comparação com a dose mais baixa (100 mL 100 L<sup>-1</sup>). O melhor desempenho da substância no controle da doença em nosso estudo, pode ter ocorrido pela maior dose utilizada, bem como pelo tratamento preventivo.

De maneira geral, as pulverizações com as substâncias testadas proporcionaram resultados de elevada incidência do míldio em folhas da cultivar ‘Chardonnay’, variando de 67,8 a 85,6%, sendo o valor maior do que foi relatado em alguns dos estudos citados anteriormente. Tais resultados podem ter sido influenciados pela tecnologia de aplicação dos produtos, realizada com pulverizador costal, com baixa pressão, que não propiciou uma boa deposição de gotas pequenas das substâncias na superfície inferior das folhas (estômatos), principalmente, nas brotações localizadas no interior do dossel vegetativo. A menor proteção junto aos estômatos, via de entrada do patógeno, pode ter reduzido a eficácia no controle das infecções primárias de *P. viticola*, aumentando a incidência da doença nas folhas.

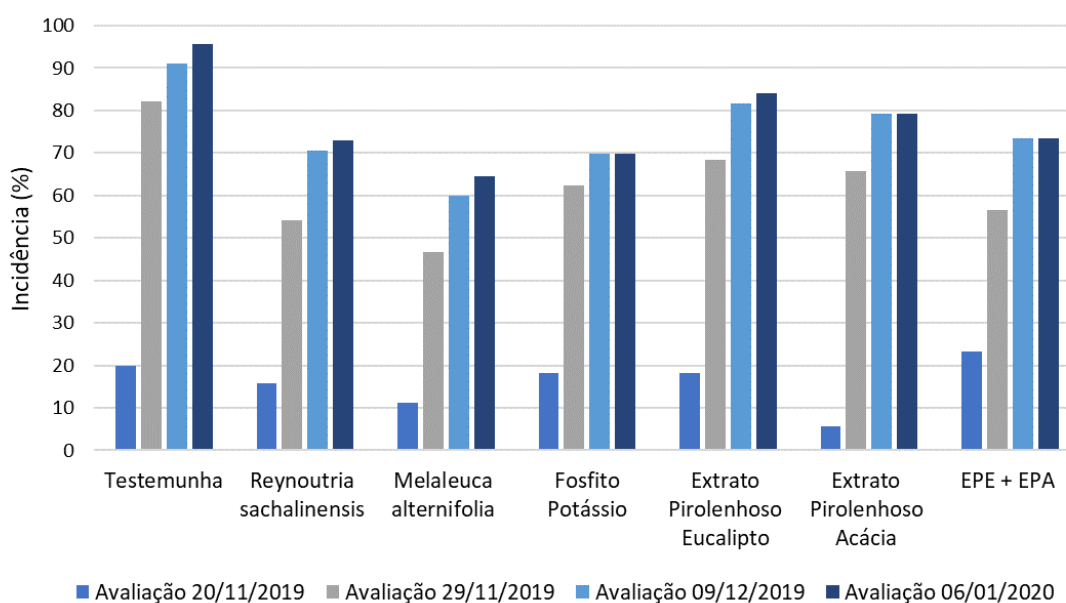
#### **4.3 Efeito de diferentes substâncias no controle do míldio nos cachos da cultivar ‘Chardonnay’ em nível de campo**

Os sintomas do míldio em cachos foram observados a partir de meados de novembro, correspondendo ao período entre o final do florescimento e o início da frutificação (limpeza de cachos). Na primeira avaliação, realizada em 20/11/2019, as plantas apresentavam cachos com a doença em bagas novas (Figura 9A) e também em bagas mais desenvolvidas (Figura 9B e C), nas quais, provavelmente, *Plasmopara viticola* penetrou pelo pedicelo e se desenvolveu no seu interior, tornando-as escuras e com depressões na superfície, sintoma denominado de ‘míldio larvado’ (SÔNEGO et al., 2005). Com a evolução dos sintomas do míldio larvado, observou-se bagas escuras e endurecidas destacando-se facilmente do cacho na avaliação realizada em 09/12/2019 (Figura 9D) e 06/01/2020 (Figura 9E).



**Figura 9.** Cachos de videira, cv. Chardonnay, com sintomas de míldio. A) Sintomas iniciais da doença (20/11/2019) em bagas novas. B) e C) Sintomas em bagas mais desenvolvidas, tornando-as escuras e com depressões na superfície, sintoma denominado de ‘míldio larvado’. D) Evolução dos sintomas do míldio larvado, com bagas escuras e endurecidas destacando-se facilmente do cacho, em 09/12/2019, e E) em 06/01/2020. O experimento foi conduzido em nível de campo durante o período de outubro de 2019 a janeiro de 2020.

Destaca-se a rapidez na dispersão do patógeno nos cachos, verificada principalmente na testemunha, onde em apenas nove dias, a incidência do míldio evoluiu de 20 para 82,2%, correspondendo ao percentual da primeira e da segunda avaliação, respectivamente (Figura 10). Esse aumento expressivo na incidência da doença em um curto período de tempo, se deve, principalmente, pela ocorrência de alta umidade no período, favorecendo o desenvolvimento dos ciclos sucessivos (ciclos secundários) da doença, a partir das infecções primárias (SÔNEGO et al., 2005). Quanto à evolução da incidência do míldio em cachos, entre as substâncias avaliadas, *Melaleuca alternifolia* apresentou os menores percentuais a partir da segunda avaliação (29/11/2019) e se manteve ao longo do período avaliado. Em contrapartida, plantas pulverizadas com EPE apresentaram maior incidência em cachos no mesmo período.



**Figura 10.** Evolução da incidência dos sintomas causados pelo fungo *Plasmopara viticola* em cachos de videira, cv. 'Chardonnay' (*Vitis vinifera*), submetidas a diferentes pulverizações de substâncias em teste, em condições de campo. Foram feitas 4 avaliações (conforme legendas), 5 cachos por planta em parcelas de 3 plantas por tratamento. Plantas foram pulverizadas a cada sete dias de intervalo. As plantas testemunhas foram deixadas sem tratamento. Concentrações dos tratamentos foram: Extrato *Reynoutria sachalinensis* 1,5 L ha<sup>-1</sup>; Extrato de *Melaleuca alternifolia* 1,5 L ha<sup>-1</sup>; Fosfito de Potássio 2 mL L<sup>-1</sup>; Extrato Pirolenhoso Eucalipto (EPE) 20 mL L<sup>-1</sup>; Extrato Pirolenhoso Acácia (EPA) 20 mL L<sup>-1</sup>; mistura de EPE 20 mL L<sup>-1</sup> + EPA 20 mL L<sup>-1</sup>.

No período vegetativo avaliado houve uma alta incidência do míldio em cachos, onde a testemunha apresentou o maior percentual (95,56%) e não diferiu significativamente do EPE (83,97%), que conferiu a menor proteção (12,13%) (Tabela 3). As pulverizações com *Melaleuca alternifolia* e Fosfito de potássio proporcionaram a maior redução na incidência do míldio nos cachos, com valores de 32,56 e 27,01%, respectivamente, não apresentando diferença estatística entre si ( $P < 0,05$ ). As demais substâncias apresentaram desempenho intermediário. O tratamento com a mistura dos EPE + EPA, que propiciou uma maior concentração de ácido pirolenhoso, não apresentou maior eficácia na redução da incidência da doença em cachos comparado as pulverizações isoladas dessas substâncias.

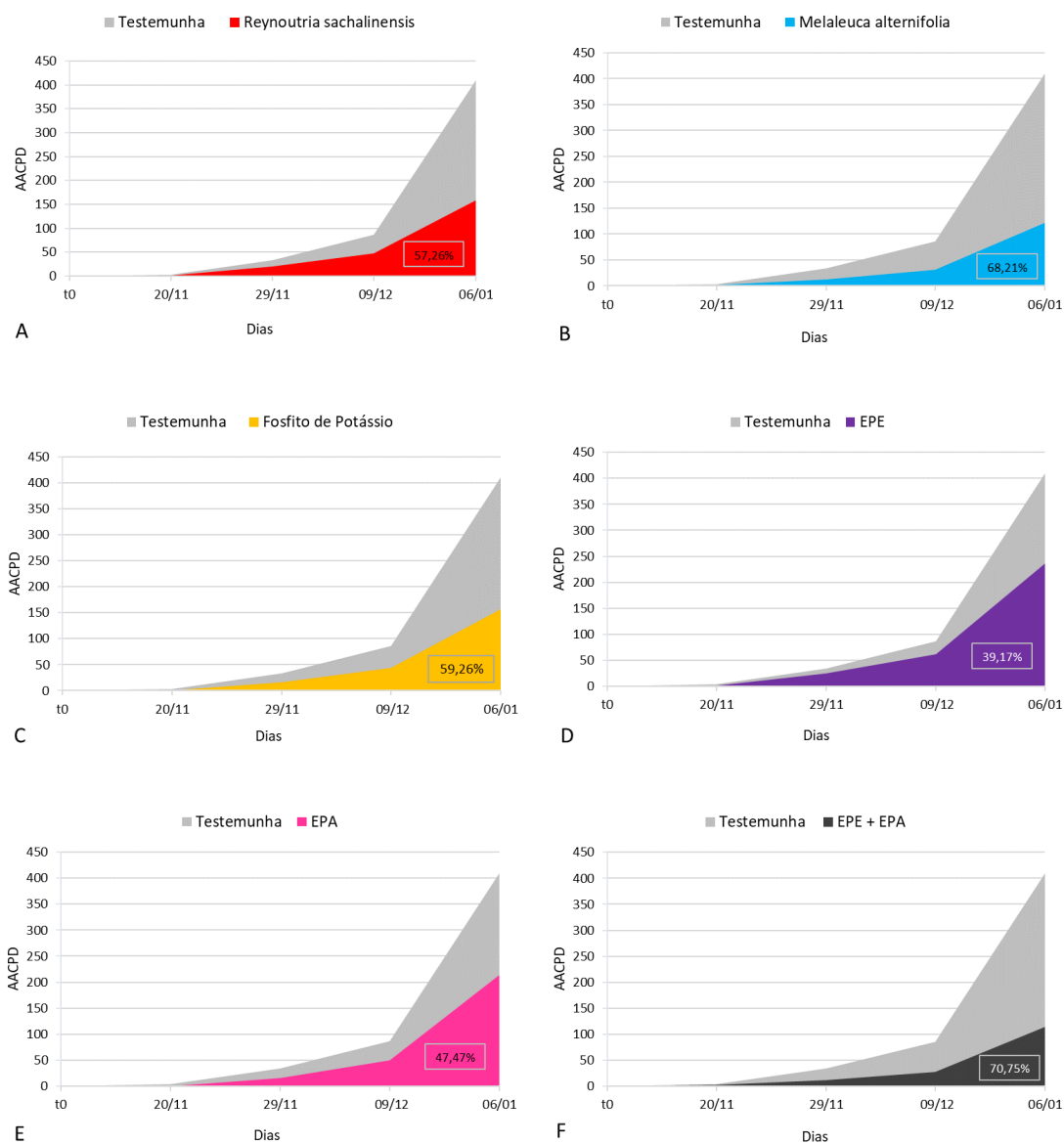
**Tabela 3.** Efeito dos tratamentos na incidência de sintomas e na área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), utilizando dados de severidade de míldio nos cachos de videira cv. ‘Chardonnay’, em 06/01/2020, com os respectivos índices de controle. Estação Experimental IFRS, Bento Gonçalves - Safra 2019/2020.

Tratamento	Incidência (%)	Controle (%)	AACPD <sup>(1)</sup>	Controle (%)
Testemunha	95,56 a*	-	532,88 a	-
<i>Reynoutria sachalinensis</i> (1,5 L ha <sup>-1</sup> )	72,86 bc	23,75	227,73 bc	57,26
<i>Melaleuca alternifolia</i> (1,5 L ha <sup>-1</sup> )	64,44 d	32,56	169,41 cd	68,21
Fosfito potássio (2 mL L <sup>-1</sup> )	69,74 cd	27,01	217,10 bc	59,26
Extrato Pirolenhoso Eucalipto (20 mL L <sup>-1</sup> )	83,97 ab	12,13	324,17 b	39,17
Extrato Pirolenhoso Acácia (20 mL L <sup>-1</sup> )	79,32 bc	16,99	279,94 bc	47,47
EPE (20 mL L <sup>-1</sup> ) + EPA (20 mL L <sup>-1</sup> )	73,33 bc	23,26	155,88 d	70,75
CV%	8,66		12,39	

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade; AACPD foram obtidas de acordo com a equação de Shaner & Finney (1977) após 115 dias do ciclo, <sup>(1)</sup>Dados transformados para  $\sqrt{x}$ ; Percentagens de controle foram estimadas pelo fator  $[1 - (x/y)]$ , onde ‘x’ corresponde à AACPD das plantas tratadas e ‘y’ à AACPD da testemunha sem controle; EPE: extrato pirolenhoso de eucalipto; EPA: extrato pirolenhoso de acácia.

Apesar da elevada incidência de *P. viticola* em cachos (Tabela 2), observou-se a eficácia das substâncias testadas na redução do progresso da severidade do míldio (Figura 11). Os tratamentos com *Melaleuca alternifolia* e com a mistura de EPE (20 mL L<sup>-1</sup>) + EPA (20 mL L<sup>-1</sup>) apresentaram progresso semelhante da doença durante todo o período avaliado, resultando nos maiores índices de controle, 68,21 e 70,75%, respectivamente (Figura 11B e F), quando comparados aos demais tratamentos. *Reynoutria sachalinensis* e Fosfito de potássio também apresentaram progresso semelhante do míldio em cachos, com 57,26 e 59,26% de controle, respectivamente (Figura 11A e C). Já o tratamento com EPA teve progresso similar ao *Reynoutria sachalinensis* e Fosfito de potássio até a terceira avaliação (09/12/2019), e após esta data apresentou aumento na severidade, resultando em apenas 47,47% de controle da doença (Figura 11E). O menor índice de controle foi conferido pelo EPE (39,17%), com progresso da doença nos cachos muito semelhante ao tratamento testemunha até a terceira avaliação (Figura 11D).





**Figura 11.** Área abaixo da curva de progresso da doença de míldio e percentual de controle (valores nas caixas) em cachos de videira, cv. ‘Chardonnay’, submetidos a diferentes pulverizações de substâncias em teste, em condições de campo. Foram feitas 4 avaliações, 5 cachos por planta e 15 cachos por tratamento. Plantas foram pulverizadas a cada sete dias de intervalo. A) Testemunha x *Reynoutria sachalinensis* 1,5 L ha<sup>-1</sup>; B) Testemunha x *Melaleuca alternifolia* 1,5 L ha<sup>-1</sup>; C) Testemunha x Fosfito de Potássio 2 mL L<sup>-1</sup>; D) Testemunha x Extrato Pirolenhoso Eucalipto 20 mL L<sup>-1</sup>; E) Testemunha x Extrato Pirolenhoso Acácia 20 mL L<sup>-1</sup>; F) Testemunha x mistura de Extrato Pirolenhoso Eucalipto 20 mL L<sup>-1</sup> + Extrato Pirolenhoso Acácia 20 mL L<sup>-1</sup>. Avaliações foram feitas com base na escala diagramática proposta por Caffi & Rossi (2010) e as AACPDs foram obtidas de acordo com a equação de Shaner & Finney (1977). Percentagens de controle foram estimadas pelo fator  $[1 - (x/y)]$ , onde ‘x’ corresponde à AACPD das plantas tratadas e ‘y’ à AACPD da testemunha sem controle.



Ao final das avaliações, todas as substâncias testadas reduziram significativamente a severidade da doença em cachos, comparadas à testemunha que apresentou a maior AACPD (Tabela 3). As pulverizações com *Melaleuca alternifolia* e com a mistura dos extratos pirolenhosos (EPE 20 mL L<sup>-1</sup> + EPA 20 mL L<sup>-1</sup>) proporcionaram menor severidade de míldio nos cachos das videiras. Esses tratamentos apresentaram as menores AACPD e não diferiram significativamente entre si. Plantas tratadas com *Reynoutria sachalinensis*, Fosfito de potássio e EPA proporcionaram AACPD intermediárias, e não diferiram entre si nem do tratamento com *Melaleuca alternifolia*. Os extratos pirolenhosos de eucalipto e acácia, quando utilizados isoladamente, mostraram menor redução da AACPD, não diferindo estatisticamente entre si, indicando que a matéria-prima vegetal não interferiu no controle da doença. No entanto, houve uma redução significativa da severidade de míldio nos cachos das videiras tratadas com a mistura desses extratos, quando comparada ao seu uso isolado, o que pode ter ocorrido devido ao efeito inibidor da substância, potencializado pelos componentes da mistura e / ou pela maior concentração de ácido pirolenhoso.

Não há relatos na literatura sobre a eficácia do EPI no controle do míldio em cachos de videiras. No entanto, Cassuba (2018) verificou no estudo *in vitro*, que o EPE na dose de 100 mL 100 L<sup>-1</sup> apresentou maior capacidade de inibir o lançamento dos zoósporos para o meio aquoso, quando comparado às substâncias Sinon®, Eco-shot® e Regalia Maxx®, calda bordalesa, Fosfito de Cobre®, Phyto-SAR® e Glucona de Cobre®. Tal resultado pode explicar a diminuição da capacidade do *P. viticola* causar a doença no campo, resultando na maior eficácia da substância para o controle do míldio nos cachos da videira ‘Chardonnay’, quando utilizado na mistura de EPE + EPA.

Em relação a eficácia do *Melaleuca alternifolia* (Timorex Gold®) no controle do míldio em cachos de videiras, nosso resultado é semelhante ao relatado por Dagostin et al. (2011), que observaram, em média, 78% de controle da doença em cachos das cultivares ‘Cabernet Sauvignon’, ‘Riesling-Sylvaner’ e ‘Chasselas’ tratados com Timorex 1%, diferindo significativamente do controle não tratado e semelhante ao controle químico. Porém, os autores observaram, sob condições de campo, maior eficácia no controle da doença em cachos, do que em folhas, o que não foi observado no presente estudo, onde a substância apresentou alta eficácia no controle de *P. viticola* tanto em folhas quanto em cachos, sendo 71,75 e 68,21%, respectivamente.

Também no estudo de Latorre et al. (2012), em um vinhedo orgânico da cv. ‘Malvasia di Candia’, 13 aplicações de *Melaleuca alternifolia* (dose 0,75%) com intervalos de 7 dias,

iniciando a partir do aparecimento dos primeiros sintomas da doença até a colheita, proporcionaram controle efetivo de *P. viticola* comparado ao controle não tratado. As pulverizações com a substância reduziram cerca de 27,4 e 45,3% na incidência e severidade do míldio em cachos, respectivamente. As diferentes concentrações utilizadas, bem como a aplicação inicial do extrato antes do aparecimento do patógeno, provavelmente propiciaram o melhor desempenho de Timorex Gold® na redução da severidade da doença em nosso estudo.

Além disso, estudos *in vitro* com *Melaleuca alternifolia* nas concentrações de 5 e 10 % inibiram em 83% e 87% a germinação de esporangiósporos de *P. viticola*, respectivamente (SANTANA, 2015), e podem contribuir para explicar a eficácia no controle do míldio à campo. Em outro estudo, Fialho et al. (2017) obtiveram 100% de inibição da germinação de esporos de *P. viticola* após 6 horas de incubação, como efeito do contato direto do óleo essencial de *M. alternifolia* (4%) sobre o patógeno, em laboratório. No entanto, quando aplicado em folhas de videira em condições de campo, sobre o patógeno, o óleo de *Melaleuca* apresentou uma redução de cerca de 50% no percentual de inibição da germinação dos esporos entre 24 e 48 horas de incubação.

O modo de ação antifúngica do óleo de *M. alternifolia* não é totalmente entendido, mas mecanismos foram propostos com base no dano que ele causa nas membranas dos patógenos (COX et al. 1998; CARSON et al., 2006). Terpinen-4-ol é o principal componente ativo responsável pela eficácia antimicrobiana do óleo (COX et al. 2001), e em conjunto com o composto 1,8-cineol atua principalmente nas membranas celulares e organelas de *B. cinerea*, apresentando atividade antifúngica sinérgica (YU et al., 2015). Análises de folhas infectadas tratadas com Timorex Gold® (*M. alternifolia*) revelaram ruptura da membrana celular fúngica e destruição da parede celular de *Mycosphaerella fijiensis*. O produto também causou um forte encolhimento e ruptura das hifas fúngicas e células conidiais de *Sphaerotheca fuliginea* (REUVENI; SANCHES; BARBIER, 2020). De acordo com estes estudos, os modos de ação curativa e supressora do Timorex Gold (*M. alternifolia*) podem explicar seu sucesso no controle dos patógenos fúngicos.

A eficácia do extrato de *Reynoutria sachalinensis* (Regalia Maxx®) no controle de *P. viticola* em cachos foi verificada por Schmitt et al. (2002), em ensaios realizados em vinhedos orgânicos na Alemanha entre 1999 e 2001, onde a combinação de extrato de *Reynoutria*, em diferentes formulações de Milsana® (concentrações de 0,5%, 1,2% e 1,8%) + *Bacillus brevis* (antagonista), aplicada a cada 7 a 10 dias, resultou em redução significativa da incidência e severidade do míldio em bagas de uvas comparado ao controle não tratado, porém com menor

eficácia do que os tratamentos cobre + enxofre e *B. brevis* + enxofre. Outra evidência de eficácia de *R. sachalinensis* no controle do míldio foi verificada em estudo *in vitro*, quando a substância, na concentração de 200 mL 100L<sup>-1</sup>, exposta durante o período de 15 horas a suspensão de esporângios, apresentou bom desempenho na inativação dos zoósporos de *P. viticola*, diferindo estatisticamente do controle negativo (CASSUBA, 2018), o que pode ter contribuído para o controle do míldio em nosso estudo.

O modo de ação do extrato de *R. sachalinensis* no controle de *P. viticola* não foi claramente elucidado. No entanto, em várias culturas agrícolas, já foi demonstrado que a substância induz resistência sistêmica nas plantas e funciona através de múltiplos mecanismos simultâneos ao nível celular, dos quais os mais importantes levam ao aumento de fitoalexinas, compostos fenólicos, proteínas PR, acumulação de espécies reativas de oxigênio e lignificação da parede celular (SU et al., 2012). Plantas de videira tratadas preventivamente com o extrato *R. sachalinensis* apresentaram redução na esporulação e na densidade das hifas de *P. viticola*, bem como, senescência retardada e aumento no teor de clorofila, produção de etileno e diversas atividades enzimáticas (HERGER, G.; KLINGAUF, 1990).

Outro estudo em videira demonstrou que o extrato de *R. sachalinensis* (Milsana®), em condições de campo, reduziu em média 80% a severidade do oídio comparado ao controle não tratado, com resultado semelhante aos fungicidas sintéticos. Segundo o estudo, o alto potencial de redução da doença pelo extrato de *Reynoutria* pode ser explicado pela maior quantidade de peroxidase (PO) e polifenol oxidase (PPO), as enzimas oxidativas de defesa, além de compostos fenólicos presentes nas folhas de videiras tratadas com o extrato (ABDU-ALLAH; ABO-ELYOUSR, 2017). Neste caso, podemos inferir que o extrato *Reynoutria* pode ter efeito direto na inibição do patógeno, impedindo o fechamento do seu ciclo de vida no hospedeiro, e indireto, pela indução de resistência sistêmica na videira.

Já o fosfito de potássio (Beifiur), na dose de 2 ml L<sup>-1</sup>, reduziu em apenas 27% a incidência do míldio em cachos. Resultado diferente foi verificado por Pereira et al. (2010) utilizando 12 pulverizações em intervalos semanais, a partir das brotações das videiras, com diferentes formulações e doses (3, 4,5 e 6 mL L<sup>-1</sup>) de fosfitos, onde todos os fosfitos foram eficientes no controle (em média 92%) e propiciaram baixa incidência da doença em cachos da cv. 'Merlot'. De modo semelhante, Peruch e Bruna (2008) relataram que pulverizações semanais de 0,3% de fosfito de potássio, a partir do estágio de duas ou três folhas diferenciadas até o início da compactação do cacho, reduziram em 76% a incidência do míldio nos cachos da cv. 'Goethe'. Provavelmente, o momento inicial das aplicações (início do florescimento), o

menor número de aplicações, bem como a utilização de uma dosagem menor do fosfito Beifiur e / ou menores concentrações de nutrientes, pode ter contribuído para a menor eficácia na redução da incidência do míldio no presente estudo.

Apesar disso, o fosfito de potássio avaliado teve um bom desempenho na redução da severidade do míldio em cachos (cerca de 60%). Sônego et al. (2003), avaliando diferentes formulações/concentrações e intervalos de aplicação de fosfitos, durante quatro ciclos de crescimento da cultivar ‘Cabernet Sauvignon’, em condições de campo, em Bento Gonçalves, observaram elevada eficácia de fosfito de potássio, com redução média de 94 e 97% da incidência e severidade do míldio em cachos, respectivamente. As pulverizações a cada 7 dias com fosfitos de potássio proporcionaram um melhor controle da doença comparado às aplicações a cada 15 dias. Para um controle mais eficiente do míldio, as pulverizações do fosfito de potássio devem ser preventivas. Resultados semelhantes foram obtidos por Sônego e Garrido (2005), onde a utilização de fosfito de potássio controlou o míldio em folhas e cachos de videira ‘Merlot’ e ‘Cabernet’ com resultados similares aos proporcionados pelo uso de fungicidas. Segundo os autores, a eficácia dos fosfitos, tanto em folhas quanto em cachos, varia em função da concentração de nutrientes e doses utilizadas.

Os resultados obtidos com fosfito de potássio contra *P. viticola* confirmam a atividade conhecida do íon fosfito no controle de várias doenças de plantas causadas por oomicetos, particularmente *Phytophthora* spp. (FENN; COFFEY, 1984; FÖRSTER et al., 1998; LOBATO et al., 2008), além de *Pythium* spp. (COOK et al., 2009) e *Peronosclerospora sorghi* (PANICKER; GANGADHARAN, 1999). As respostas positivas encontradas neste estudo e, em muitos outros, provavelmente estão relacionadas ao modo de ação duplo dos fosfitos no controle de doenças de plantas, agindo diretamente sobre os patógenos (com efeito fungicida) e, também, indiretamente, induzindo respostas de defesa na planta (FENN; COFFEY, 1984; DALIO et al., 2012).

Neste sentido, Pereira (2009) verificou que os fosfitos de potássio proporcionaram menor incidência de míldio nas folhas de videiras da cv. ‘Merlot’ e apresentaram toxidez direta, inibindo a germinação de esporângios. Além disso, também induziram respostas de defesa na videira pelo aumento da atividade das enzimas peroxidase, polifenoloxidase e quitinases e o aumento de ligninas. Os nutrientes podem agir como sinalizadores para indução de resistência. Estudo recente indica que o controle de míldio pelo fosfito de potássio pode ser explicado pela ativação de respostas de defesa nas plantas de videira com a indução de genes e enzimas da rota dos fenilpropanoides, principal via de sinalização de defesa da videira (PEREIRA, 2013), e que

leva a formação de flavonoides, estilbenos e antocianinas, que participam de vários processos durante a formação de bagas, vinificação, além de atuarem contra a infecção de patógenos (JEANDET et al., 2002).

No presente estudo, ao final do ciclo das videiras, verificou-se que os tratamentos proporcionaram diferentes índices de controle da doença nos cachos colhidos (Figura 12). Todas as substâncias avaliadas reduziram significativamente a severidade média de míldio em cachos comparadas à testemunha (Figura 12A). As pulverizações com a mistura de EPE 20 mL L<sup>-1</sup> + EPA 20 mL L<sup>-1</sup>, *Melaleuca alternifolia*, *Reynoutria sachalinensis* e Fosfito de potássio apresentaram maior eficácia, com 74,8, 74,5, 68,7 e 68,1% de controle da doença, respectivamente, não diferindo estatisticamente entre si (Figura 12G, C, B e D). Os índices mais baixos de controle de míldio foram verificados nos cachos tratados com os EPE e EPA (20 mL L<sup>-1</sup>) usados isoladamente, sendo 48,6 e 53,1%, respectivamente (Figura 12E e F).



**Figura 12.** Percentual de controle (valores nas caixas) de míldio em cachos de videira da cultivar Chardonnay tratados com as seguintes substâncias e doses: A) Testemunha (plantas que não foram pulverizadas); B) *Reynoutria sachalinensis* 1,5 L ha<sup>-1</sup>; C) *Melaleuca alternifolia* , 1,5 L ha<sup>-1</sup>; D) Fosfito de Potássio 2 mL L<sup>-1</sup>; E) Extrato Pirolenhoso Eucalipto 20 mL L<sup>-1</sup>; F) Extrato Pirolenhoso Acácia 20 mL L<sup>-1</sup>; G) mistura de Extrato Pirolenhoso Eucalipto 20 mL L<sup>-1</sup> + Extrato Pirolenhoso Acácia 20 mL L<sup>-1</sup>; H) comparação entre cacho com sintoma de míldio (H1) e podridões (H2). Percentagens de controle foram estimadas pelo fator  $[1 - (x/y)]$ , onde 'x' corresponde à severidade média das plantas tratadas e 'y' à severidade média da testemunha sem controle, em 06/01/2020. Dados de severidade média transformados para  $\sqrt{x}$ . Médias seguidas por letras distintas são significativamente diferentes, de acordo com o teste de Duncan ( $P < 0,05$ ). O experimento foi conduzido em nível de campo durante o período de outubro de 2019 a janeiro de 2020.

Também observou-se a incidência de podridões nos cachos avaliados de todos os tratamentos no momento da colheita, em 22/01/2020. Porém, visualmente, os cachos tratados com os extratos pirolenhosos (Figura 12E, F e G) e a testemunha (Figura 12A) parecem apresentar maiores danos dessas podridões (Figura 12H2), com sintoma nitidamente diferente de míldio (Figura 12H1). Como não foram realizadas aplicações de outros produtos para o controle de fungos que causam podridões (a não ser um possível efeito dos tratamentos utilizados), e a cultivar ‘Chardonnay’ é muito suscetível para essas doenças, principalmente *Botrytis cinerea* e *Glomerella cingulata* (ZANUS, 2005), além da podridão-ácida (cachos muito compactos), somado a ocorrência de elevada umidade relativa do ar durante o mês de janeiro de 2020 (maturação), esses danos são esperados nos tratamentos (e na testemunha) com as substâncias que não apresentam eficácia no controle de podridões.

No entanto, *Melaleuca alternifolia* (Timorex Gold®) também controla *Botrytis* e *Glomerella* (GARCIA et al., 2019; YU et al., 2015) e *Reynoutria sachalinensis* (Regalia Maxx®) controla *Botrytis* (SCHILDER et al., 2002; SCHMITT et al., 2002). Por isso, podem ter contribuído para a menor incidência e severidade de podridões nos cachos da ‘Chardonnay’, além do controle de míldio. Somando-se a isso, ambas as substâncias controlam *Uncinula necator* (KONSTANTINIDOU-DOLTSINIS, et al., 2007; ABDU-ALLAH; ABO-ELYOUSR, 2017; SCHILDER et al., 2002; SCHMITT et al., 2002; REUVENI et al., 2006), sendo vantagens potenciais para sua utilização na videira.

O bom desempenho do Fosfíto de potássio no controle do míldio, aliado a outros benefícios que podem ser esperados com a sua aplicação, como o aumento do teor de sólidos solúveis totais e do pH, e redução da acidez total titulável das bagas (PEREIRA et al., 2012; PINTO et al., 2013), faz dele um produto promissor para uso na viticultura.

Bons resultados foram observados para a maioria das substâncias avaliadas e, provavelmente, sua eficácia no controle de míldio pode ser ainda maior, se alguns procedimentos de manejo forem ajustados. Para garantir maior proteção, as pulverizações podem iniciar no estágio de 2 ou 3 folhas separadas ou logo após a brotação da videira. Além disso, a tecnologia de aplicação deve garantir uma boa cobertura (gotas pequenas) das substâncias em ambas as superfícies das folhas, principalmente na superfície inferior destas, onde estão localizados a maioria dos estômatos, porta de entrada de *P. viticola* (GESSLER et al., 2011), para interromper a zoosporogênese ou a motilidade dos zoósporos, diminuindo o



potencial de patogênese (ISLAM; VON TIEDEMANN; LAATSCH, 2011). Como alguns produtos de biocontrole podem apresentar baixa persistência e baixo nível de resistência à chuva (DAGOSTIN et al., 2010), talvez seja necessário um maior número de aplicações e, principalmente, a sua reaplicação após uma precipitação, garantindo uma maior eficácia no controle de míldio.

Na produção de uvas viníferas suscetíveis ao míldio, como a cv. ‘Chardonnay’, a integração dessas substâncias alternativas à boas práticas culturais ou outros métodos de biocontrole, pode contribuir para viabilizar a produção orgânica, mesmo em regiões com elevada pressão da doença. Além disso, a sua integração com o uso de cultivares resistentes ao míldio, como as ‘PIWI’ ou outras, proporcionaria benefícios ainda mais significativos para ambos os sistemas de produção, orgânico e convencional, permitindo uma maior redução no uso de cobre e de outros fungicidas nos vinhedos, além de diminuir a pressão de seleção sobre *P. viticola*, contribuindo para a garantia da durabilidade da resistência genética e do manejo sustentável da doença.

Os resultados aqui relatados podem ajudar a validar os extratos vegetais e fosfito de potássio como ferramentas para o controle alternativo em programas de manejo integrado do míldio, a fim de reduzir as quantidades de produtos químicos sintéticos aplicados em vinhedos, contribuindo para proteger a saúde humana e o meio ambiente.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todas as substâncias estudadas reduziram a incidência e a severidade do míldio nas folhas e cachos da cultivar ‘Chardonnay’ em condições de campo, com exceção do extrato pirolenhoso de eucalipto utilizado isoladamente, que não reduziu a incidência da doença em cachos. De maneira geral, houve maior eficácia das substâncias na redução da severidade do que na incidência de míldio em folhas e cachos.

*Reynoutria sachalinensis* apresentou a maior redução da severidade do míldio em folhas, seguido pela *Melaleuca alternifolia* e fosfito de potássio, com índices de controle de 78,57, 71,75 e 71,23%, respectivamente.

A mistura dos extratos pirolenhosos de eucalipto e acácia e o extrato de *Melaleuca alternifolia* apresentaram o menor progresso da doença e a maior redução da severidade média de míldio em cachos ao final do ciclo vegetativo da videira, com 74,8 e 74,5% de controle, respectivamente.

Os extratos de *Melaleuca alternifolia*, *Reynoutria sachalinensis*, extratos pirolenhosos de eucalipto e acácia, bem como o fosfito de potássio podem ser uma alternativa para o manejo integrado do míldio da videira, diminuindo os impactos ambientais e promovendo a sustentabilidade da viticultura.

## REFERÊNCIAS

- ABDU-ALLAH, Gamal AM; ABO-ELYOUSR, Kamal AM. Effect of certain plant extracts and fungicides against powdery mildew disease of Grapevines in Upper Egypt. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, v. 50, n. 19-20, p. 957-969, 2017.
- ACHARY, V. Mohan M. et al. Phosphite: a novel P fertilizer for weed management and pathogen control. *Plant biotechnology journal*, v. 15, n. 12, p. 1493-1508, 2017.
- ALMANÇA, MARCUS ANDRÉ KURTZ et al. Diseases incidence and fungicide cost reduction with overhead covered grapes. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 39, n. 4, 2017.
- ALMANÇA, Marcus André Kurtz; LERIN, Sabrina; CAVALCANTI, Fábio Rossi. Doenças da videira. *Informe Agropecuário, Belo Horizonte*, v. 36, n. 289, p. 7-12, 2015.
- ALVES, Mariangela et al. Ação de diferentes preparações de extrato pirolenhoso sobre *Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES). *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 29, n. 2, p. 382-385, 2007.
- AMORIM, L.; SPÓSITO, M.B.; KUNIYUKI, H. (Ed.). Doenças da Videira. In: AMORIM, L. et al (Ed.). *Manual de Fitopatologia*. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda, 2016. Cap. 73. p. 745-757.
- ANDERSON, Michael M. et al. Viticultural evaluation of French and California Chardonnay clones grown for production of sparkling wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, v. 59, n. 1, p. 73-77, 2008.
- ANGELOTTI, F. et al. Infecção de *Plasmopara viticola* sob diferentes temperaturas e períodos de molhamento foliar. In: **Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22., 2012, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves: SBF, 2012., 2012.
- AUSTIN, Craig N.; WILCOX, Wayne F. Effects of fruit-zone leaf removal, training systems, and irrigation on the development of grapevine powdery mildew. *American Journal of Enology and Viticulture*, v. 62, n. 2, p. 193-198, 2011.
- AZEVEDO, Francisco Roberto et al. Inseticidas vegetais no controle de *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) em pomar de goiaba. *Holos*, v. 4, p. 77-86, 2013.
- AZIZ, Aziz et al. Laminarin elicits defense responses in grapevine and induces protection against *Botrytis cinerea* and *Plasmopara viticola*. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, v. 16, n. 12, p. 1118-1128, 2003.
- BAIMARK, Yodthong et al. Utilization of wood vinegars as sustainable coagulating and antifungal agents in the production of natural rubber sheets. *Journal of Environmental Science and Technology*, v. 1, n. 4, p. 157-163, 2008.

BARCHIETTO, T.; SAINDRENAN, P.; BOMPEIX, G. Physiological responses of *Phytophthora citrophthora* to a subinhibitory concentration of phosphonate. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 42, n. 2, p. 151-166, 1992.

BEIFORT. **Fertilizantes Organominerais**. Disponível em: <<https://www.beifort.com.br/fertilizantes-organominerais>>. Acesso em: 18 abr. 2020.

BETTIOL, WAGNER. Métodos alternativos para o controle de doenças de plantas. In: MICHREFF, S. G.; BARROS, R. (Eds.) **Proteção de plantas na agricultura sustentável**. Recife: UFRPE. 2001. p. 123-139.

BOWERS, John et al. Historical genetics: the parentage of Chardonnay, Gamay, and other wine grapes of northeastern France. **Science**, v. 285, n. 5433, p. 1562-1565, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT**. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Brasília, [2019]. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 08 set. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009. Normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 25, Anexo V, jul. 2009.

BROPHY, Joseph J. et al. Gas chromatographic quality control for oil of *Melaleuca terpinen-4-ol* type (Australian tea tree). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 37, n. 5, p. 1330-1335, 1989.

BUFFARA, Cláudia Regina Scapin et al. Elaboration and validation of a diagrammatic scale to assess downy mildew severity in grapevine. **Ciência Rural**, v. 44, n. 8, p. 1384-1391, 2014.

BUONASSISI, Daniele et al. Breeding for grapevine downy mildew resistance: a review of “omics” approaches. **Euphytica**, v. 213, n. 5, p. 103, 2017.

BURRUANO, Santella. The life-cycle of *Plasmopara viticola*, cause of downy mildew of vine. **Mycologist**, v. 14, n. 4, p. 179-182, 2000.

CADLE-DAVIDSON, Lance. Variation within and between *Vitis* spp. for foliar resistance to the downy mildew pathogen *Plasmopara viticola*. **Plant disease**, v. 92, n. 11, p. 1577-1584, 2008.

CAFFI, Tito; ROSSI, Vittorio; BUGIANI, Riccardo. Evaluation of a warning system for controlling primary infections of grapevine downy mildew. **Plant disease**, v. 94, n. 6, p. 709-716, 2010.

CALONNEC, Agnes et al. Impacts of plant growth and architecture on pathogen processes and their consequences for epidemic behaviour. **European Journal of Plant Pathology**, v. 135, n. 3, p. 479-497, 2013.

CAMARGO, U. A.; RITSCHER, P. S. New table and wine grape cultivars: world scenario with emphasis on Brazil. **Acta horticulturae**, 2008.

CAMARGO, U. A.; TONIETTO, J.; HOFFMANN, A. Progressos na viticultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 144-149, 2011.

CAMARGO, U. A. Uvas para processamento: Cultivares. **Embrapa Informação Tecnológica**. 2012. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/uva\\_para\\_processamento](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/uva_para_processamento)  
Acesso em: 08 mar. 2020.

CAMPOS, A. D. Informação Técnica sobre Extrato Pirolenhoso. **Embrapa Clima Temperado-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2018.

CAMPOS, Ângela Diniz. Técnicas para produção de extrato pirolenhoso para uso agrícola. **Embrapa Clima Temperado-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2007.

CARDOSO, Loana Silveira et al. Alterações micrometeorológicas em vinhedos pelo uso de coberturas de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 4, p. 441-447, 2008.

CARISSE O., BACON R.L., McFADDEN-SMITH W., 2006. Identification guide to the major diseases of grapes. Agriculture and Agri-Food, Canada, **Publication 10092**, 31 p., 2006.

CARLEN, C. et al. Control of air borne diseases in strawberries with natural and synthetic elicitors. **Acta Horticulturae**, 2004.

CARSON, C. F.; HAMMER, K. A.; RILEY, T. V. Melaleuca alternifolia (tea tree) oil: a review of antimicrobial and other medicinal properties. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 19, n. 1, p. 50-62, 2006.

CASSUBA, Kelly Francine. **Desempenho de novas substâncias recomendáveis à viticultura orgânica para o controle do míldio em condições de casa de vegetação e campo**. 2018. 75 f. TCC. IFRS, Bento Gonçalves. 2018.

CASTRO, Ciro de et al. Análise econômica do cultivo e extração do óleo essencial de Melaleuca alternifolia Cheel. **Revista árvore**, v. 29, n. 2, p. 241-249, 2005.

CAVALCANTI, Fabio Rossi; FORESTI, V.; RIBEIRO JÚNIOR, P. M. Aspectos da indução de resistência em plantas de videira. **Embrapa Uva e Vinho-Documentos (INFOTECA-E)**, 2014.

CAVALCANTI, Fábio Rossi; GARRIDO, Lucas da Ressurreição. Controle de doenças. In: GARRIDO, Lucas da Ressurreição; HOFFMANN, Alexandre; SILVEIRA, Samar Velho da. **Produção integrada de uva para processamento: manejo de pragas e doenças**. Brasília: Embrapa, 2015. v. 4, p. 32-48.

CHAVARRIA, Geraldo et al. Incidência de doenças e necessidade de controle em cultivo protegido de videira. **Revista brasileira de fruticultura**. Jaboticabal, SP. Vol. 29, n. 3, p. 477-482, 2007.

CHAVARRIA, Geraldo; SANTOS, Henrique Pessoa dos. Manejo de videiras sob cultivo protegido. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, p. 1917-1924, 2009.

CHEN, Jiao et al. Inhibition effect of 58 plant extracts against grape downy mildew (*Plasmopara viticola*). **Natural Product Research and Development**, v. 14, n. 5, p. 9-13, 2002.

COHEN, Yigal et al. Extracts of *Inula viscosa* control downy mildew of grapes caused by *Plasmopara viticola*. **Phytopathology**, v. 96, n. 4, p. 417-424, 2006.

CONCHA, J. M.; MOORE, L. S.; HOLLOWAY, W. J. 1998 William J. Stickel Bronze Award. Antifungal activity of *Melaleuca alternifolia* (tea-tree) oil against various pathogenic organisms. **Journal of the American Podiatric Medical Association**, v. 88, n. 10, p. 489-492, 1998.

COOK, Phillip J.; LANDSCHOOT, Peter J.; SCHLOSSBERG, Maxim J. Inhibition of *Pythium* spp. and suppression of *Pythium* blight of turfgrasses with phosphonate fungicides. **Plant Disease**, v. 93, n. 8, p. 809-814, 2009.

COX, S. D. et al. Tea tree oil causes K<sup>+</sup> leakage and inhibits respiration in *Escherichia coli*. **Letters in Applied Microbiology**, v. 26, n. 5, p. 355-358, 1998.

COX, S. D.; MANN, C. M.; MARKHAM, J. L. Interactions between components of the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. **Journal of Applied Microbiology**, v. 91, n. 3, p. 492-497, 2001.

CZERMAINSKI, Ana Beatriz Costa; SÔNEGO, Olavo Roberto. Influência das condições climáticas sobre a eficácia de fungicidas empregados para o controle do míldio em *Vitis vinifera*. **Ciência Rural**, v. 34, n. 1, p. 5-11, 2004.

CZERMAINSKI, A. B. C.; ZAT, D. A. 50 Anos de informações meteorológicas de Bento Gonçalves, RS: análise descritiva. **Embrapa Uva e Vinho-Comunicado Técnico 113**. p. 16, 2011.

CUNICO, M. M. et al. Estudo da atividade antifúngica de *Ottonia martiana* Miq., Piperaceae: um teste in vivo. **Embrapa Florestas-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2003.

DAAYF, F. et al. The effects of plant extracts of *Reynoutria sachalinensis* on powdery mildew development and leaf physiology of long English cucumber. **Plant Disease**, v. 79, n. 6, p. 577-580, 1995.

DA COSTA, Andréa Ferreira et al. Comportamento de cultivares de videira em relação ao míldio. **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2017.

DA COSTA SORATO, Adriana Matheus et al. Controle Alternativo de *Aspergillus niger* em Sementes de Zarcilito com Licor Pirolenhoso de Timburi in vitro. **Cadernos de Agroecologia**, v. 11, n. 2, 2016.

DAGOSTIN, Silvia et al. Are there alternatives to copper for controlling grapevine downy mildew in organic viticulture? **Crop Protection**, v. 30, n. 7, p. 776-788, 2011.

DAGOSTIN, Silvia et al. Salvia officinalis extract can protect grapevine against Plasmopara viticola. **Plant Disease**, v. 94, n. 5, p. 575-580, 2010.

DALIO, R. J. D. et al. O triplo modo de ação dos fosfitos em plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 20, n. 1, p. 206-243, 2012.

DANIEL, Rosalie; GUEST, David. Defence responses induced by potassium phosphonate in Phytophthora palmivora-challenged Arabidopsis thaliana. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 67, n. 3-5, p. 194-201, 2006.

DA SILVA, C. M. et al. Controle alternativo do míldio da videira com extrato aquoso de cinamomo e óleo vegetal. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 79, n. 4, p. 587-594, 2012.

DE BEM, Betina P. et al. Effect of four training systems on the temporal dynamics of downy mildew in two grapevine cultivars in southern Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v. 41, n. 6, p. 370-379, 2016.

DE BEM, Betina P. et al. Effect of Y-trellis and vertical shoot positioning training systems on downy mildew and botrytis bunch rot of grape in highlands of southern Brazil. **Scientia Horticulturae**, v. 185, p. 162-166, 2015.

DELONG, Candace N. et al. Apple disease control and bloom-thinning effects by lime sulfur, Regalia, and JMS Stylet-Oil. **Plant health progress**, v. 19, n. 2, p. 143-152, 2018.

DE MELLO, L. M. R.; FREIRE, J. de M.; CALDART, W. L. Transformações na estrutura produtiva dos viticultores da Serra Gaúcha: 1985/1991. **Embrapa Uva e Vinho-Documents (INFOTECA-E)**, 1992.

DE MELLO, L. M. R.; MACHADO, Carlos Alberto E. Cadastro Vitícola do Rio Grande do Sul: 2013 a 2015. **Embrapa Uva e Vinho-Livro científico (ALICE)**, 2017.

DIEZ-NAVAJAS, A. M. et al. Nonhost versus host resistance to the grapevine downy mildew, Plasmopara viticola, studied at the tissue level. **Phytopathology**, v. 98, n. 7, p. 776-780, 2008.

DONDE, Abilene Rodrigues et al. Avaliação in vitro de extratos vegetais no desenvolvimento micelial de Phytophthora sp. **Seminário de Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos**, n. 1, 2013.

DOS SANTOS, H. P. et al. Necessidades de frio hibernal para evolução da dormência de gemas de videira. In: **Embrapa Uva e Vinho-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. Brazilian Journal of Plant Physiology, Londrina, v. 23, p. 255, set. 2011., 2011.

EMBRAPA UVA E VINHO. **Clima e Produção**: Dados Meteorológicos. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/uva-e-vinho/dados-meteorologicos/bento-goncalves>>. Acesso em: 05 abr. 2020.

EMBRAPA UVA E VINHO. **Uvas do Brasil**: Programa de Melhoramento Genético. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/pesquisa/pmu/apresentacao.html>>. Acesso em: 23 mai. 2020.

FAJARDO, Thor Vinícius Martins (Ed.). **Uva para processamento: fitossanidade**. Embrapa Informação Tecnológica, 2003. (Frutas do Brasil, 35).

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT**. Roma, 2020. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 18 abr. 2020.

FENN, Mark A.; COFFEY, M. D. Studies on the in vitro and in vivo antifungal activity of fosetyl-Al and phosphorous acid. **Phytopathology** 74: 606-611, 1984.

FIALHO, Regis De Oliveira et al. FUNGITOXICITY OF ESSENTIAL OILS ON PLASMOPARA VITICOLA, CAUSAL AGENT OF GRAPEVINE DOWNY MILDEW. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 4, 2017.

FIDELIBUS, Matthew W. et al. Yield components and fruit composition of six Chardonnay grapevine clones in the Central San Joaquin Valley, California. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 57, n. 4, p. 503-506, 2006.

FÖRSTER, Helga et al. Effect of phosphite on tomato and pepper plants and on susceptibility of pepper to Phytophthora root and crown rot in hydroponic culture. **Plant Disease**, v. 82, n. 10, p. 1165-1170, 1998.

FURTADO, G. R. et al. Efeito do ácido pirolenhoso in vitro sobre isolados de Botrytis cinerea, Cylindrocladium clavatum e Rhizoctonia solani. **Fitopatologia Brasileira**, Suplemento, v. 27, p.112, 2002.

GARCIA, Carla et al. Óleos essenciais no controle de Botrytis cinerea: influência na qualidade pós-colheita de uvas 'Rubi'. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, 2019.

GARRIDO, L. R.; GAVA, R. **Manual de doenças fúngicas da videira**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2014. 101p.

GARRIDO, Lucas da Ressurreição; SÔNEGO, Olavo Roberto. **Míldio da videira**. 2002. Disponível em: <<https://www.grupocultivar.com.br/artigos/mildio-da-videira>>. Acesso em: 10 mai. 2020.

GENTA, Werner et al. Manejo de míldio no cultivo protegido de videira de mesa 'BRS Clara'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 12, p. 1388-1395, 2010.

GESSLER, Cesare; PERTOT, Ilaria; PERAZZOLLI, Michele. Plasmopara viticola: a review of knowledge on downy mildew of grapevine and effective disease management. **Phytopathologia Mediterranea**, v. 50, n. 1, p. 3-44, 2011.

GIOVANNINI, E. **Uva agroecológica**. Porto Alegre: Renascença, 2001. 136 p.

GIOVANNINI, Eduardo; MANFROI, Vitor. **Viticultura e enologia: elaboração de grandes vinhos nos terroirs brasileiros**. IFRS, 2009.

GODARD, Sophie et al. Induction of defence mechanisms in grapevine leaves by emodin-and anthraquinone-rich plant extracts and their conferred resistance to downy mildew. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 47, n. 9, p. 827-837, 2009.

GOMES, Erbs et al. Manejo do míldio e ferrugem em videira com indutores de resistência: produtividade e qualidade pós-colheita. **Tropical Plant Pathology**, v. 36, n. 5, p. 332-335, 2011.

GRIFFITH, Jolia M.; SMILLIE, Robert H.; GRANT, Bruce R. Alterations in nucleotide and pyrophosphate levels in *Phytophthora plamivora* following exposure to the antifungal agent potassium phosphonate (phosphite). **Microbiology**, v. 136, n. 7, p. 1285-1291, 1990.

GUBLER, W.; LEAVITT, G.M.; BETTIGA, L.J. Downy mildew. In: BETTIGA, L.J. (Ed.). **Grape Pest Management**. Oakland: University of California-Division of Agriculture and Natural Resources, 2013. cap.16, p.117-119.

GUERRA, Celito Crivellaro et al. Conhecendo o essencial sobre uvas e vinhos. **Embrapa Uva e Vinho-Documentos (INFOTECA-E)**, 2005.

GUEST, David; GRANT, Bruce. The complex action of phosphonates as antifungal agents. **Biological Reviews**, v. 66, n. 2, p. 159-187, 1991.

HARM, Andreas et al. Evaluation of chemical and natural resistance inducers against downy mildew (*Plasmopara viticola*) in grapevine. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 62, n. 2, p. 184-192, 2011.

HERGER, G.; KLINGAUF, F. Control of powdery mildew fungi with extracts of the giant knotweed, *Reynoutria sachalinensis* (Polygonaceae). **Med. Fac. Landbouww Rijksuniv. Gent**. v. 55, n. 3a, p. 1007–1014. 1990.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – julho 2019**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>>. Acesso em: 15 fev. 2020.

ISLAM, M. T. Bioactive Natural Products for Managing Downy Mildew Disease in Grapevine. In: COMPANT, S.; MATHIEU, F. (Eds.). **Biocontrol of Major Grapevine Diseases: Leading Research**. Boston: CABI, p. 125-149, 2016.

ISLAM, M. T.; VON TIEDEMANN, A.; LAATSCH, H. Protein kinase C is likely to be involved in zoosporogenesis and maintenance of flagellar motility in the peronosporomycete zoospores. **Molecular plant-microbe interactions**, v. 24, n. 8, p. 938-947, 2011.

ISLAM, M. T.; VON TIEDEMANN, A. Zoosporogenesis and differentiation of grapevine downy mildew pathogen *Plasmopara viticola* in host-free system. **Phytopathology**, v. 98, p. S72, 2008.

JACKSON, T. J. et al. Action of the fungicide phosphite on *Eucalyptus marginata* inoculated with *Phytophthora cinnamomi*. **Plant Pathology**, v. 49, n. 1, p. 147-154, 2000.

JAMIOŁKOWSKA, Agnieszka; KOPACKI, Marek. Natural Compounds Against Plant Pests and Pathogens. In: **Natural Remedies for Pest, Disease and Weed Control**. Academic Press, 2020. p. 55-63.



JEANDET, Philippe et al. Phytoalexins from the Vitaceae: biosynthesis, phytoalexin gene expression in transgenic plants, antifungal activity, and metabolism. **Journal of Agricultural and food chemistry**, v. 50, n. 10, p. 2731-2741, 2002.

KARIM, H. et al. Use of Cistus aqueous extracts as botanical fungicides in the control of Citrus sour rot. **Microbial Pathogenesis**, v. 104, p. 263-267, 2017.

KARTAL, S. Nami et al. Preliminary evaluation of fungicidal and termiticidal activities of filtrates from biomass slurry fuel production. **Bioresource Technology**, v. 95, n. 1, p. 41-47, 2004.

KING, Michaela et al. Defining the phosphite-regulated transcriptome of the plant pathogen *Phytophthora cinnamomi*. **Molecular Genetics and Genomics**, v. 284, n. 6, p. 425-435, 2010.

KONSTANTINIDOU-DOLTSINIS, S. et al. Control of powdery mildew of grape in Greece using Sporodex® L and Milsana®. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 114, n. 6, p. 256-262, 2007.

KONSTANTINIDOU-DOLTSINIS, Stavroula; SCHMIT, Annegret. Impact of treatment with plant extracts from *Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai on intensity of powdery mildew severity and yield in cucumber under high disease pressure. **Crop Protection**, v. 17, n. 8, p. 649-656, 1998.

KORTEKAMP, Andreas et al. Identification, isolation and characterization of a CC-NBS-LRR candidate disease resistance gene family in grapevine. **Molecular Breeding**, v. 22, n. 3, p. 421-432, 2008.

KRZYZANIAK, Yuko et al. A plant extract acts both as a resistance inducer and an oomycide against grapevine downy mildew. **Frontiers in plant science**, v. 9, p. 1085, 2018.

LA TORRE, A. et al. Natural alternatives to copper and low-rate copper formulations to control grape downy mildew in organic farming. **Hellenic Plant Protection Journal**, v. 5, n. 1, p. 13-21, 2012.

LAVANDOSKI, Joice; TONINI, Hernanda; BARRETTO, Margarita. Uva, vinho e identidade cultural na Serra Gaúcha (RS, Brasil). **Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo**, v. 6, n. 2, p. 216-232, 2012.

LEAO, P.C. de S.; BORGES, R. M. E. Melhoramento genético da videira. **Embrapa Semiárido-Documentos (INFOTECA-E)**, 2009.

LEÃO, PC de S. Breve histórico da vitivinicultura e a sua evolução na região semiárida brasileira. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v. 7, p. 81-85, 2010.

LEITE, Carla Daiane et al. Efeitos do extrato de alho sobre agentes causais da Antracnose (*Elsinoe ampelina*) e da Escoriose (*Phomopsis viticola*) da videira. **Cadernos de Agroecologia**, v. 4, n. 1, 2009.

LEITE, Carla Daiane et al. Extrato de alho e óleo vegetal no controle do míldio da videira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, p. 429-436, 2011.

LEITE, C. D. et al. Extrato de alho no controle in vitro e in vivo da antracnose da videira. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, n. 3, p. 556-562, 2012.

LEITE, Carla Daiane et al. **Produtos alternativos no manejo de doenças da videira**. 2017. 71f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Pato Branco, PR, 2017.

LESTER, E. Objectives and perspectives in plant disease control. **Plant Pathology**, v. 35, n. 1, p. 2-14, 1986.

LI, Janjun; ZINGEN-SELL, I.; BUCHENAUER, H. Induction of resistance of cotton plants to *Verticillium* wilt and of tomato plants to *Fusarium* wilt by 3-aminobutyric acid and methyl jasmonate. **Journal of Plant Diseases and Protection**, p. 288-299, 1996.

LIZZI, Y. et al. L'algue face au mildiou: quel avenir? Des résultats de laboratoire très encourageants. **Phytoma, la défense des végétaux**, n. 508, p. 29-30, 1998.

LOBATO, M. C. et al. Phosphite compounds reduce disease severity in potato seed tubers and foliage. **European Journal of Plant Pathology**, v. 122, n. 3, p. 349-358, 2008.

LORENZETTI, E. R. et al. Rust control in leaves of lemongrass [*Cymbopogon citratus* (DC:) Stapf] by using natural products. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, n. 4, p. 571-578, 2012.

LORENZI, Harri et al. **Árvores exóticas no Brasil: madeireiras ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa: Plantarum, 2003. 173 p.

MACEDO, DG da C. et al. Study of the Control of Fungus Occurring in *Schizolobium amazonicum* Seeds with the Use of Pyroligneous Extract. **International Journal of Plant & Soil Science**, v. 31, n. 4, p. 1-9, 2019.

MAEKAWA, K. **Curso sobre produção de carvão, extrato pirolenhoso e seu uso na agricultura**. Botucatu: APAN, 2002.

MANDELLI, Francisco et al. Efeito da poda verde na composição físico-química do mosto da uva Merlot. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 667-674, 2008.

MARGARITOPOULOU, Theoni et al. *Reynoutria sachalinensis* extract elicits SA-dependent defense responses in courgette genotypes against powdery mildew caused by *Podosphaera xanthii*. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1-17, 2020.

MARTINS, Juliana Araújo Santos et al. Avaliação do efeito do óleo de melaleuca sobre o crescimento micelial in vitro de fungos fitopatogênicos. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 1, 2010.

MA, Xihan et al. Isolation and bioactivities of organic acids and phenols from walnut shell pyroligneous acid. **Journal of analytical and applied pyrolysis**, v. 91, n. 2, p. 338-343, 2011.

MECABÔ, Cristian Valdenir. **Caracterização vitícola de genótipos com resistência ao míldio da videira no planalto central de Santa Catarina**. 2019. 141f. Dissertação (Mestrado

em Ciências) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais, Curitiba, 2019.

MELLO, LMR de. Vitivinicultura brasileira: panorama 2018. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2019. 12p. (Comunicado técnico 210).

MENDES, C. S. **Flutuação de inóculo no ar, desenvolvimento e validação de um sistema de previsão do míldio da videira**. 2002. 123 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo. 2002.

MIELE, Alberto et al. Grapevine canopy management effects on Merlot wine composition. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 5, p. 463-470, 2009.

MIELE, A.; MIOLO, A. **O sabor do Vinho**. Bento Gonçalves: Vinícola Miolo: Embrapa Uva e Vinho, 2003. 136 p.

MIYASAKA, S. et al. Técnicas de produção e uso do fino de carvão e licor pirolenhoso. In: Encontro de Processos de Proteção de Plantas: Controle Ecológico de Pragas e Doenças. Botucatu. **Resumos...** v. 1, p. 161-176, 2001.

MIYASAKA, Shiro; OHKAWARA, Takemi; UTSUMI, Beatriz. Ácido Pirolenhoso: uso e fabricação. **Boletim AgroEcológico**, Botucatu, v. 3, p. 14, 1999.

MORAES, Walkvria BC. Controle alternativo de fitopatógenos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 13, p. 175-190, 1992.

MULHOLLAND, Dulcie A. et al. Efficacy of extracts from eight economically important forestry species against grapevine downy mildew (*Plasmopara viticola*) and identification of active constituents. **Crop protection**, v. 102, p. 104-109, 2017.

MURTAGH, G. J.; SMITH, G. R. Month of harvest and yield components of tea tree. II. Oil concentration, composition, and yield. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 47, n. 5, p. 817-827, 1996.

NAVES, R. de L.; GARRIDO, L. da R.; FAJARDO, T. V. M. Doenças da videira causadas por fungos, vírus e bactérias. In: MAIA, J.D.G.; CAMARGO, U.A. (Ed.) **O cultivo da videira Niágara no Brasil**. Brasília: Embrapa Uva e Vinho, 2012. cap.10, 188-228.

NIERE, J. O.; DEANGELIS, G.; GRANT, B. R. The effect of phosphonate on the acid-soluble phosphorus components in the genus *Phytophthora*. **Microbiology**, v. 140, n. 7, p. 1661-1670, 1994.

NOGUEIRA et al. **Doenças fúngicas da videira: sintomas e manejo**. São Paulo, SP: Instituto Biológico, 2017, 21 p.

OIV. 2nd Edition of the OIV descriptor list for grape varieties and *Vitis* species. Paris, 2001. Disponível em: <<http://www.oiv.int/public/medias/2274/code-2e-editionfinale.pdf>> Acesso em: 12 mai. 2020.

OIV- Organization Internationale de la Vigne et du Vin. **2019 Statistical Report on World Vitiviniculture**. Disponível em: <<http://oiv.int/public/medias/6782/oiv-2019-statistical-report-on-world-vitiviniculture.pdf>> Acesso em: 26 fev. 2020.

OLMO, H.P. Grapes. In: SMARTT, J.; SIMMONDS, N.W. (Eds.) **Evolution of crop plants**. 2.ed. Essex: Longman, 1995. p. 485-490.

PANICKER, Sangeetha; GANGADHARAN, Kousalya. Controlling downy mildew of maize caused by *Peronosclerospora sorghi* by foliar sprays of phosphonic acid compounds. **Crop Protection**, v. 18, n. 2, p. 115-118, 1999.

PECK, G. M. et al. Precision apple flower thinning using organically approved chemicals. **Acta Horticulturae**, n. 1137, p. 47-52, 2016.

PECK, Gregory M. et al. Managing apple crop load and diseases with bloom thinning applications in an organically managed 'Honeycrisp'/'MM. 111' orchard. **HortScience**, v. 52, n. 3, p. 377-381, 2017.

PEDNEAULT, Karine; PROVOST, Caroline. Fungus resistant grape varieties as a suitable alternative for organic wine production: Benefits, limits, and challenges. **Scientia horticulturae**, v. 208, p. 57-77, 2016.

PEREIRA, Vanessa Foresti et al. Fosfito de potássio no controle do míldio da videira e características físico-químicas de uvas Merlot. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 47, n. 11, p. 1581-1588, 2012.

PEREIRA, Vanessa Foresti. Fosfitos no manejo do míldio da videira: eficácia e modo de ação. 2009. 69f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2009.

PEREIRA, Vanessa Foresti. Fosfitos no manejo do míldio (*Plasmopara viticola*) e indução de resistência em videira cv. Merlot Noir. 2013. 136f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2013.

PEREIRA, Vanessa Foresti et al. Produtos alternativos na proteção da videira contra o míldio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 1, p. 25-31, 2010.

PERUCH, Luiz Augusto Martins; BRUNA, Emílio Della. Relação entre doses de calda bordalesa e de fosfito potássico na intensidade do míldio e na produtividade da videira cv. 'Goethe'. **Ciência Rural**, v. 38, n. 9, p. 2413-2418, 2008.

PIETA, Suelen et al. **Eficácia de extratos pirolenhosos de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e eucalipto (*Eucalyptus* spp.) no controle in vitro de patógenos da soja**. 2017. 59f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados. 2017.

PINTO, K. M. S. et al. Resistência induzida em frutos de videira 'Isabel' (*Vitis Labrusca*) e seus efeitos sobre a qualidade pós-colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 35, n. 1, p. 210-217, 2013.

RANDOUX, Béatrice et al. Inhibition of *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* germination and partial enhancement of wheat defenses by Milsana. **Phytopathology**, v. 96, n. 11, p. 1278-1286, 2006.

REUVENI, M. et al. BM-608-a novel organic product based on essential tea tree oil for the control of fungal diseases in tomato. **Acta Horticulturae**, n. 808, p. 129-132, 2009.

REUVENI, Moshe et al. Timorex - a novel tea tree-based organic formulation developed for the control of grape powdery and downy mildews. In: **PERTOT, Ilaria et al. 5th International workshop on grapevine downy and powdery mildew**. Istituto Agrario di San Michele all'Adige, 2006.

REUVENI, Moshe; SANCHES, Ethel; BARBIER, Marcel. Curative and Suppressive Activities of Essential Tea Tree Oil against Fungal Plant Pathogens. **Agronomy**, v. 10, n. 4, p. 609, 2020.

REUVENI, M. Post-infection applications of K<sub>3</sub>PO<sub>3</sub>, phosphorous acid and dimethomorph inhibit development of downy mildew caused by *Plasmopara viticola* on grapevines. **Journal of Small Fruit & Viticulture**, v. 5, n. 2, p. 27-38, 1997.

RIEDL, R. W. Practical methods for using tea tree oil. **Agro Food Industry Hi-Tech**, v. 8, n. 5, p. 34-36, 1997.

RIZZON, Luiz Antenor; MIELE, Alberto; SCOPEL, Giseli. Características analíticas de vinhos Chardonnay da Serra Gaúcha. **Ciência Rural**, v. 39, n. 8, p. 2555-2558, 2009.

RODRIGUES, C. Uso de extrato pirolenhoso de teca (*tectona grandis*) no controle alternativo in vitro de *Colletotrichum gloeosporioides*. 2014. 57f. **Dissertação** (Mestrado em Biodiversidade e Agrossistemas Amazônicos), Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Universidade Estadual do Mato Grosso, Alta Floresta, 2014.

ROSSI, Vittorio; CAFFI, Tito. The role of rain in dispersal of the primary inoculum of *Plasmopara viticola*. **Phytopathology**, v. 102, n. 2, p. 158-165, 2012.

SAIGUSA, T. **Aplicação de extrato pirolenhoso na agricultura**. APAN – Associação dos produtores de Agricultura natural. 2002. **Apostila**.

SANTANA, Ana Paula dos Santos. Efeitos de produtos alternativos no controle de doenças na videira. 2015. 118f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira. 2015.

SAUTTER, Cláudia Kaehler et al. Síntese de trans-resveratrol e controle de podridão em maçãs com uso de elicitores em pós-colheita. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 43, n. 9, p. 1097-1103, 2008.

SCHEUERMANN, K.K. et al. Avaliação do potencial antifúngico in vitro de óleos essenciais e extratos vegetais contra *Bipolaris oryzae*. IN: **CONGRESSO BRASILEIRO ARROZ IRRIGADO**, 7., 2011, Balneário Camboriú. Anais. Florianópolis: Epagri, 2011. v.1. p.543-546.

SCHILDER, A. M. C. et al. Evaluation of environmentally friendly products for control of fungal diseases of grapes. In: **10th International Conference on Cultivation Technique and**

**Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing and Viticulture. Proceedings to the Conference from 4th to 7th Feb. 2002 at Weinsberg/Germany.** 2002. p. 163-167.

SCHMITT, Annegret et al. Use of Reynoutria sachalinensis plant extracts, clay preparations and Brevibacillus brevis against fungal diseases of grape berries. In: **Ecofruit-10th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing: Proceedings to the Conference from 31st January to 2nd February 2006 at Weinsberg/Germany.** 2002. p. 146-151.

SCHMITT, Annegret. Induced responses by plant extracts from Reynoutria sachalinensis: a case study. **IOBC WPRS BULLETIN**, v. 25, n. 6, p. 83-88, 2002.

SHABANA, Yasser M. et al. Efficacy of plant extracts in controlling wheat leaf rust disease caused by Puccinia triticina. **Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 4, n. 1, p. 67-73, 2017.

SILVA, F. de AS e; AZEVEDO, CAV de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

SILVA, MB da et al. Desenvolvimento de produtos à base de extratos de plantas para o controle de doenças de plantas. In: VENEZON, M.; PAULA JR., T. J.; PALLINI, A. (Eds.). **Controle alternativo de pragas e doenças.** Viçosa: EPAMIG/CTZM, p. 221-246, 2005.

SILVA, M. S. et al. Controle alternativo “in vitro” de Rhizoctonia solani com extratos vegetais em Alta Floresta – MT. Vol. 8. In: **Congresso de Iniciação Científica**, Cáceres, Anais..., 2013.

SILVA, Silvia RS et al. Efeito do estresse hídrico sobre características de crescimento e a produção de óleo essencial de Melaleuca alternifolia Cheel. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 24, p. 1363-1368, 2002.

SILVEIRA, César Martoreli. **Influência do extrato pirolenhoso no desenvolvimento e crescimento de plantas de milho.** 2010. 75 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2010.

SÔNEGO, Olavo Roberto. **Principais doenças fúngicas da videira no Brasil e medidas de controle.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2000.

SÔNEGO, O. R.; GARRIDO, L. da R. Avaliação da eficácia de algumas marcas comerciais de fosfito de potássio e de fosfonato de potássio no controle do míldio da videira. **Embrapa Uva e Vinho-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2005.

SÔNEGO, O. R.; GARRIDO, L. da R.; CZERMAINSKI, AB da C. Avaliação do fosfito de potássio no controle do míldio da videira. **Embrapa Uva e Vinho-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2003.

SÔNEGO, O.R.; GARRIDO, L. da R.; GRIGOLETTI JÚNIOR, A. **Principais doenças fúngicas da videira no Sul do Brasil.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. 32p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 56).

SOUZA, A. D. et al. Óleo de melaleuca (*Melaleuca alternifolia* Maiden & Betche, Cheel) no controle de cercosporiose em beterraba. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, p. 1078-1082, 2015.

SOUZA, J. S. I. História da viticultura. In: SOUZA, J. S. I. **Uvas para o Brasil**. 2 ed. Piracicaba: FEALQ, 1996. p. 13-52.

SOUZA, J.S.I.; MARTINS, F.P. **Viticultura brasileira**: principais variedades e suas características. Piracicaba: FEALQ, 2002. 368p.

STANGARLIN, José R. et al. A defesa vegetal contra fitopatógenos. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 10, n. 1, p. 18, 2011.

SU, Hai. Regalia® bioprotectant in plant disease management. **Outlooks on Pest Management**, v. 23, n. 1, p. 30-34, 2012.

SWEET, Nancy L. Chardonnay History and Selections at FPS. **FPS Grape Program Newsletter**, 2007.

THIS, Patrice; LACOMBE, Thierry; THOMAS, Mark R. Historical origins and genetic diversity of wine grapes. **TRENDS in Genetics**, v. 22, n. 9, p. 511-519, 2006.

THUERIG, Barbara et al. Efficacy of a *Juncus effusus* extract on grapevine and apple plants against *Plasmopara viticola* and *Venturia inaequalis*, and identification of the major active constituent. **Pest management science**, v. 72, n. 9, p. 1718-1726, 2016.

THUERIG, Barbara et al. Efficacy of a *Magnolia officinalis* bark extract against grapevine downy mildew and apple scab under controlled and field conditions. **Crop Protection**, v. 114, p. 97-105, 2018.

TONIETTO, J.; MANDELLI, F.; ZANUS, M. C.; GUERRA, C. C.; PEREIRA, G. E. **O clima vitícola das regiões produtoras de uvas para vinhos finos do Brasil**. In: TONIETTO, J.; SOTÉS RUIZ, V.; GÓMEZ-MIGUEL, V. D. Clima, zonificación y tipicidad del vino en regiones vitivinícolas iberoamericanas. Madrid: CYTED, 2012. p. 111-145.

TONIETTO, Jorge; GARRIDO, Lucas da R.; SÔNEGO, Olavo Roberto. **Avaliação ex-ante do impacto de alterações climáticas do Complexo Energético do Rio das Antas sobre a viticultura regional**. Embrapa Uva e Vinho, 2002.

TRINDADE, Roseane Cristina Predes et al. Atividade do extrato pirolenhoso sobre lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Agroecologia**. v. 9, n. 3, p. 84-89, 2014.

TSUZUKI, E. et al. Effect of chemical compounds in pyrroligneous acid on root growth in rice plant. **Japan Journal Crop Science**, Nagoya, v. 66, n. 4, p. 15-16, 2000.

UNGER, Sabine et al. The course of colonization of two different *Vitis* genotypes by *Plasmopara viticola* indicates compatible and incompatible host-pathogen interactions. **Phytopathology**, v. 97, n. 7, p. 780-786, 2007.

VCR, Vivai Cooperativi Rauscedo. Catálogo Geral das Castas e dos Clones de Uva de Vinho e de Mesa. **VIVAI COOPERATIVI RAUSCEDO SCA**. Rauscedo. Itália, 2014.

VECHET, L. et al. Compounds of natural origin inducing winter wheat resistance to powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*). **Plant Soil and Environment**, v. 51, n. 10, p. 468, 2005.

VEZZULLI, Silvia et al. Downy mildew resistance evaluation in 28 grapevine hybrids promising for breeding programs in Trentino region (Italy). **European Journal of Plant Pathology**, v. 150, n. 2, p. 485-495, 2018.

WICKS, T. J. et al. Effect of postinfection application of phosphorous (phosphonic) acid on the incidence and sporulation of *Plasmopara viticola* on grapevine. **Plant Disease**, v. 75, n. 1, p. 40-43, 1991.

WILCOX, W.F. Management of grape diseases in the United States. In: 11º Seminário Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado. **Anais...** Revista Agropecuária Catarinense, vol. 27, n2, Suplemento, 2014.

WLODAREK, A.; DYKI, B. New possibilities of cucumber protection cultivated under cover against powdery mildew (*Erysiphe cichoracearum*) using natural preparations, **Scientific Papers of Horticulture Institute**, v. 22, p. 147-155, 2014.

WOLPERT, J. A.; KASIMATIS, A. N.; WEBER, E. Field performance of six Chardonnay clones in the Napa Valley. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 45, n. 4, p. 393-400, 1994.

WÜRZ, Douglas André et al. Agronomic performance of 'Cabernet Sauvignon' with leaf removal management in a high-altitude region of Southern Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 10, p. 869-876, 2017.

WÜRZ, Douglas André et al. Época de desfolha e sua influência no desempenho vitícola da uva 'Sauvignon Blanc' em região de elevada altitude. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 17, n. 1, p. 91-99, 2018.

YAMAMOTO, Lilian Yukari et al. Produção e características físico-químicas dos cachos da videira 'BRS Clara' sob cobertura plástica e sombrite em safra fora de época. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 1, p. 160-166, 2012.

YATAGAI, Mitsuyoshi et al. Termiticidal activity of wood vinegar, its components and their homologues. **Journal of Wood Science**, v. 48, n. 4, p. 338-342, 2002.

YU, D. et al. Antifungal modes of action of tea tree oil and its two characteristic components against *Botrytis cinerea*. **Journal of applied microbiology**, v. 119, n. 5, p. 1253-1262, 2015.

ZAHAVI, Tirtza et al. Effect of grapevine training systems on development of powdery mildew. **European Journal of Plant Pathology**, v. 107, n. 5, p. 495-501, 2001.



ZANETTI, Marcelo et al. Influência do extrato pirolenhoso na calda de pulverização sobre o teor foliar de nutrientes em Limoeiro 'Cravo'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p. 529-533, 2004.

ZANGHELINI, Jean A. et al. Response of PIWI grapevine cultivars to downy mildew in highland region of southern Brazil. **European Journal of Plant Pathology**, v. 154, n. 4, p. 1051-1058, 2019.

ZANUS, Mauro Celso. Panorama da vitivinicultura brasileira. In: **Embrapa Uva e Vinho- Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 15.; CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 13., 2015, Bento Gonçalves. Palestras... Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho: Associação Brasileira de Enologia, 2015., 2015.

ZANUS, M. C. **Safra 2005 – Vinhos Chardonnay de safra excepcional**. 2005. Disponível em: <<http://www.uvibra.com.br/pdf/vinhochardonnay2005.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2020.