

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO SUL– IFRS

Programa de Pós Graduação em Viticultura e Enologia – PPGVE

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**EFEITO DA REDUÇÃO DE CONCENTRAÇÕES E TAXA DE APLICAÇÃO DE
COBRE EM VINHEDO ORGÂNICO NO CONTROLE DE MÍLDIO**

Bruna Pereira Ferreira

Orientador: Prof. Dr. Marcus André Kurtz Almança

Co-orientador: Prof. Me. Luís Carlos Diel Rupp

BENTO GONÇALVES - RS

2024

BRUNA PEREIRA FERREIRA

**EFEITO DA REDUÇÃO DE CONCENTRAÇÕES E TAXA DE APLICAÇÃO DE
COBRE EM VINHEDO ORGÂNICO NO CONTROLE DE MÍLDIO**

RELATÓRIO TÉCNICO CONCLUSIVO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Programa de Pós
Graduação em Viticultura e Enologia do
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Rio Grande do Sul, como
requisito parcial para obtenção de Grau de
Mestre em Viticultura e Enologia.

Marcus André Kurtz Almança (Orientador)

Luís Carlos Diel Rupp (Co-orientador)

BENTO GONÇALVES - RS

2024

Dados Internacionais de Catalogação

Ferreira, Bruna Pereira.

Efeito da redução de concentrações e taxa de aplicação de cobre em vinhedo orgânico no controle de mildio. / Bruna Pereira Ferreira. -- 2024.
89 f.

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

Dissertação (Mestrado Profissional) –
Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Campus Bento Gonçalves,
Programa de Pós-Graduação em Viticultura e Enologia, Bento
Gonçalves, BR-RS, 2024.

1. Viticultura. 2. Produção orgânica. 3. Calda bordalesa. 4. Mildio. I. Almança, Marcus André Kurtz, orient. II. Rupp, Luís Carlos Diel, coorient. III. Título.

Catalogação na publicação: Bárbara Pilatti Piffer CRB10/2020

“Não ouse desistir de tudo que você sonhou.”

Esteban Tavares

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a minha família, especialmente a minha mãe Claudia e meu avô Elio, que apesar das dificuldades sempre me motivaram a seguir estudando. E ao meu companheiro Lucas, pela motivação e ajuda diária para que eu pudesse concluir esta etapa.

Muito grata aos meus orientadores, professor Marcus e professor Luis Carlos por todo apoio necessário desde o início da minha jornada no PPGVE, desde o primeiro projeto, que infelizmente não deu certo até o então trabalho.

Agradeço também a Lara, pelas oportunidades que recebi na minha vida pessoal/profissional e acadêmica, viabilizando todos os projetos.

Deixo meu agradecimento ao Consevitis RS, por permitir minha ausência no trabalho para poder viabilizar minha pesquisa.

Grata ao IFRS Campus Bento Gonçalves por oportunizar uma pós graduação de alta qualidade gratuitamente e a todos professores do PPGVE que tive a oportunidade de aprender e me atualizar, bem como a todos os colegas que conheci e que de alguma maneira contribuíram na minha jornada acadêmica.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Concentrações de sulfato de cobre, cal e taxa de aplicação utilizados por hectare para o preparo da calda bordalesa em cada tratamento.....	26
Tabela 2 - Média de Cu acumulado nas folhas, quantidade de Cu metálico aplicado por hectare em cada tratamento nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2023.....	34
Tabela 3 - Severidade do míldio nas folhas e no cacho durante o ciclo produtivo 2023/2024.....	34
Tabela 4 - Produtividade média (toneladas/ha) em cada tratamento no ciclo produtivo 2023/2024.....	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Figura 1. A) Vista do vinhedo que foi utilizado para a pesquisa. B) Delimitação da área dos tratamentos utilizados.....	25
Figura 2 - A) Escala diagramática para quantificação da severidade do míldio em folhas de videira. B) Escala diagramática para quantificação da severidade do míldio nos cachos de videira.....	27
Figura 3 - A) Regulagem do pulverizador; B) Dispersão e uniformidade da taxa de aplicação no vinhedo; C) Avaliação visual da severidade do míldio; D) Moagem das amostras de tecido foliar; E) Processo de digestão do tecido vegetal para quantificar o Cu; F) Pesagem dos cachos colhidos por planta.....	28
Figura 4 - Comparativo entre o volume de chuva mensal e dias com precipitação/mês durante os ciclos 2022/2023 e 2023/2024.....	30
Figura 5 - Temperaturas médias mensais e umidade relativa do ar média mensal de setembro de 2023 a fevereiro de 2024.....	31
Figura 6 - Primeiros sintomas de míldio identificados. A) Mancha necrosada; B) Mancha necrosada e mancha de óleo; C) Mofo branco.....	32
Figura 7 - Quantidade total de cobre metálico (quilos), e a média da taxa de aplicação (litros) utilizados por hectare em cada tratamento.....	33
Figura 8 - Principais sintomas de míldio observados nas folhas ao longo do ciclo produtivo. A) folhas necrosadas; B) folhas com aspecto oleoso.....	35
Figura 9 - Sintomas de míldio nos cachos ao longo do ciclo produtivo. A) T1 nov/23. B) T1 dez/23. C) T1 jan/24. D) T2 nov/23. E) T2 dez/23. F) T2 jan/24.....	36
Figura 10 - Parâmetro visual dos cachos colhidos em ambos tratamentos.....	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C	Graus celsius
Ca(OH) ²	Hidróxido de cálcio
CaCO ³	Carbonato de cálcio
CaO	Cal virgem
CaO	Óxido de cálcio
CaSO ₄	Sulfato de cálcio
Cu	Cobre
cv.	Cultivar
D.O.	Denominação de Origem
ENOS	El Niño-Oscilação Sul
g	Gramas
GEE	Gases de Efeito Estufa
ha	Hectare
HClO ₄	Ácido perclórico
HNO ³	Ácido nítrico
Kg	Quilos
l	Litros
MAPA	Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento
mg	Miligramas
ml	Mililitros
mm	Milímetros

OIV	Organização Internacional da Vinha e do Vinho
<i>P. viticola</i>	<i>Plasmopara Viticola</i>
pH	Potencial hidrogeniônico
RS	Rio Grande do Sul
t	Tonelada
VP	Viticultura de Precisão

RESUMO

O míldio é a principal doença fúngica para viticultura, ocasionando perdas de rendimento em todo o mundo. A busca por tecnologia para a produção de uvas em manejos sustentáveis é uma tendência necessária, sendo a produção orgânica e o uso de taxa variada uma das alternativas adotadas. O uso da calda bordalesa como tratamento fitossanitário no manejo orgânico de produção é amplamente utilizado na viticultura, todavia, é necessário buscar soluções que diminuam as concentrações e taxas de aplicação do uso da calda. Em virtude, objetivou-se identificar se há efeito fungicida contra o míldio ao diminuir as concentrações de sulfato de cobre e da taxa de aplicação de calda bordalesa em vinhedo orgânico em comparação com o tratamento já utilizado na propriedade. A pesquisa realizou-se durante a safra 2023/2024 em vinhedo orgânico da cultivar Isabel, localizado em Garibaldi, RS. Foram realizados dois tratamentos: 1) Experimento (T1): 14 aplicações de calda bordalesa em concentrações por hectare de 0,3:1 com taxa de aplicação de 500 l e de 666,6 por hectare; 0,3:2 em 416,6 l e em 500 l; 0,6:2 em 666,6 l, 750 l e em 833,33 l e 1;1,5 em 416,6 l. 2) Testemunha (T2): 13 aplicações de calda bordalesa com taxas já utilizados pelo viticultor, com concentrações por hectares de 0,3:1 em 766,6 l e em 1000 litros de taxa de aplicação; 0,3:2 em 766,6 l e em 1200 l; 0,7:0,7 em 1033,3 l; 0,8:1,5 em 1500 l, 1:1 em 583,33 l e em 1166,6 l de taxa por hectare. Foram realizadas avaliações da severidade do míldio nas folhas e nos cachos, coletou-se por tratamento amostras de folhas logo após as aplicações para avaliar a quantidade de cobre metálico através do processo de digestão de tecido e a produtividade por tratamento foi avaliada através da colheita e pesagem dos cachos. Evidenciou-se que a diminuição da taxa de aplicação de calda bordalesa e de cobre metálico no vinhedo obteve o mesmo efeito fúngico e produtivo contra o míldio em comparação ao tratamento já utilizado na propriedade. Em ambos tratamentos o Cu acumulado no tecido vegetal ficou abaixo da faixa adequada. Independente do sistema de produção (orgânico ou convencional) a cultivar Isabel demonstrou-se extremamente suscetível a condições de alta precipitação, afetando sua produtividade.

Palavras-chave: calda bordalesa; taxa variada; *Plasmopara viticola*.

ABSTRACT

Downy mildew is the main fungal disease for viticulture, causing yield losses worldwide. The search for technology for the production of grapes under sustainable management is a necessary trend, with organic production and the use of varied rates being one of the alternatives adopted. The use of Bordeaux mixture as a phytosanitary treatment in organic production management is widely used in viticulture, however, it is necessary to seek solutions that reduce the concentrations and application rates of the syrup. Therefore, the objective was to identify whether there is a fungicidal effect against downy mildew by reducing the concentrations of copper sulfate and the rate of application of Bordeaux mixture in organic vineyards compared to the treatment already used on the property. The research took place during the 2023/2024 harvest in an organic vineyard of the Isabel cultivar, located in Garibaldi, RS. Two treatments were carried out: 1) Experiment (T1): 14 applications of Bordeaux mixture in concentrations per hectare of 0.3:1 with an application rate of 500 l and 666.6 per hectare; 0.3:2 at 416.6 l and at 500 l; 0.6:2 at 666.6 l, 750 l and at 833.33 l and 1 ;1.5 at 416.6 l. 2) Control (T2): 13 applications of Bordeaux mixture at rates already used by the winegrower, with concentrations per hectare of 0.3:1 in 766.6 l and 1000 liters of application rate; 0.3:2 at 766.6 l and at 1200 l; 0.7:0.7 in 1033.3 l; 0.8:1.5 in 1500 l, 1:1 in 583.33 l and in 1166.6 l rate per hectare. Evaluations of the severity of downy mildew were carried out on leaves and bunches, leaf samples were collected by treatment immediately after applications to evaluate the amount of metallic copper through the tissue digestion process and productivity by treatment was evaluated by harvesting and weighing the bunches. It was evident that the reduction in the rate of application of Bordeaux mixture and metallic copper in the vineyard achieved the same fungal and productive effect against mildew compared to the treatment already used on the property. In both treatments, Cu accumulated in plant tissue was below the appropriate range. Regardless of the production system (organic or conventional), the Isabel cultivar proved to be extremely susceptible to high rainfall conditions, affecting its productivity.

Keywords: Bordeaux mixture; varied rate; *Plasmopara viticola*.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. JUSTIFICATIVA	14
3. APLICABILIDADE DOS RESULTADOS E IMPACTOS	15
4. REFERENCIAL TEÓRICO	15
4.1 A cultura da videira	15
4.2 Cultivar Isabel	16
4.3 Míldio em videiras	17
4.4 Produção orgânica	18
4.5 Viticultura orgânica	19
4.6 Uso da calda bordalesa em vinhedos	21
4.7 Taxa variada na viticultura	23
5. HIPÓTESES/PROPOSIÇÕES/SUGESTÕES DE POSSÍVEIS SOLUÇÕES	24
6. OBJETIVOS	24
6.1 Objetivo Geral	24
6.2 Objetivos Específicos	25
7. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	25
8. RESULTADOS	29
9. PRODUTOS DESENVOLVIDOS	38

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
REFERÊNCIAS	39
APÊNDICES	46
APÊNDICE A – FORMULÁRIO CADASTRO PRODUTO TECNOLÓGICO	46
APÊNDICE B – PRODUTO TECNOLÓGICO	48
APÊNDICE C – ARTIGO SUBMETIDO	74

1. INTRODUÇÃO

Em todas as regiões vitícolas do mundo, doenças e pragas constituem os maiores obstáculos ao desenvolvimento da cultura, pois afetam a quantidade e a qualidade das uvas produzidas. No Brasil, as doenças e pragas representam séria ameaça à viticultura, sendo um fator limitante para a exploração em determinados locais. Há uma série de doenças causadas por fungos, vírus, bactérias e nematoides que prejudicam a videira, entretanto as fúngicas constituem o principal problema na maioria das regiões produtoras de uva do Brasil (Fajardo *et al.* 2003).

O míldio é uma doença preocupante para viticultura quando há elevada precipitação, alta umidade relativa e longos períodos de umidade sobre folhas e frutos, podendo ser tão severa a incidência a ponto de comprometer não só a produção do ano como também produções futuras (Horst *et al.* 2021). O fungo *Plasmopara viticola*, agente causal da doença, parasita os tecidos da planta, da brotação até a colheita de cachos. Este microrganismo consegue colonizar e produzir esporângios viáveis em estruturas da planta, como folhas, ramos, pedúnculos e bagas. A doença é favorecida por condições de alta umidade e temperaturas amenas, sendo possível observar epidemias com perdas de produção de até 100%, em vinhedos não protegidos (Cavalcanti *et al.*, 2020).

O controle do míldio é realizado de forma semelhante em todas as regiões produtoras, com aplicações semanais de fungicidas, aumentando os custos de produção, riscos de intoxicação dos trabalhadores e contaminação do meio ambiente (Fialho *et al.*, 2017). O manejo corrente de controle de doenças baseia-se no uso, muitas vezes indiscriminado, de defensivos químicos sobre culturas de base genética restrita. Esse quadro promove o surgimento de raças mais agressivas de patógenos, gerando um ciclo vicioso. Diante disso, alguns paradigmas vêm sendo quebrados tanto no cultivo da parreira quanto na agricultura em geral, visando à sustentabilidade e eficiência do manejo de doenças (Bohner *et al.*, 2013).

Muitos problemas relacionados ao desenvolvimento de resistência ao fungo e ao surgimento de pragas secundárias têm surgido devido ao uso indiscriminado dos produtos químicos sintéticos, fator que tem aumentado o risco de altos níveis de resíduos tóxicos nos alimentos e no meio ambiente (Bonfim et al., 2015). Em virtude, há demanda da sociedade pelo desenvolvimento de atividades agrícolas alicerçadas na sustentabilidade, por modelos de transição para novos sistemas agrícolas, por estratégias de desenvolvimento territorial e meios de condução para agricultura sustentável (Andrade, *et al.* 2021).

A calda bordalesa é utilizada em hortas e pomares, para o controle de doenças causadas por fungos como míldio. Neste contexto, na viticultura orgânica, substâncias à base de cobre tem grande importância em várias regiões de produção no mundo, sendo um veículo confiável para o controle do míldio nesse sistema. (Brunetto *et al.*, 2016; Cavalcanti *et al.*, 2019).

Cabe ressaltar que, a sucessiva aplicação de calda bordalesa durante os anos como tratamento fitossanitário em videiras, proporciona aumentos nos teores de cálcio, enxofre e cobre (Cu) no solo, ocasionando nas camadas superficiais do mesmo, efeitos de toxicidade à maioria das plantas, em decorrência ao excesso de íons de Cu presentes (Korchagin, 2014).

Balafoutis et al. (2017), ressaltam que a viticultura de precisão tende a melhorar a qualidade e o rendimento da uva e minimizar os efeitos negativos no meio ambiente, sendo que uma das técnicas utilizadas é o uso da taxa variável para aplicação de defensivos e fertilizantes.

Logo, este trabalho tem o objetivo de identificar se há efeito fúngico contra o míldio diminuindo as concentrações e taxa de aplicação do uso da calda bordalesa em vinhedo orgânico em comparação com o tratamento já utilizado na propriedade.

2. JUSTIFICATIVA

Um dos maiores problemas na viticultura são as doenças causadas por agentes patogênicos que podem reduzir drasticamente a qualidade e a quantidade de produção. Dentre os quais, encontra-se o míldio, uma das principais enfermidades aos vinhedos, do qual ocasiona perdas de rendimento em todo o mundo, especialmente em áreas de viticultura com condições climáticas relativamente quentes e úmidas (Peng et al., 2024).

A cultura da videira é uma das culturas com maiores pressões de infecção por patógenos fúngicos. Em regiões apresentando condições favoráveis, a proteção de cultivos e insumos representa cerca de 30% do custo de produção da uva (Cavalcanti e Garrido, 2015).

Dias (2020), afirma que o uso de produtos químicos geralmente é o necessário para permitir a proteção suficiente do vinhedo contra o míldio. Todavia, danos decorrentes ao surgimento de populações de doenças e pragas resistentes a diversos defensivos agrícolas começaram a acontecer e produtores passaram a buscar métodos alternativos de controle (Silva e Brito, 2015).

Botelho et. al (2021) afirmam que a busca por tecnologia para a produção de uvas em manejos sustentáveis é uma tendência irreversível, pela redução do impacto ambiental que propiciam e pela aceitação de consumidores a produtos com essas características. Aliando qualidade da uva, saúde, preservação ambiental e agregação de valor, a viticultura orgânica é uma alternativa ao sistema convencional de produção de uvas para alguns viticultores. Da mesma forma, as vinícolas que possuem a cadeia produtiva bastante verticalizada, também buscam alternativas em vinhos orgânicos como forma de agregar valor e atender às demandas de mercado (Pierozan, 2018).

Logo, o uso da calda bordalesa como tratamento fitossanitário no manejo orgânico de produção é amplamente utilizado. Todavia, é necessário buscar soluções que diminuam as concentrações e taxas de aplicação do uso da calda a fim de manter-se dentro dos limites exigidos pela legislação, controlar a doença e diminuir a toxidez de cobre no solo e nas plantas.

3. APLICABILIDADE DOS RESULTADOS E IMPACTOS

Referente a aplicabilidade dos resultados, o viticultor poderá diminuir a taxa de aplicação de sulfato de cobre no vinhedo. Logo, o impacto poderá ser visto não só no manejo de vinhedos orgânicos, mas também com produção convencional ao introduzir o produto do trabalho durante a aplicação dos tratamentos, contribuindo para diminuição do uso de cobre e de água no sistema.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 A cultura da videira

A videira (*Vitis spp.*), é cultivada há vários séculos, já tendo sido relatado o seu cultivo desde o período neolítico no antigo Egito e na Ásia Menor. Pertence à família Vitaceae, ao gênero *Vitis*, que inclui cerca de 60 espécies. O principal centro de origem da videira é a região do Cáucaso, no continente asiático, de onde provém a espécie mais cultivada no mundo, a *Vitis vinifera* (Barbosa, *et al*, 2016). É uma planta perene, lenhosa, caducifólia, sarmentosa e provida de gavinhas, da família das Vitáceas. Esta família apresenta onze gêneros e aproximadamente 450 espécies, das quais as duas que mais se destacam são a *Vitis labrusca* (uvas americanas) e a *Vitis vinifera* (uvas europeias) (Souza, 2013).

As primeiras videiras cultivadas no Brasil foram de origem europeia e surgiram com a chegada dos colonizadores portugueses. Em meados do século XIX, os imigrantes italianos introduziram a variedade de uva “Isabel”, culminando na rápida substituição dos vinhedos das variedades europeias, tornando-se a base para o desenvolvimento da vitivinicultura comercial no Estado do Rio Grande do Sul (Debastiani, *et al*, 2015).

Tonietto e Flores (2004), afirmam que a vitivinicultura no Brasil se transformou numa atividade sócio-econômica de importância a partir da chegada dos imigrantes italianos à região da Serra Gaúcha, ocorrida no final do século XIX, trazendo a tradição do cultivo e, num primeiro momento, produzindo vinhos para o consumo próprio. Logo, a produção gerou excedentes permitindo o comércio de vinhos de mesa. Posteriormente, a vitivinicultura evoluiu para uma

diversificação de produtos (introdução de híbridos e viníferas), com um aumento significativo da produção e expansão do comércio no mercado nacional.

Camargo *et al.* (2019), relatam que a cultura está difundida desde o Rio Grande do Sul, a 31°S de latitude, até o Rio Grande do Norte e Ceará, a 05°S de latitude. A viticultura tradicional no Sul e em regiões de altitude do Sudeste do Brasil, nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Minas Gerais é caracterizada como viticultura de clima temperado, a mesma possui um ciclo anual, seguido de um período de dormência induzido pelas baixas temperaturas do inverno.

O Estado do Rio Grande do Sul é responsável por cerca de 95% da produção de uva no país, totalizando mais de 44 mil hectares plantados em 12.500 propriedades, totalizando uma produção média de 719.500 toneladas por safra (Brasil, 2024). A Serra Gaúcha é a principal região produtora, onde a viticultura ocorre, em sua maioria, em pequenas propriedades, pouco mecanizadas devido à topografia acidentada, predominando o uso da mão de obra familiar (Souza, 2013).

4.2 Cultivar Isabel

A 'Isabel' é uma das principais cultivares, sendo considerada um híbrido natural de *Vitis labrusca* x *Vitis vinifera*, espécie originária do Sul dos Estados Unidos, sendo posteriormente difundida para outras regiões. Na década de 1850, despertou interesse dos viticultores europeus devido à resistência ao oídio, doença que naquela época causava enorme prejuízo à viticultura mundial. No Rio Grande do Sul foi introduzida por volta de 1840 por Thomas Maister, através da Ilha dos Marinheiros (Rombaldi *et al.* 2003; Rizzon *et al.*, 2000).

É uma cultivar de alta fertilidade e rusticidade, possui sabor característico das labruscas, adaptando-se a distintos usos, uma vez que é consumida como uva de mesa, usada para a elaboração de vinho, vinagre, suco e pode ser matéria-prima para doces e geleias. Hoje é a variedade que possui maior área cultivada no Estado, totalizando 182.800 toneladas por safra (Brasil, 2024; Camargo, 2007)

4.3 Míldio em videiras

O agente causal do míldio da videira, *Plasmopara viticola*, possui origem endêmica em espécies selvagens *Vitis* da América do Norte e foi introduzida na área de Bordeaux por volta de 1870, provavelmente com a aquisição de porta-enxertos de videira americana usados como reprodutores para resistência à filoxera. Rapidamente se espalhou pela Europa, onde, a doença espalhou-se por todo o mundo e continua a ser identificada, estando presente em todos continentes, com exceção da Antártica, em mais de noventa países, causando até hoje, perdas significativas na produção de videiras (Peng et al. 2024; Frobe e Zyprian, 2019).

Este fungo, possui capacidade de se reproduzir tanto de maneira assexuada, quanto sexuada, seu ciclo de vida compreende uma fase de multiplicação assexuada que ocorre durante o período vegetativo da planta e uma fase sexual que garante a sobrevivência do patógeno durante o inverno (Peng et al. 2024; Ritschel et. al 2022)

O *P. viticola* infecta seu hospedeiro por zoósporos biflagelados liberados de esporângios produzidos assexuadamente, através de gotas de água que distribuem os esporângios na parte inferior das folhas da videira e em outras partes da planta. Na presença de umidade, os zoósporos direcionam-se até os estômatos, onde encistam na borda e desenvolvem um tubo germinativo que entra na cavidade subestomática, iniciando a proliferação do patógeno com um micélio tubular diplóide e não segmentado, que cresce intercelularmente e recupera nutrientes parasitando as células hospedeiras por meio de haustórios. Após cerca de 5 dias sob condições ideais, o micélio produz esporangióforos que crescem a partir dos estômatos e liberam novos esporângios em suas pontas, prontos para espalhar o patógeno (Frobe e Zyprian, 2019).

Este ciclo de propagação assexuada é responsável pelas epidemias de míldio que surgem a cada estação em condições climáticas quentes e úmidas. O ciclo é complementado pela propagação sexual no final do verão, onde, formam-

se oósporos rígidos que sobrevivem às condições de inverno no solo ou nas folhas em decomposição. Os oósporos desenvolvem esporângios primários na primavera em condições úmidas e temperaturas crescentes que liberam zoósporos para reiniciar o ciclo de infecção (Clippinger et al. 2024; Frobe e Zyprian, 2019).

O patógeno pode se espalhar rapidamente sob condições ambientais favoráveis, como alta umidade e temperaturas moderadas, por meio de ciclos repetidos de infecção. As infecções ocorrem nas folhas, apresentando lesões distintas de descoloração amarela (manchas de óleo) na parte superior e uma esporulação branca visível na parte inferior, prejudicando o potencial fotossintético da planta. Além disso, *P. viticola* pode infectar inflorescências antes e durante a floração, enquanto cachos e bagas nos estágios iniciais após a frutificação, levando à necrose do tecido ocasionando perdas na produção (Zorrilla et al. 2024).

4.4 Produção orgânica

Os alimentos orgânicos são caracterizados pela produção livre de fertilizantes químicos, pesticidas, visando a proteção da diversidade biológica, a limitação de danos à natureza como resultado da atividade agrícola, dentre outros manejos utilizados na agricultura convencional (Johan et al. 2019).

Essa forma de cultivo visa o equilíbrio natural de pragas e doenças, por meio de práticas promotoras da biodiversidade, como a utilização de rotação de culturas, elevação dos teores de matéria orgânica do solo, adubação verde, assim como, também, a diminuição/substituição do uso de produtos sintéticos por produtos que apresentem baixa/nenhuma toxicidade e sejam eficazes (Garcia, 2017).

De acordo com a legislação brasileira (BRASIL, 2021) o produto orgânico, *in natura* ou processado, é oriundo do sistema orgânico de produção agropecuária ou de processo extrativista sustentável e não prejudicial ao ecossistema local. A certificação de produtos orgânicos é compulsória e foi estabelecida pela Lei 10.831/2003 e regulamentada pelo Decreto 6.323/2007.

Para que um produto seja rotulado e vendido no Brasil como “orgânico” é obrigatório que a unidade de produção passe por um dos 3 mecanismos de garantia da qualidade orgânica – certificação por auditoria, certificação participativa ou estar vinculada à uma organização de controle social (BRASIL, 2023).

Para obter o certificado de produto orgânico, no Brasil, é necessário passar pelo período de transição, em que o manejo cumpre com as exigências da Portaria número 52, de 15 de março de 2021, que estabelece o regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção e a lista de substâncias e práticas para uso nestes sistemas, por um período preestabelecido para cada atividade, sendo comercializado como convencional (BRASIL, 2021).

4.5 Viticultura orgânica

Os vinhedos em sua maioria são caracterizados como monoculturas guiadas pela agricultura intensiva aliada ao uso excessivo de defensivos agrícolas, contrapondo-se à tendência emergente de agricultura multifuncional, diversificada e ambientalmente amigável (Souza et. al 2024).

De acordo com Nodari e Ferri (2023), grande parte da vitivinicultura ao redor do mundo vem seguindo o modelo de uma agricultura voltada para a produção massiva, baseada no monocultivo e no uso intensivo de agrotóxicos e fertilizantes químicos. Como resultado, prejudica ambientalmente as águas, os solos e a saúde humana, deste modo, há uma demanda para a adoção de medidas mais sustentáveis na viticultura.

Entre os séculos XIX e XX, a teorização da Agricultura orgânica emergiu internacionalmente de uma série de contribuições científicas e políticas em reação às consequências da industrialização agrícola. Os países pioneiros globais que criaram legislação específica foram os Estados Unidos, Estado de Oregon em 1974 e Califórnia em 1979, e a França em 1983 (OIV, 2021).

Em busca de novas oportunidades, os viticultores estão deixando de produzir uva no sistema convencional e estão convertendo os seus vinhedos

para a viticultura orgânica. Com a produção orgânica os viticultores buscam outras alternativas dentro do setor vitivinícola que é dominado pelas grandes vinícolas e possui uma cadeia produtiva bastante verticalizada (Souza et al, 2024; Pierozan, 2018).

De acordo com a Organização Internacional da Vinha e do Vinho (OIV) (2021), há pelo menos sessenta países distribuídos em todos os continentes que cultivam vinhedos orgânicos, em aproximadamente 450 hectares, representando 6,2% da área total mundial vitícola. Apenas dez países representam 91% do total mundial, sendo que destes, três são europeus, Espanha, Itália e França, que cultivam principalmente uvas para vinho, representando 75% da área mundial de vinhedos orgânicos certificados. Em termos de área plantada, na Itália 15% dos seus vinhedos são orgânicos, seguido pela França (14%) e pela Áustria (14%). O único país não europeu dentro do “top 10” é o México, com 8% da sua área de vinhedos certificada como orgânica. O Brasil possui a terceira maior área de vinhedos orgânicos da América do Sul, a produção em sua maioria, é utilizada para a elaboração de suco de uva orgânico.

Parlevliet e McGoy (2001) afirmam que os rendimentos dos vinhedos orgânicos podem ser tão altos quanto os dos sistemas convencionais, mas são geralmente menores, variando de 3 tonelada/hectare a 18 toneladas/hectare dependendo da idade, localização, sistema de produção e variedade. Todavia, rendimentos mais baixos do que o sistema convencional pode ser esperado em sistemas orgânicos, visto que o foco está na qualidade das frutas.

Em relação aos vinhos, Perin et. al (2014), ressaltam que o sistema de produção orgânico pode induzir a produção de uma maior quantidade de compostos bioativos (antioxidantes). Eles avaliaram vinhos elaborados a partir de uvas *Vitis labrusca* cv. ‘Bordô’, oriundos de sistema de produção convencional e orgânico, quanto às características de qualidade físico-químicas e conteúdo de compostos bioativos. Como resultado, o conteúdo de compostos fenólicos totais, antocianinas totais e resveratrol foram mais elevados nos vinhos provenientes de sistema de produção orgânica.

Nodari e Ferri (2023), afirmam que a vitivinicultura orgânica tende a ser aprimorada e expandida nos próximos anos, em virtude dos efeitos ambientais benéficos e da maior aceitação dos vinhos produzidos no sistema, que tem sido valorizados pelo mercado consumidor.

Algumas vinícolas brasileiras, percebendo a tendência de mercado para os produtos orgânicos, converteram parte de seus vinhedos, bem como buscam parcerias com viticultores certificados para ofertar o vinho orgânico. Todavia, ainda enfrentam desafios principalmente relacionados ao alinhamento entre preço e qualidade, visto que em sua maioria, tendem ser vinhos de mesa, devido à maior adaptação das variedades de origem, como o caso da Isabel (Araújo, 2017).

4.6 Uso da calda bordalesa em vinhedos

Na viticultura orgânica, os fungicidas à base de cobre são os produtos mais antigos utilizados contra *P. viticola* e ainda desempenham um papel crucial no manejo de doenças. No entanto, por ser um metal pesado, o cobre tem um impacto negativo no meio ambiente e na saúde humana quando utilizado em excesso uma vez que se acumula no solo dos vinhedos (Zorrilla et al. 2024). Ortega et al. (2024), ressaltam que, apesar de que seu princípio ativo seja composto por um metal pesado, acaba sendo um produto indispensável na viticultura orgânica por não haver muitas alternativas eficazes neste sistema de produção.

A calda bordalesa [$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{OH})_2$] é um produto amplamente usado no combate de doenças fúngicas em videiras, tanto em cultivo convencional quanto em orgânico. O produto surgiu na região de Bordeaux, na França, por volta de 1882, onde se verificou que a mistura de sulfato de cobre e hidróxido de cálcio, pulverizada sobre os vinhedos para evitar a coleta furtiva, era também ativa no combate ao míldio da videira (Michereff, 2001).

Na composição da calda bordalesa pode haver sulfato de cobre, sulfato de cálcio, hidróxido de cálcio, sulfato básico de cobre e sulfato básico duplo de cálcio e cobre. A calda é obtida através da mistura de sulfato de cobre penta-

hidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) com suspensão aquosa de hidróxido de cálcio ($\text{Ca}[\text{OH}]_2$) obtida pela hidratação e diluição da cal virgem (CaO). A reação se encerra em meio neutro a alcalino, formando hidróxido de cobre ($\text{Cu}[\text{OH}]_2$) e sulfato de cálcio (CaSO_4), resultando em um precipitado gelatinoso azulado uma vez que o hidróxido de cobre forma membranas de precipitação em torno do sulfato de cálcio e se estabiliza (Penteado, 2000).

O sulfato de cobre, ou sulfato cúprico penta-hidratado, é um sal inorgânico simples, cristalino, cujo cristais têm formato de paralelepípedo oblíquo, contendo água em sua estrutura. Sua solubilidade em água se dá pela dissociação iônica do composto, ou seja, o cátion e o ânion são separados entre si pelas moléculas de água. Para a elaboração da calda bordalesa é preferível que o sulfato de cobre esteja na forma de cristais moídos, para que possa se dissolver de imediato mesmo quando em água fria (Rebelo, *et al.* 2015).

O hidróxido de cálcio $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ apresenta-se como um pó branco, alcalino (pH 12,8 ou mais), pouco solúvel em água (solubilidade de 1,2g/L de água, a 25 °C). É considerado uma base forte obtida com a hidratação do óxido de cálcio (CaO), sendo que a reação entre o $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e o gás carbônico leva à formação do carbonato de cálcio (CaCO_3). As propriedades do hidróxido de cálcio derivam de sua dissociação em íons cálcio e hidroxila, e a ação desses íons sobre os tecidos e as bactérias explica as propriedades biológicas e antimicrobianas dessa substância (Rebelo, *et al.* 2015).

Korchagin (2014), ressalta que na região da serra gaúcha, a incidência de doenças fúngicas é grande devido ao clima úmido predominante, ocasionando várias aplicações de calda bordalesa durante o ciclo produtivo da videira, aportando doses elevadas de em média de 12 a 30 kg/ha/ano de cobre metálico ao agroecossistema. O ideal é que fungicidas cúpricos de contato, como o sulfato de cobre, devem ser aplicados antes que seja estabelecido o contato entre o patógeno e a planta, causando um efeito preventivo (Sônego *et. al.*, 2003).

O uso contínuo de calda bordalesa em videiras faz com que o Cu concentre-se na superfície do solo devido a sua baixa mobilidade, ultrapassando

o teor crítico e a capacidade máxima de adsorção através da saturação dos sítios de carga, podendo acumular-se no horizonte superficial do solo e ter efeitos adversos em sua biota, bem como nas plantas (Cesco et. al, 2020; Korchagin, 2014).

Na União Europeia, conforme os termos do Regulamento de Execução (UE) 540/2011 é permitida a utilização de cobre como fungicida, sob a forma de hidróxido de cobre, oxicloreto de cobre, óxido de cobre, calda bordalesa e sulfato de cobre tribásico, numa aplicação total de no máximo, 28 Kg/ha ao longo de um período de 7 anos, exclusivamente na medida do necessário e nas condições previstas na legislação (União Européia, 2021). Enquanto que no Brasil, de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), para produção orgânica, independente da origem do Cu para elaboração da calda bordalesa a quantidade máxima de cobre metálico que pode ser aplicada não pode exceder o valor de 6 kg/ ha/ ano (BRASIL, 2021).

Ambrosini et. al (2016) ressaltam que nas condições dos solos de vinhedos do Sul do país, onde já se observa o acúmulo de metais pesados, uma boa alternativa para evitar os problemas relacionados aos altos teores no solo seria diminuir a quantidade adicionada anualmente de produtos com esses elementos, sendo necessário cuidados com as dosagens, número de aplicações por safra e concentração de Cu na calda. Em virtude, cabe a pesquisa buscar consolidar resultados eficientes quanto a redução da concentração de uso da calda bordalesa e a sua eficácia no controle de doenças fúngicas, como o míldio.

4.7 Taxa variada na viticultura

As técnicas de Viticultura de Precisão (VP) podem desempenhar um papel importante no uso sustentável de água, fertilizantes e agroquímicos na produção de uvas graças à aplicação precisa destes insumos, melhorando o rendimento e a qualidade da produção e minimizando os efeitos negativos sobre o meio ambiente (Casson et al, 2022).

A VP engloba um conjunto de técnicas que buscam caracterizar a variabilidade espacial do crescimento vegetativo da videira, da produção da uva e sua maturação, identificando os fatores que afetam esse processo, com o objetivo de aplicar um manejo adequado em cada parcela (Erthal et al. 2018).

Dentre as técnicas utilizadas está o uso de taxa variada na aplicação de agroquímicos, onde, de acordo com Mercaldi (2012) a pulverização deve ser feita de forma localizada, ou seja, a calda deve ser aplicada na quantidade necessária e atingir somente o alvo desejado. Isso leva ao conceito de aplicação em taxa variada, onde o volume do produto aplicado por hectare varia de acordo com a necessidade.

Balafoutis et al. (2017) ressaltam que a taxa variada pode ser uma estratégia de mitigação para emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) na produção vitícola. Eles realizaram a aplicação de fertirrigação em taxas variáveis e compararam ao tratamento convencional da propriedade, como resultado, houve redução de 25% da pegada de carbono para a variedade Sauvignon Blanc.

A fim de diagnosticar a difusão da viticultura de precisão na região delimitada da D.O. Vale dos Vinhedos Erthal et al. (2018) relatam que dentre as técnicas e ferramentas passíveis de utilização, 46,67% dos viticultores indicaram ter interesse em realizar a aplicação de fertilizantes com taxa variada e 33,33% interessam-se na aplicação de defensivos com taxa variada.

Matese e Gennaro (2015), afirmam que no setor vinícola as novas tecnologias podem garantir uma produção de vinhos de maior qualidade, com baixos custos de operação, boas colheitas, visando o maior potencial enológico dos vinhedos e, ao mesmo tempo, reduzir impactos ambientais.

5. HIPÓTESES/PROPOSIÇÕES/SUGESTÕES DE POSSÍVEIS SOLUÇÕES

- Diminuir as doses de sulfato de cobre nos vinhedos, aliado à redução da taxa de aplicação, contribui com o tratamento fúngico contra o míldio, com a redução da toxicidade de Cu, uso de água e compra de insumos.
- O produto tecnológico desenvolvido foi um Relatório Técnico (Apêndice B) a fim de evidenciar os resultados obtidos.

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo Geral

Identificar se há eficiência do sulfato de cobre sobre o míldio ao diminuir as concentrações de sulfato de cobre e da taxa de aplicação de calda bordalesa

em vinhedo orgânico, a fim de diminuir a toxicidade de cobre, uso de água e insumos.

6.2 Objetivos Específicos

- Determinar menores concentrações de sulfato de cobre e taxa de aplicação para o controle do míldio.
- Avaliar se a redução nas concentrações de sulfato de cobre e taxa de aplicação são eficazes no controle do míldio em comparação com o tratamento já utilizado na propriedade.

7. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi realizada entre setembro de 2023 e fevereiro de 2024 em vinhedo orgânico da cultivar Isabel, com elevação de 605 metros de altitude, localizado na Linha São Jorge, no município de Garibaldi, Rio Grande do Sul (Figura 1A).

Figura 1. A) Vista do vinhedo que foi utilizado para a pesquisa. B) Delimitação da área dos tratamentos utilizados.



Fonte: A) Arquivo pessoal da autora, 2023. B) Google Earth, 2024,

Na área do experimento foram selecionadas três fileiras marcando oito plantas ao acaso em cada e na testemunha uma fileira e oito plantas para coleta

de folhas, onde foi realizada avaliação da severidade de míldio nos cachos e folhas, coleta de folhas para quantificação de Cu e colheita no final do ciclo. Para a taxa de aplicação, foram ajustados 6 bicos JAC 0075 do pulverizador a 70 psi, (Figura 3A e B), utilizando 1º marcha simples a 1800 RPM em 3,9 km/h, seguido de 4º marcha reduzida a 2000 RPM em 3,4 km/h, 4º marcha reduzida a 1800 RPM em 3,3 km/h e 4º marcha reduzida a 1500 RPM a 2,7 km/h.

Foram realizados dois tratamentos: 1) Experimento (T1): 14 aplicações de calda bordalesa em concentrações por hectare de 0,3:1 com taxa de aplicação de 500 l e de 666,6 por hectare; 0,3:2 em 416,6 l e em 500 l; 0,6:2 em 666,6 l, 750 l e em 833,33 l e 1;1,5 em 416,6 l. 2) Testemunha (T2): 13 aplicações de calda bordalesa com taxas já utilizados pela viticultura, concentrações por hectares de 0,3:1 em 766,6 l e de 1000 litros de taxa de aplicação; 0,3:2 em 766,6 l e em 1200 l; 0,7:0,7 em 1033,3 l; 0,8:1,5 em 1500 l, 1:1 em 583,33 l e em 1166,6 l de taxa por hectare (Tabela 1). A área do T1 e do T2 utilizada foi de 0,06 e 0,39 hectares respectivamente, sendo que para melhor compreensão, os resultados foram ajustados para 1 hectare (Figura 1B).

Tabela 1. Concentrações de sulfato de cobre, cal e taxa de aplicação utilizados por hectare para o preparo da calda bordalesa em cada tratamento.

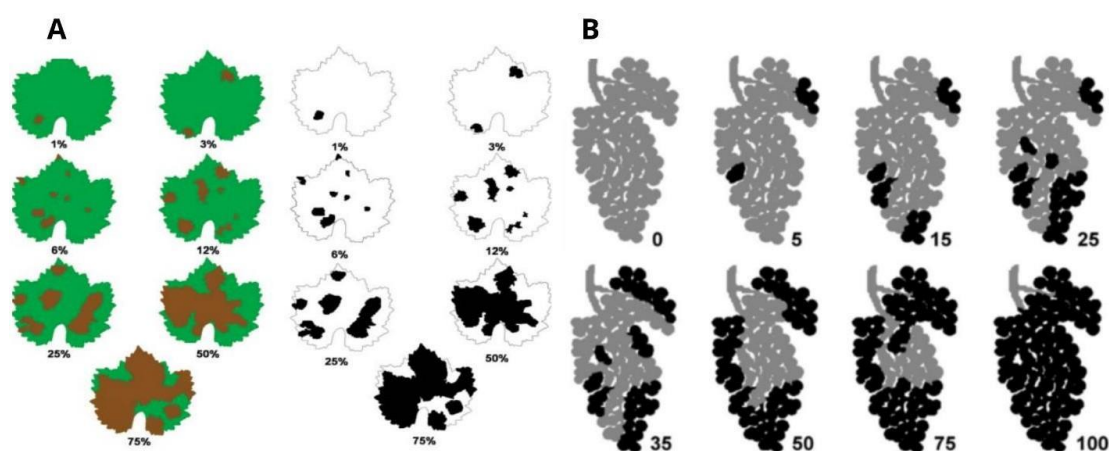
T1				T2			
Data	Sulfato de Cobre (%)	Cal (%)	Taxa de aplicação (l)	Data	Sulfato de Cobre (%)	Cal (%)	Taxa de aplicação (l)
29/09/2023	0,3	2	416,67	23/09/2023	0,3	1	1000
05/10/2023	0,3	2	416,67	09/10/2023	0,3	1	766,66
09/10/2023	0,3	1	500,00	14/10/2023	0,3	2	1200
14/10/2023	0,3	1	666,67	18/10/2023	0,3	2	766,66
18/10/2023	0,3	2	500,00	26/10/2023	0,7	0,7	1033,33
23/10/2023	0,3	1	500,00	31/10/2023	1	2	1333,33
31/10/2023	0,3	1	666,67	15/11/2023	1	2	1333,33
08/11/2023	0,6	2	666,67	25/11/2023	0,8	1,5	1333,33
14/11/2023	0,6	2	750,00	30/11/2023	1	1,5	1500
23/11/2023	0,6	2	833,33	12/12/2023	1	1	1166,66
30/11/2023	1	1,5	416,67	30/12/2023	1	1	583,33
01/12/2023	1	1,5	416,67	31/12/2023	1	1	583,33
12/12/2023	0,6	2	833,33	23/01/2024	1	1	1166,55
26/12/2023	0,6	2	833,33				

Fonte: Caderno de campo (2024).

As avaliações da severidade do míldio da videira foram realizadas a partir do início do surgimento dos sintomas da doença até a colheita dos cachos (Figura

3C). A incidência da mesma foi calculada como uma porcentagem de folhas e cachos afetados pela presença do patógeno, sendo que, a porcentagem de área ocupada por míldio foi estimada utilizando a escala diagramática proposta por Buffara et al., (2014) para folhas (Figura 2A). e a escala diagramática proposta por Caffi et al., (2010) para cachos (Figura 2B). As médias foram comparadas pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

Figura 2. A) Escala diagramática para quantificação da severidade do míldio em folhas de videira. B) Escala diagramática para quantificação da severidade do míldio nos cachos de videira.



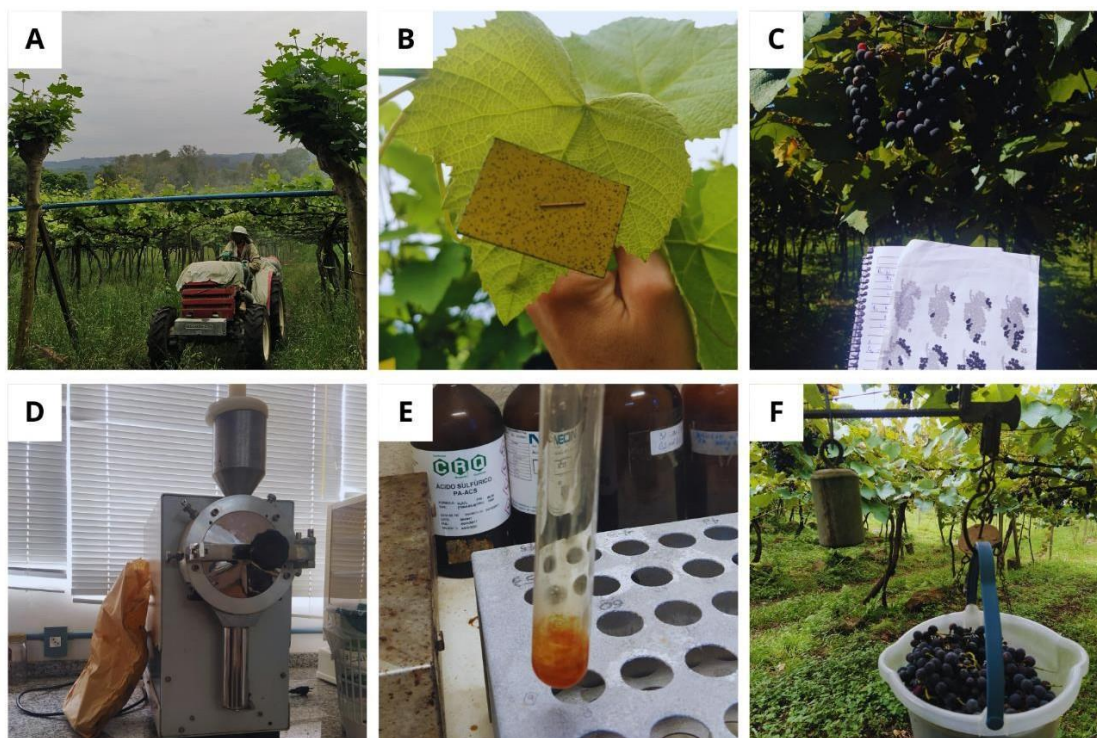
Fonte: A) Buffara et al., (2014); B) Caffi et al., (2010)

Foram coletadas por tratamento, três folhas por planta marcada logo após as aplicações, e avaliada a quantidade de cobre através do processo de digestão de tecido durante os meses de outubro (dia 31/10 ambos tratamentos), novembro (dia 14/11 T1; dia 15/11 T2) e em dezembro (dia 09/12 T2; dia 12/12 T1). Após a coleta, as amostras foram homogeneizadas ao serem embaladas em um saco de papel por tratamento/coleta, etiquetadas e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar em temperatura a 65°C até atingir peso constante. Posteriormente, foi feita a moagem de cada amostra, em moinhos tipo Willey, com facas e câmara de aço inoxidável e com peneiras de 1mm de diâmetro, visando assegurar a homogeneização do material (Figura 3D)..

Conforme Carmo et. al (2000), no laboratório de solos do IFRS, Campus Bento Gonçalves, foi feita a decomposição do tecido vegetal, visando a determinação de cobre, sendo esta, realizada através da solubilização com ácido nítrico e perclórico (solução HNO₃ + HClO₄ na proporção 3:1). Para cada amostra, foi feito o mesmo procedimento, utilizou-se 0,25 g de amostra em tubo

de digestão seco, com um funil para evitar a deposição de material nas paredes do tubo de digestão. Adicionou-se 4 mL da solução nitro-perclórica, mantendo a mistura ácida na capela a frio por um período de 12 horas.

Figura 3. A) Regulagem do pulverizador; B) Dispersão e uniformidade da taxa de aplicação no vinhedo; C) Avaliação visual da severidade do míldio; D) Moagem das amostras de tecido foliar; E) Processo de digestão do tecido vegetal para quantificar o Cu; F) Pesagem dos cachos colhidos por planta.



Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2024.

Posteriormente, aqueceu-se a 80°C e permanecendo nesta temperatura até parar de sair a fumaça marrom (3,5 horas), aumentou-se a temperatura até 120°C, permanecendo nesta faixa até digerir o tecido (3 horas). Então, elevou-se a 180°C e manteve-se até restar aproximadamente 1 mL de ácido (Figura 3E). Os frascos foram retirados do bloco, após esfriar, foi completado o volume com água destilada até 20ml. Agitou-se com agitador e transferiu-se para tubos de “snap cap”, deixando decantar. Para determinar o Cu, foi transferida uma alíquota de 10 mL do sobrenadante para copo plástico descartável, determinou-se a abs de Cu em fotômetro de absorção, pipetando 5 mL da solução restante e adicionando 10 mL de água destilada.

No final do ciclo (estádio vegetativo 28), a produtividade por tratamento foi avaliada através da colheita e pesagem de todos os cachos das plantas avaliadas em cada tratamento, no dia 15 de fevereiro de 2024 (Figura 3F). As médias foram comparadas pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. As uvas

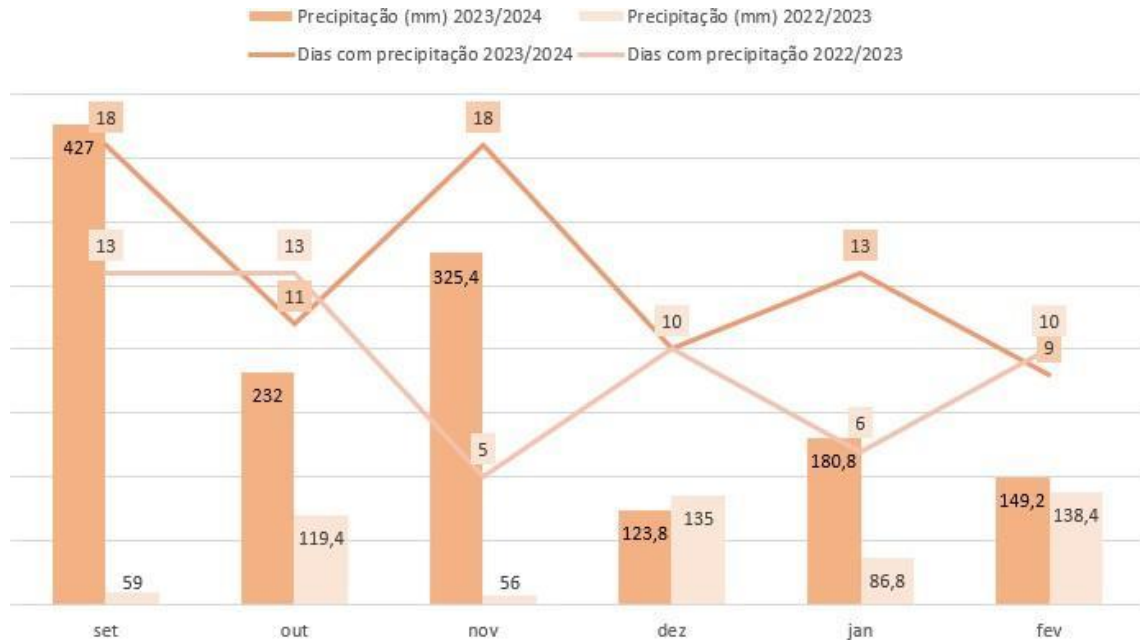
colhidas ficaram na propriedade, onde foram posteriormente destinadas para processamento.

8. RESULTADOS

Cabe ressaltar que o fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) é um dos principais modos de variabilidade climática no mundo em escala interanual. Este, corresponde a um acoplamento entre o oceano e a atmosfera através de anomalias na temperatura da superfície do mar no oceano Pacífico Tropical Central-Leste e na pressão atmosférica. A componente oceânica do ENOS é chamada de El Niño, quando há aquecimento anômalo das águas do oceano Pacífico Tropical Central-Leste, ou de La Niña, em situação de resfriamento anômalo (INPE, 2024; Reboita et al., 2021).

No sul do Brasil, em anos de el Niño, como ocorreu em 2023, as correntes de ventos fortes em altos níveis da atmosfera ficam mais intensas que o normal, ocasionando um aumento na frequência e volume de chuva, com valores excessivos e acima da média climatológica na Região Sul (Rodrigues et. al, 2023). Durante o período avaliado, em cada mês houve pelo menos 9 dias com chuvas, sendo que em setembro, ocorreu o maior período e volume de precipitação, acumulando 427 mm distribuídos em 18 dias. Logo, ao analisar todo o período em que a pesquisa ocorreu, houve o acúmulo de 1438,2 mm em 79 dias enquanto que, nestes meses no ciclo produtivo anterior (2022/2023) acumulou-se 594,6 mm distribuídos em 57 dias (Figura 4).

Figura 4. Comparativo entre o volume de chuva mensal e dias com precipitação/mês durante os ciclos 2022/2023 e 2023/2024

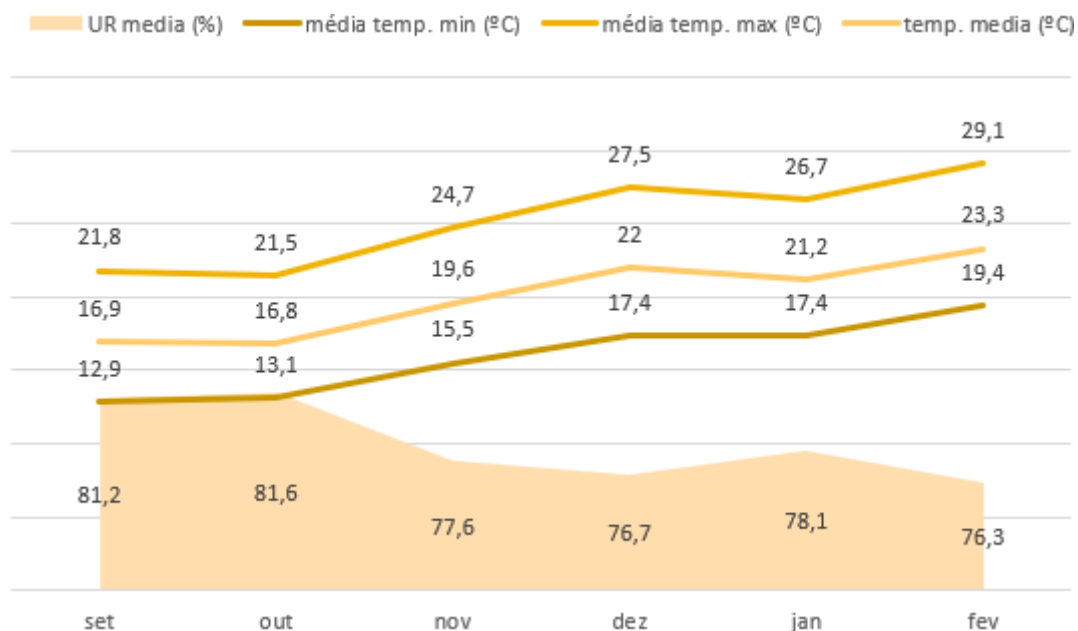


Fonte: Estação Automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada na Embrapa Uva e Vinho, em Bento Gonçalves-RS.

Em virtude, evidenciou-se que o ciclo 2023/2024 favoreceu o desenvolvimento do míldio, uma vez que, as condições meteorológicas exercem influência indireta sobre a qualidade da uva, favorecendo ou restringindo o estabelecimento de doenças fúngicas, afetando a sanidade dos tecidos foliares e dos cachos (Junges, et. al 2023).

Além do excesso de precipitação, na figura 5 é possível observar que também se manteve alta a umidade relativa do ar no período do estudo em questão, oscilando entre 81% em setembro a 76% no final do ciclo, em fevereiro. Em relação a temperatura média no mesmo período, manteve-se constante nos meses de setembro e outubro, com 16,9 e 16,8° C, respectivamente. Já em novembro começou a elevar-se e a partir de dezembro manteve-se acima dos 20 °C.

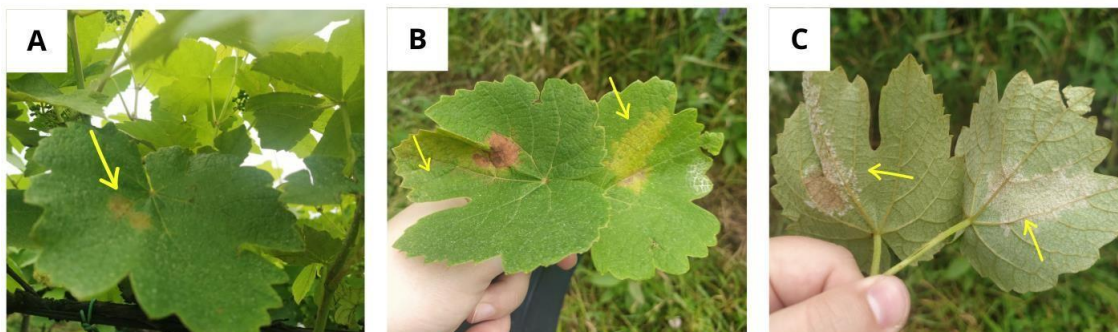
Figura 5. Temperaturas médias mensais e umidade relativa do ar média mensal de setembro de 2023 a fevereiro de 2024.



Fonte: Estação Automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada na Embrapa Uva e Vinho, em Bento Gonçalves-RS.

A temperatura média, quantidade de precipitação e umidade relativa do ar favoreceram o desenvolvimento do patógeno, uma vez que, o míldio se desenvolve em regiões de clima temperado, principalmente quando ocorre uma frequência de precipitação média a alta e um clima médio a quente, aliado a condensação da água livre por um período mínimo de 2 horas para haver novas infecções (Mian e Tonon, 2021; Sônego et. al, 2003). No vinhedo, os primeiros sintomas de míldio foram identificados no início de outubro de 2023, durante o estágio de pré floração (Figura 6).

Figura 6 . Primeiros sintomas de míldio identificados. A) Mancha necrosada; B) Mancha necrosada e mancha de óleo; C) Mofo branco.



Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2023.

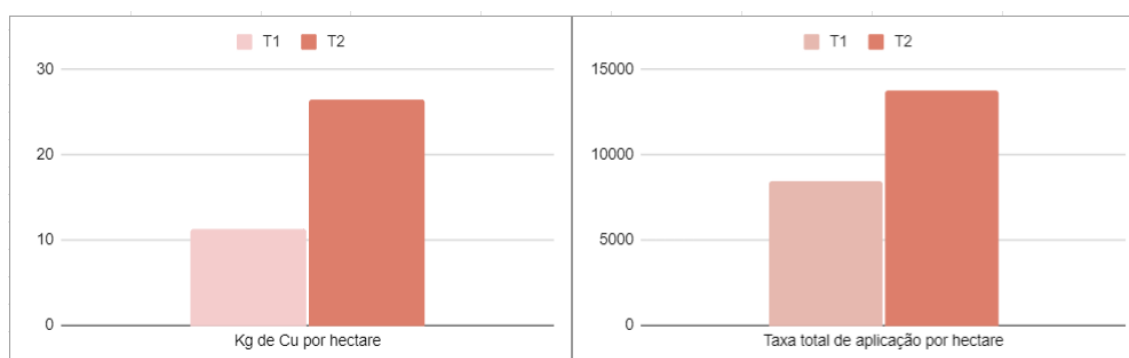
Os esporângios podem ser produzidos a cada 5 a 18 dias, sendo que, para que uma mancha-de-óleo forme esporângios, é necessário que as temperaturas médias sejam maiores do que 13 °C e a umidade relativa superior a 80%, condições estas, estabelecidas em setembro de 2023, estimando-se que a infecção pelo patógeno tenha ocorrido neste período (Sônego et al. 2003). De acordo com Ritschel et al (2022), os primeiros sintomas visíveis nas folhas são as “manchas de óleo” (Figura 6 B), quando há alta umidade, na face inferior da região correspondente a essas manchas, surge o “mofo branco” (órgãos de frutificação do patógeno) (Figura 6 B e C) e posteriormente, estas manchas tornam-se necrosadas e de coloração castanho-avermelhada (Figura 6 A e B).

Tanto no T1, como no T2, o tratamento com calda bordalesa começou a ser aplicado no final de setembro de 2023. De acordo com Garrido e Botton (2017), o uso da dose correta é um dos fatores essenciais na aplicação de qualquer tratamento fitossanitário e a manutenção durante todo o processo assegura economia, uma vez que, doses excessivas, além de provocar fitotoxicidade, elevam os custos do tratamento. Tiecher et. al (2022) ressaltam que no vinhedo orgânico de uvas americanas dos cooperados da Cooperativa Nova Aliança, durante a safra 2020/2021, foram realizadas em média 9 aplicações com taxa média por aplicação de 645 litros por hectare utilizando fungicidas que continham Cu.

No trabalho em questão, em virtude dos vários dias com precipitação, realizou-se no T1, 14 aplicações de calda bordalesa com taxa média de 601,1 l/ha e no T2, 13 aplicações com taxa média de 1058,9 l/ha, e em sua maioria, com curtos intervalos de tempo em ambos tratamentos (Tabela 1). Costa (2006), afirma que a persistência de ação dos fungicidas de contato, como a calda bordalesa, é muito variável em virtude das condições atmosféricas, sendo que em períodos com frequente precipitação ocorre a diminuição de sua ação sendo necessária a aplicação do fungicida com mais frequência.

No Alto Vale do Itajaí, a Epagri testou distintas concentrações de calda bordalesa para controle do míldio da videira. Os resultados preliminares demonstraram que concentrações menores que 0,5% proporcionaram bons níveis de controle para o míldio (86%) mesmo em anos favoráveis ao desenvolvimento do patógeno (Filho e Debarba, 2007).

Figura 7. Quantidade total de cobre metálico (quilos), e a média da taxa de aplicação (litros) utilizados por hectare em cada tratamento.



Fonte: Caderno de campo (2024)

Ao longo do ciclo produtivo a taxa de aplicação foi de 8.416,6 litros de calda bordalesa por hectare no T1 e 13.766,6 litros no T2, havendo uma redução de 38,8% de taxa de aplicação ao final do ciclo no T1. Em decorrência, totalizou-se 11,29 kg de Cu metálico aplicado por hectare no T1 e 26,44 kg no T2 (Figura 7), diminuindo 55% de cobre no vinhedo para a cultivar Isabel. Tiecher et. al (2022), mostram que esta cultivar obteve maior aporte de Cu metálico em sistema convencional, totalizando 6,20 kg/ha com 2,8 de média de aplicação com fungicida que continha Cu, sendo este um número baixo pois neste sistema é

possível utilizar outras fontes de fungicidas. Para a cultivar Bordô, variedade mais resistente, em sistema orgânico e convencional aportaram 3,13 kg e 3,28 kg de Cu metálico, respectivamente.

Ao avaliarmos a quantidade de Cu no tecido vegetal nos meses de outubro, novembro e dezembro (Tabela 2), a faixa de concentração variou de 3,19 a 7,52 mg kg⁻¹ no T1 e de 6,36 a 10,81 mg/kg⁻¹ sendo considerado um nível baixo em ambos tratamentos, uma vez que, conforme Terra (2003), a faixa adequada de Cu nas folhas é de 18 a 22 mg kg⁻¹. Este resultado indica que as concentrações utilizadas contribuem para evitar a toxidez deste metal nos vinhedos. Tiecher et. al (2016) ressaltam que os teores de Cu variaram de 4,7 a 3.216 mg kg⁻¹ nas principais regiões vitiviníferas do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.

Tabela 2. Média de Cu acumulado nas folhas, quantidade de Cu metálico aplicado por hectare em cada tratamento nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2023.

Tratamento	Cu (mg/kg ⁻¹)	Aplicação* (kg/ha)	Data
T1	7,52	0,5	31/10
	3,19	1,1	14/11
	7,18	1,2	12/12
T2	10,81	3,3	31/10
	7,07	3,3	15/11
	6,36	2,9	12/12

*Quantidade de cobre metálico aplicada por hectare

Fonte: Dados de campo (2024)

Referente a severidade do míldio nas folhas, não houve diferença estatística nos tratamentos, tendo em média 14,14% e 14,16% de incidência no T1 e no T2 respectivamente (Tabela 3).

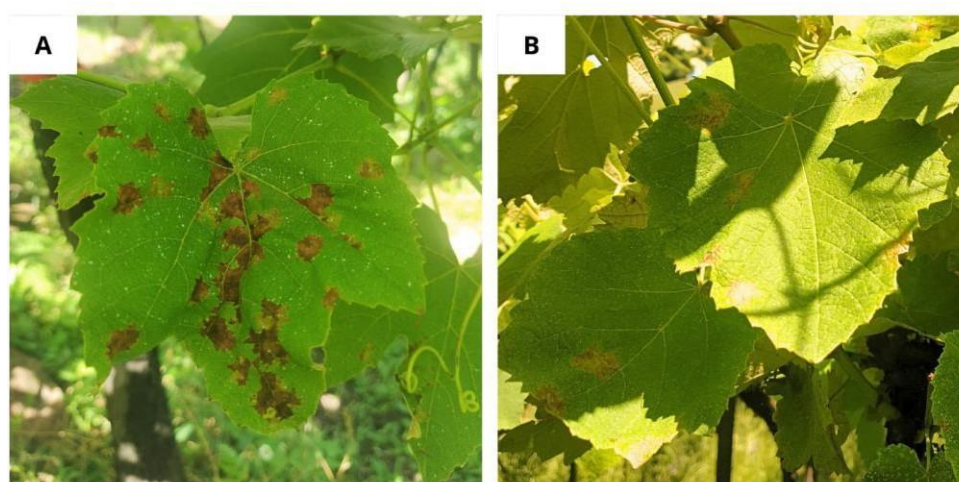
Tabela 3. Severidade do míldio nas folhas e no cacho durante o ciclo produtivo 2023/2024.

Tratamento	Folha	Desvio Padrão	Cacho	Desvio Padrão
T1	14.14 a	12,81	45,20 a	12,81
T2	14.16 a	9,52	53,09 a	9,52
CV (%)	79,31		44,08	

*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Fonte: Dados de campo (2024)

Visualmente, foi possível observar que ao longo do ciclo vegetativo os sintomas de míldio mantiveram-se constantes nas folhas. Em ambos tratamentos, de novembro a fevereiro, o sintoma predominante de míldio foram folhas necrosadas, marrom-claras e avermelhadas (Figura 8A) seguido de folhas com manchas verde-claras, de aspecto oleoso (Figura 8B) (Uzum Uva, 2024).

Figura 8. Principais sintomas de míldio observados nas folhas ao longo do ciclo produtivo. A) folhas necrosadas; B) folhas com aspecto oleoso.



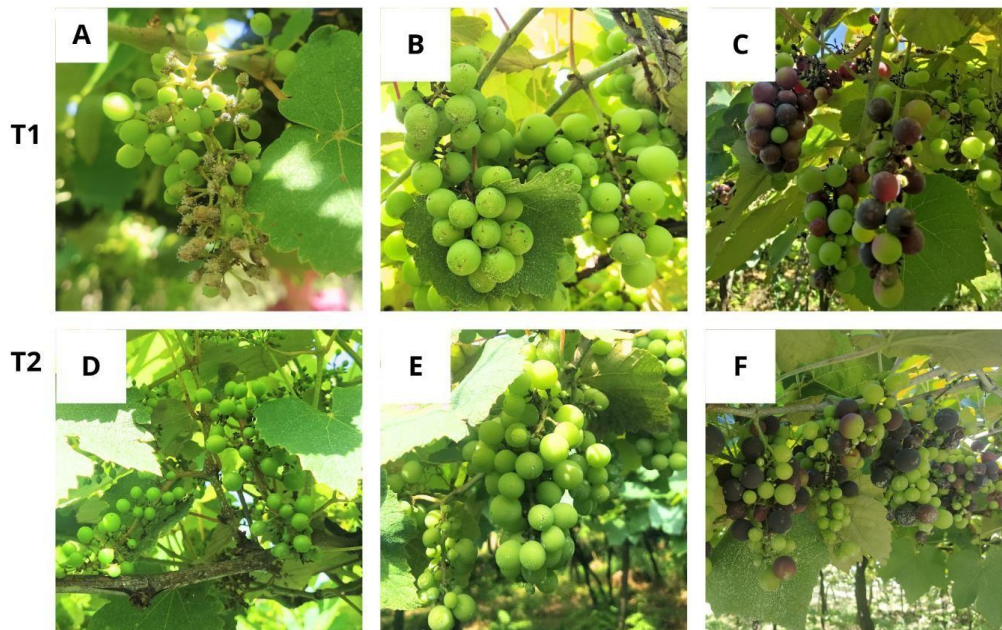
Fonte: Arquivo pessoal da autora (2024).

Nos cachos, a severidade do míldio foi de 45,20% no T1 e 53,09% no T2, não diferindo estatisticamente (Tabela 3). Cavalcanti e Garrido, (2015) afirmam que o ataque na inflorescência e na fase de floração ocasiona os maiores prejuízos. Visualmente, foi possível observar que ao longo do ciclo vegetativo os sintomas de míldio mantiveram-se constantes nos cachos.

Em ambos tratamentos, em novembro, durante o estágio 29 (bagas tamanho “chumbinho”) haviam vários cachos apresentando eflorescência branca (mofo branco) nas bagas (Figura 9A) e com inflorescências já secas (Figura 9D), dando a entender que provavelmente, o ataque nos cachos iniciou durante a fase floração (estádio 19). Em dezembro, no início da compactação do cacho (estádio 33) algumas bagas ainda verdes caíam com facilidade, prejudicando na qualidade final do cacho (Figura 9B e 9E), em janeiro, no início da maturação e troca de cor (estádio 35) havia bastante desuniformidade entre os cachos e

presença de bagas murchas, secas e escuras (Figura 9C e 9F), permanecendo este cenário em fevereiro, na maturação plena (estádio 36), quando o ocorreu a colheita (Cavalcanti. Garrido, 2015; Uzun Uva, 2024).

Figura 9. Sintomas de míldio nos cachos ao longo do ciclo produtivo. A) T1 nov/23. B) T1 dez/23. C) T1 jan/24. D) T2 nov/23. E) T2 dez/23. F) T2 jan/24.



Fonte: Arquivo pessoal da autora (2024).

Em relação à produtividade, no T1 houve uma média de produção de 8,44 t/ha, enquanto no T2 produziu 7,72 t/ha, não havendo diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 4). Normalmente nesta propriedade a produtividade média da Isabel é de 25 t/ha, estando conforme a média da cultivar, que varia de 25 t/ha a 30 t/ha (Nachtigal e Schneider, 2007). Neste mesmo período, na região da Serra Gaúcha, apresentou a produção média de 20 t/ha (Fundeb, 2024).

Tabela 4. Produtividade média (toneladas/ha) em cada tratamento no ciclo produtivo 2023/2024

Tratamento	Produtividade	Desvio Padrão	CV (%)
T1	8,44 a	1,61	36,68
T2	7,72 a	1,43	

*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade

Fonte: Dados de campo (2024)

Visualmente, muitos cachos foram afetados em virtude do míldio, fator que prejudicou a produtividade em virtude das intempéries climáticas da safra em questão. Cabe ressaltar que não foi um caso isolado, mas sim predominante na região, tanto em vinhedos orgânicos, como convencionais. O fenômeno climático El Niño, afetou tanto as uvas americanas e híbridas, quanto as viníferas registraram queda no comparativo com a safra 2022/2023, de 24,5% e 41,05%, respectivamente, sendo que, os produtos orgânicos registraram queda de 21,44% na produção de sucos e 84,95% na elaboração de vinhos (SEAPI RS, 2024). De acordo com um dos técnicos extensionistas da Emater RS regional, ocorreu chuva na floração e poucos períodos de sol direto, ocasionando abortamento de flores e bagas, especialmente nas variedades Isabel e Bordô, prejudicando os tratamentos fitossanitários (Belederi e Zampieri, 2024).

Figura 10. Parâmetro visual dos cachos colhidos em ambos tratamentos.



Fonte: Arquivo pessoal da autora (2024).

Em ambos tratamentos, no momento da colheita haviam cachos desuniformes (Figura 10), com bagas de distintas dimensões e ralos, fator que não afetou a comercialização e destinação, visto que foi para processamento.

9. PRODUTOS DESENVOLVIDOS

Foi realizado um Relatório Técnico Conclusivo (Apêndice B), sendo este, um texto elaborado de maneira concisa, contendo informações sobre o trabalho realizado, desde seu planejamento até as conclusões, ressaltando a relevância dos resultados e conclusão em termos de impacto social e/ou econômico e a aplicação do conhecimento produzido na propriedade rural (Brasil, 2019).

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A redução da taxa de aplicação de calda bordalesa em 38,8% e de cobre metálico em 55% no vinhedo de Isabel, obteve o mesmo efeito fúngistático contra o míldio que o tratamento já utilizado na propriedade. Este fator contribui a longo prazo com a redução do uso de insumos e de água, sendo essencial para a sustentabilidade do sistema produtivo.

Com os tratamentos utilizados, a quantidade de Cu metálico nas folhas ficou abaixo do nível adequado, indicando que estas concentrações contribuem para evitar a toxidez deste metal nos vinhedos, todavia é preciso atentar-se para que não haja deficiência do mesmo na planta.

Independente do sistema de produção (orgânico ou convencional) a cultivar Isabel demonstrou-se extremamente susceptível a condições de alta precipitação, afetando sua produtividade.

Verificou-se ser inviável manter-se dentro do limite de 6 kg de cobre metálico/ha/ano exigidos pela legislação brasileira de orgânicos. Cabe instigar ao MAPA a adotar medidas excepcionais para a cultura da videira, como já ocorre na União Européia, onde é permitido na legislação de orgânicos o uso de 28 kg de cobre ao longo de 7 anos. Este fator, permite que em anos atípicos o produtor tenha a possibilidade de utilizar uma concentração maior do elemento contribuindo com que mantenha sua produção e a certificação.

Sugere-se dar continuidade a este trabalho para que possam ser comparados os resultados para a cultivar Isabel em anos menos chuvosos e também se façam testes com a aplicação da calda com outras fontes de cobre permitidas, como o hidróxido de cobre, oxicloreto de cobre, óxido de cobre e octanoato de cobre.

REFERÊNCIAS

- AMBROSINI, V.G; SORIANI, H.H.; ROSA, D.J., TIECHER, T.L.; GIROTTO, E.; SIMÃO, D.G.; MELO, G.W.B de; ZALAMEDA, J.; BRUNETTO, G. **Impacto do excesso de cobre e zinco no solo sobre videiras e plantas de cobertura.** IN: MELO, G.W.B de; ZALAMEDA, J.; BRUNETTO, G.; CERETTA, C.A. Calagem, adubação e contaminação em solos cultivados com videiras. – Bento Gonçalves, RS: Documentos 100, Embrapa Uva e Vinho, 2016.
- ANDRADE, H. M. L. da S.; SILVA, R. N. da; ANDRADE, L. P. de. Diagnóstico da sustentabilidade de propriedades de agricultores familiares: uma aplicação do método IDEA. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.5, p.39-48, 2021
- ARAÚJO, M.V. **Da produção ao consumo de vinho orgânico no Brasil: limitações, significado e perspectivas.** 89p. 2017. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2017.
- BALAFOUTIS, A.T.; KOUNDOURAS, S.; ANESTASIOU, E.; FOUNTAS, S.; ARVANITIS, K.G. Life cycle assessment of two vineyards after the application of precision viticulture techniques: a case study. **Multidisciplinary Digital Publishing Institute**; v.09, n.11, 2017.
- BARBOSA, M. A. G.; FREITAS, D. M. S.; RIBEIRO JUNIOR, P. M.; BATISTA, D. da C. **Doenças da videira.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 37, n. 291, p. 86-98, 2016.
- BELEDELI, M.; ZEMPIERI, M.E. **Instabilidade climática reduz produção de uvas e de vinhos no Rio Grande do Sul.** O Globo, 2024 Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/noticia/2024/01/16/instabilidade-climatica-reduz-producao-de-uvas-e-de-vinhos-no-rio-grande-do-sul.ghtml> Acesso em: 20 ago, 2024.
- BOHNER, T.O.L; ARAUJO, L.E.B.; NISHIJIMA, T. O impacto ambiental do uso de agrotóxicos no meio ambiente e na saúde dos trabalhadores rurais. **Revista Eletrônica Do Curso De Direito Da UFSM**, 8, 329–341, 2013.
- BONFIM, N. da S.; NAKASSUGI, L.P.; OLIVEIRA, J.P.O.; KOHIYAMA, C.Y.; MOSSINI, S.A.G.; GRESPAN, R.; NERILO, S.B.; MALLMANN, C.A.; ALVES, A. F.B.; MACHINSKI, M. JR. Antifungal activity and inhibition of fumonisin production by *Rosmarinus officinalis* L. essential oil in *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg. **Food Chemistry**, v. 166, 2015
- BOTELHO, R.V.; PIVA, R.; ROMBOLA, A.D. Benefícios ambientais e crescimento do mercado impulsionam vinhos biodinâmicos e orgânico. **Visão Agrícola**, v.14, 2021.

BRASIL, Ministério de Agricultura e Pecuária. **Obter Certificação de Produtos Orgânicos - Produção Primária Vegetal (PPV)**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/servicos/obter-certificacao-de-produtos-organicos-producao-primaria-vegetal> Acesso em: 17 mai. De 2023.

BRASIL, Ministério de Agricultura e Pecuária. **Portaria MAPA nº 52, de 15 de março de 2021**. Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção e as listas de substâncias e práticas para o uso nos Sistemas Orgânicos de produção. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 15 mar. de 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de Nível Superior. **Produção Técnica: Grupo de Trabalho**. Brasília: MEC, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/10062019-producao-tecnica-pdf>. Acesso em: 03 abr. 2024.

BRASIL. **Sistema de informações de vinhos e bebidas (SIVIBE)**. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento.. Disponível em: <https://mapa-indicadores.agricultura.gov.br/publico/extensions/SIVIBE/SIVIBE.html> Acesso em: 14 abr. 2024.

BRUNETTO, C.A.; MAZON, S; VARGAS, T.O.; PEREIRA, G.F.; FINATTO, T. Técnicas de preparo e uso de caldas alternativas e compostagem. **R. Eletr. de Extensão**, v. 13, n. 21, 2016.

BUFFARA, C.R.G.; ANGELOTTI, F.; VIEIRA, R.A. BOGO, A.; TESSMANN, D.J.; BEM, B.P. de. Elaboração e validação de uma escala diagramática para avaliação da severidade do míldio da videira. **Ciência Rural**, v.44, n.8, 2014.

CAFFI, T.; ROSSI, V.; BUGIANI, R. Evaluation of a warning system for controlling primary infections of grapevine downy mildew. **Plant disease**, v. 94, n. 6, 2010.

CAMARGO, U. de A.; TONIETTO, J.; HOFFMANN, A. Progressos na vitivinicultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, V. especial E , p. 144-149, 2019.

CAMARGO, U.A. **Cadastro vitícola**: Isabel. Embrapa Uva e Vinho. 2007. Disponível em: https://www.cnpuv.embrapa.br/cadastro-viticola/rs-2005-2007/html/cult_isabel.html Acesso em 12 mai. 2024.

CARMO, C.A.F. de S.; ARAUJO, W.S.; BERNARDI, A.C. de C.; SALDANHA, M.F.C. Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos. **Circular técnica 6**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000.

CASSON, A.; ORTUANI, B.; GIOVENZANA, V.; BRANCADORO, L.; CORSI, S.; GHARSALLAH, O.; GUIDETTI, R.; FACCHI, A. A multidisciplinary approach to assess environmental and economic impact of conventional and innovative vineyards management systems in Northern Italy. **Sci Total Environ** 10;838 (Pt 2), 2022.

CAVALCANTI, F. R.; CASSUBA, K. F.; FIORAVANÇO, J. C. **Produtos com menor teor de cobre para o controle do míldio em viticultura**. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2019.

CAVALCANTI, F.R.; CASSUBA, K.F.; FIORAVANÇO, J.C. Avaliação de produtos biológicos e um indutor de resistência no controle do míldio da videira. Embrapa: **Circular Técnica 149**. 2020

CAVALCANTI, F.R.; GARRIDO, L.R. **Controle de doenças**. In: GARRIDO, L.R.; HOFFMANN, A.; SILVEIRA, S.V. Produção integrada de uva para processamento: manejo de pragas e doenças. Brasília: Embrapa, v.4, p.33-48, 2015.

CESCO, S., TOLOTTI, A., NADALINI, S.; RIZZI, S.; VALENTINUZZI, F.; MIMMO, T.; PORFIDO, C.; ALLEGRETTA, I.; GIOVANNINI, O.; PERAZZOLLI, M.; CIPRIANI, G.; TERZANO, R.; PERTOT, I.; PII, Y. *Plasmopara viticola* infection affects mineral elements allocation and distribution in *Vitis vinifera* leaves. **Scientific Reports** v. 10, 2020.

CLIPPINGER, J.I.; DOBRY, E.P.; LAFFAN, I. ZORBAS, N. HED, B.; CAMPBELL, M.A. Traditional and Emerging Approaches for Disease Management of *Plasmopara viticola*, Causal Agent of Downy Mildew of Grape. **Agriculture**, V.14, N.3, 2024.

COSTA, J.P.N. Míldio da videira (*Plasmopara viticola*): fungicidas e estratégias de luta química. **Ficha técnica 110**. Direccção Regional de Agricultura de Entre-Douro e Minho, 2006.

DEBASTIANI, G.; LEITE, A.C.; JUNIOR, C.A.W.; BOELHOUWER, D.I. Cultura da uva, produção e comercialização de vinhos no brasil: origem, realidades e desafios. **Revista Cesumar Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, v.20, n.2, p. 471-485, jul./dez. 2015

DIAS, Andressa Hilha. **Avaliação da resistência de variedades e seleções Piwi de videira ao míldio e à antracnose em Santa Catarina**. 128 p. 2020. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Florianópolis, 2020.

ERTHAL, G. M. DA S.; RUSSINI, A.; SEBEM, E.; ERTHAL, E. S.; GALAFASSI, C. Diagnóstico da adoção da viticultura de precisão no vale dos vinhedos - Rio Grande do Sul. **Tecno-Lógica**, v. 22, n. 2, p. 174-186, 2018.

FAJARDO, T.V.M. **Doenças fúngicas**. In: Fajardo, T.V.M. (Ed.) Uva para processamento: fitossanidade. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 131p, 2003.

FIALHO, R.O.; PAPA, M.F.S.; PANOSSO, A.R.; CASSIOLATO, A.M.R. Fungitoxicity of essential oils on *Plasmopara viticola*, causal agent of grapevine downy mildew. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 39, n. 4, p. 1-14, 2017.

FILHO, J.A.W.; DEBARBA, J.F. Emprego da calda bordalesa no controle de doenças. **Agropecu. Catarin**, v.20, n.1, 2007.

FUNDEB. Recomendação de calagem e adubação em propriedades rurais que desenvolvam a atividade vitícola na região da Serra Gaúcha do Estado do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico: produto 4**, Fundação para o Desenvolvimento de Bauru, 2024

FROBEL, S. ZYPRIAN, E. Colonization of Different Grapevine Tissues by *Plasmopara viticola*: A Histological Study. **Front. Plant Sci.**, v. 10, 2019.

GARCIA, C.; HORST, M.V.; MAIA, A.J.; LEITE, C.D.; GARCIA, C.M.D.R.; ESTRADA, K.R.F.S. 2017. Óleo essencial de alecrim no controle de doenças da videira cultivar Cabernet Sauvignon. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, 12(4):452-457

GARRIDO, L. da R.; BOTTON, M. Recomendações técnicas para controlar as doenças e pragas da videira. **Informe técnico fitossanidade**. Campo e Negócios Hortifruti, 2017.

HORST, M.V.; LEITE, C.D.; GARCIA, C.; MAIA, A.J.; FARIA, C.M.D.R.; BOTELHO, R.V. Subproduto da vitivinicultura no controle do míldio e indução de enzimas de defesa em videira. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, 2021.

INMET. **Banco de Dados Meteorológicos do INMET**. Instituto Nacional de Metrologia, 2024. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/> Acesso em: 14 abr. 2024.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Condições atuais do ENOS: Enfraquecimento do El Niño**. Disponível em <http://enos.cptec.inpe.br/> Acesso em: 05 jun de 2024.

JOHANN, L.; DALMORO, M.; MACIEL, M.J. **Alimentos orgânicos** : dinâmicas na produção e comercialização. Lajeado : Editora Univates, 2019

JUNGES, A.H.; SANTOS, H.P.dos; GARRIDO, L.daR.; PEREIRA, G.E. Condições meteorológicas de janeiro a março de 2023, prognóstico climático para o trimestre abril-maio-junho e recomendações fitotécnicas para vinhedos. **Boletim Agrometeorológico da Serra Gaúcha** – Embrapa Uva e Vinho. 2023.

KORCHAGIN, J. **Fósforo, potássio e cobre em neossolo sob cultivo centenário de videira**. 2014. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, 2014

MATESE A, DI GENNARO; S.F. Technology in precision viticulture: a state of the art review. **International Journal of Wine Research**. 2015

MERCALDI, H.V.. **Automação de um sistema de pulverização para aplicação de agroquímicos a taxa variada usando injeção direta**. 127 p., 2012. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo, 2012.

MIAN. G.; BUSO, E.; TONON, M. Decision Support Systems for Downy Mildew (*Plasmopara viticola*) Control in Grapevine: Short Comparison Review. **Asian Research Journal of Agriculture**, 14(2), 2021.

MICHEREFF, S.J. **Fundamentos de Fitopatologia**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia – Área de Fitossanidade, Recife PE, 2001

NACHTIGAL, J.C.; SCHNEIDER, E.P. Recomendações para produção de videiras em sistemas de base ecológica Embrapa Uva e Vinho, **Documentos 65**, 2007

NODARI, E.S.; FERRI, G.K. Práticas de sustentabilidade na vitivinicultura no Sul do Brasil. **Cadernos do CEOM**, Chapecó (SC), v. 36, n. 59, 2023.

OIV. **Focus OIV the organic vineyard**. Organização Internacional da Vinha e do Vinho. 2021

ORTEGA, P.; SANCHEZ, E.; MONTORNES, J.M.; TYLKOWSKI, B.; OLKIEWICZ, M.; GIL, E. Design and evaluation of microencapsulation technology to reduce the environmental impact of copper fungicides in vineyards. **Crop protection**, v.176, 2024.

PARLEVLIET, G; MCCOY, S. **Organic grapes & wine: a guide to production**. Dept. of Agriculture, 2001 40 p.

PENG, J. WANG, X.; WANG, H. LI, X. ZHANG, Q.; WANG, M.; YAN. J. Advances in understanding grapevine downy mildew: From pathogen infection to disease management. **Mol Plant Pathol**, v. 25, 2024

PENTEADO, S.R. **Controle alternativo de pragas e doenças com caldas bordalesa, sulfocálcica e viçosa**. Campinas: Bueno Mendes, 2000. 89p.

PERIN, E.C.; SCHOTT, I.B.; PINTO, E.P.; MANFROI, V.; ROMBALDI, C.V.; ZANUZO, M.R.; LUCCHETTA, L. Resveratrol e Propriedades Bioativas em Vinhos de Mesa Oriundos de Sistemas de Produção Orgânica e Convencional. **Scientific Electronic Archives**, v.5. 2014.

PIEROZAN, V.L. A produção de uva orgânica na Serra Gaúcha: o caso dos agricultores orgânicos de Cotiporã/RS. **Geographia Meridionalis: Revista**

Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas RS, v. 4, n. 2, p. 169-184, jul. 2018.

REBELO, J.A.; REBELO, A.M.; SCHALLENBERGER, E. **Calda bordalesa: componentes, obtenção e características**. Florianópolis:Epagri, 2015. 36p. (Epagri. Boletim Técnico, 166).

REBOITA, M.S.; OLIVEIRA, K.Rde.; CORRÊA, P.Y.C.; RODRIGUES, R. Influência dos Diferentes Tipos do Fenômeno El Niño na Precipitação da América do Sul. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.14, n.2. 2021

RITSCHER, P. S.; MAIA, J. D. G.; GARRIDO, L. da R.; NAVES, R. de L. Resistência da videira ao míldio: principais conceitos, com destaque para as cultivares da Embrapa, BRS Isis e BRS Vitória. **Circular Técnica 164**, Embrapa Uva e Vinho, 2022)

RIZZON, L. A.; MIELE, A.; MENEGUZZO, J.. Avaliação da uva cv. Isabel para a elaboração de vinho tinto. **Food Science and Technology**, v. 20, n. 1, p. 115–121, abr. 2000.

RODRIGUES, M.L.G.; LIMA, Mde.; MARTINS, M.; CRUZ, G. O El Niño e suas lições. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.36, n.3, 2023

ROMBALDI, C. V.; BERGAMASQUI, M.; LUCCHETTA, L.; ZANUZO, M.; SILVA, J. A. Produtividade e qualidade de uva, cv. Isabel, em dois sistemas de produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 89–91, abr. 2004.

SEAPI RS. **Produção de uvas para industrialização e produtos vitivinícolas elaborados na safra 2024, no Estado do Rio Grande do Sul - resumo geral**. Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação, Estado do Rio Grande do Sul, 2024.

SILVA, A. B. da; BRITO, J. M. de. Controle biológico de insetos-pragas e suas perspectivas para o futuro. **Agropecuária Técnica**, [S. l.], v. 36, n. 1, p. 248–258, 2015.

SÔNEGO, O .R.; GARRIDO, L. da R.; JUNIOR, A. G. **Doenças Fúngicas**. IN: FAJARDO et al. Uva para processamento. Fitossanidade. Embrapa Uva e Vinho (Bento Gonçalves, RS). - Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 131 p. ; (Frutas do Brasil ; 35).

SOUZA, J. DE L. (2013). **Pré-colheita e colheita de uvas na Serra gaúcha (Cooperativa Vinícola Aurora de Bento Gonçalves/RS) e Legislação de bebidas derivadas da uva e do vinho no MAPA-SC**. Trabalho de conclusão, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 52 p.

SOUZA, K.L.; CARMO, R.D.; PEREIRA, M.O.A.; MACEDO, I.Y.L. de.; CASAROLI, L.; DINIZ, D.G.A.; MULSER, H.; GIL, E.de S. Questões de ESG na cadeia de vinhos. **Cuadernos de Educacion y Desarrollo**, v.18, n.1, 2024.

TERRA, M. M. **Nutrição, calagem e adubação.** In: POMMER, C. V. (Ed.), Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003.

TIECHER, T.L.; GIROTTTO, E.; CERETTA, C.A.; TASSINARI, A.; ALMEIDA, H.; RUPP, L.C.D.; REFFATTI, L.; MOTERLE, D.F.; ALMANÇA, M.A.K. **Fontes de entrada de nitrogênio, fósforo, cobre e zinco em sistemas de produção frutícola.** In: BRUNETTO, G.; TRENTIN, E.; MELO, G.W.B. de.; GIROTTTO, E. Contaminação em solos de pomares e vinhedos: Causas, efeitos e estratégias de manejo. Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 2022

TIECHER, T.L.; SCHMITT, D.E.; TIECHER, T.; CERETTA, C.A.; LOURENZI, C.R.; GIROTTTO, E.; MELO, G.W.B. de M.; COMIN, J.J.; CONTI, L de; GATIBONI, L.C.; COUTO, R.R.; ZALAMENA, J.; BRUNETTO, G. **Diagnóstico e interações entre cobre, zinco e fósforo em solos de vinhedos.** IN: MELO, G.W.B de; ZALAMEDA, J.; BRUNETTO, G.; CERETTA, C.A. Calagem, adubação e contaminação em solos cultivados com videiras. – Bento Gonçalves, RS: Documentos 100, Embrapa Uva e Vinho, 2016.

TONIETTO, J.; FLORES, C. A. **Zoneamento edafoclimático da videira no Brasil.** Jornal da Fruta, Lages, v. 12, n. 145, p. 14-15, 2004.

UNIÃO EUROPEIA. **Commission Implementing Regulation (EU) 2021/1165 of 15 July 2021 authorising certain products and substances for use in organic production and establishing their lists,** 2021. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2021/1165/oj Acesso em 20 de out. 2024.

UZUM UVA. **Míldio.** Sistema especialista para diagnóstico de doenças, pragas e distúrbios fisiológicos em videiras. Embrapa Uva e Vinho, 2024.

ZORRILLA, J.G.; GIOVANNINI, O.; NADALINI, S.; ZANINI, A.; RUSSO, M.T.R.; MASI, M.; PUOPOLO, G.; CIMMINO, A. Suppressive Activity of *Glechoma hederacea* Extracts against the Phytopathogenic Oomycete *Plasmopara viticola*, and First Screening of the Active Metabolites. **Agriculture**, V.14, N.1, 2024.

APÊNDICES

APÊNDICE A – FORMULÁRIO CADASTRO PRODUTO TECNOLÓGICO

Relatório técnico conclusivo

Descrição da finalidade: Este relatório técnico conclusivo foi elaborado como requisito parcial no Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Viticultura e Enologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, para obtenção de Grau de Mestre em Viticultura e Enologia.

Avanços tecnológicos/grau de novidade:

Reduziu-se os teores e taxas de aplicações de cobre em vinhedo orgânico, adaptando-se o manejo já utilizado na propriedade.

() Produção com alto teor inovativo: Desenvolvimento com base em conhecimento inédito;

() Produção com médio teor inovativo: Combinação de conhecimentos pré-estabelecidos;

(x) Produção com baixo teor inovativo: Adaptação de conhecimento existente;

() Produção sem inovação aparente: Produção técnica.

Definir se a produção é resultado do trabalho realizado pelo programa de pós-graduação ou se é resultado do trabalho individual do docente, o qual seria realizado independentemente do mesmo se docente de um programa ou não:

Docentes Autores:

Nome: Marcus André Kurtz Almança CPF: _____

(x) Permanente; () Colaborador

Nome: Luís Carlos Diel Rupp CPF: _____

(x) Permanente; () Colaborador

Discentes Autores:

Nome: Bruna Pereira Ferreira CPF: 02525340000

() Mest Acad; (x) Mest Prof; ()Doutorado

Conexão com a Pesquisa

() Projeto de Pesquisa vinculado à produção:_____

(x)Linha de Pesquisa vinculada à produção: Desenvolvimento e tecnologias em vitivinicultura

() Projeto isolado, sem vínculo com o Programa de Pós-graduação

Conexão com a Produção Científica

Relacione os artigos publicados apenas em periódicos que estão co- relacionados a esta produção:

a) Título: Emprego da calda bordalesa no controle de doenças

Periódico: Agropecuária Catarinense

Outros dados: ano 2007; vol. 30; n. 1.

Recursos e vínculos da Produção Tecnológica

Data início: 09/09/2023 Data término: 10/10/2024

Total investido: R\$-----

Aplicabilidade da Produção Tecnológica: Entende-se que uma produção que possua uma alta aplicabilidade, apresentará uma abrangência elevada, ou que poderá ser potencialmente elevada, incluindo possibilidades de replicabilidade como produção técnica. Para avaliar tal critério, as características a seguir deverão ser descritas e justificadas:

Descrição da Abrangência realizada:

Aplicável a todo viticultor que produza a cultivar Isabel.

Descrição da Abrangência potencial:

Poderá ser utilizado em qualquer propriedade com cultivo de videiras que busque redução na utilização de água e insumos na aplicação da calda bordalesa.

Descrição da Replicabilidade:

Pode ser reaplicado e adaptado a viticultura orgânica e convencional.

A produção necessita estar no repositório?**Sim Documentos Anexados (em PDF)**

☐ Declaração emitida pela organização cliente

☒ Relatório



REDUÇÃO DE CONCENTRAÇÕES E TAXA DE APLICAÇÃO DE COBRE EM VINHEDO ORGÂNICO NO CONTROLE DE MÍLDIO

RELATÓRIO TÉCNICO

Bruna Pereira Ferreira
Marcus André Kurtz Almança
Luís Carlos Diel Rupp

2024



MESTRADO PROFISSIONAL EM VITICULTURA E ENOLOGIA - PPGVE

INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CAMPUS BENTO GONÇALVES/RS

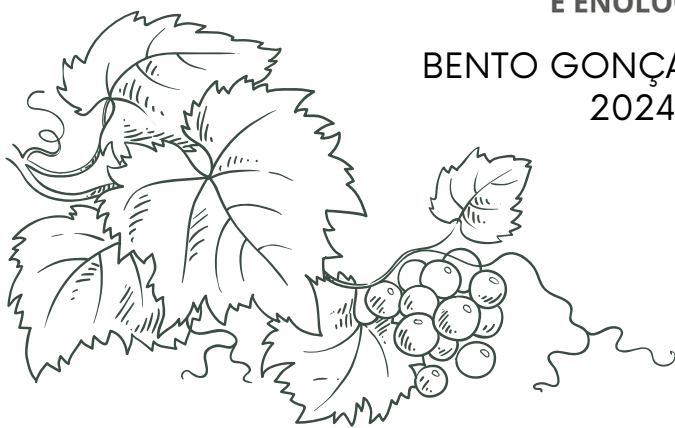
REDUÇÃO DE CONCENTRAÇÕES E TAXA DE APLICAÇÃO DE CÚBRE EM VINHEDO ORGÂNICO NO CONTROLE DE MÍLDIO

Relatório técnico
PPGVE/IFRS



Mestrado em
**VITICULTURA
E ENOLOGIA**

BENTO GONÇALVES – RS
2024



Bruna Pereira Ferreira, 2024

Todos os direitos reservados e protegidos pela Lei no 9.610, de 19/02/1998. É expressamente proibida a reprodução total ou parcial deste livro, por quaisquer meios (eletrônicos, mecânicos, fotográficos, gravação e outros), sem prévia autorização, por escrito, dos autor.

Autora: Bruna Pereira Ferreira

Co- Autores: Marcus André Kurtz Almança
Luís Carlos Diel Rupp

Revisão Ortográfica: Bruna Pereira Ferreira

Projeto gráfico: Bruna Pereira Ferreira

Diagramado por: Bruna Pereira Ferreira

CONTATO COM A AUTORA

brunap.agro@gmail.com

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

REALIZAÇÃO



LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Concentrações de sulfato de cobre, cal e taxa de aplicação utilizados por hectare para o preparo da calda bordalesa em cada tratamento.....08

Tabela 2. Média de Cu acumulado nas folhas, quantidade de Cu metálico aplicado por hectare em cada tratamento nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2023.....15

Tabela 3. Severidade do míldio nas folhas e no cacho durante o ciclo produtivo 2023/2024.....15

Tabela 4. Produtividade média (toneladas/ha) em cada tratamento no ciclo produtivo 2023/2024.....15

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Comparativo entre o volume de chuva mensal e dias com precipitação/mês durante os ciclos 2022/2023 e 2023/2024 Fonte: Estação Automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada na Embrapa Uva e Vinho, em Bento Gonçalves-RS.....10

Figura 2. Temperaturas médias mensais e umidade relativa do ar média mensal de setembro de 2023 a fevereiro de 2024.....11

Figura 3. Primeiros sintomas de míldio identificados. A) Mancha necrosada; B) Mancha necrosada e mancha de óleo; C) Mofo branco.....12

Figura 4. Quantidade total de cobre metálico (quilos), e a média da taxa de aplicação (litros) utilizados por hectare em cada tratamento.....14

Figura 5. Principais sintomas de míldio observados nas folhas ao longo do ciclo produtivo. A) folhas necrosadas; B) folhas com aspecto oleoso.....16

Figura 6. Sintomas de míldio nos cachos ao longo do ciclo produtivo. A) T1 nov/23. B) T1 dez/23. C) T1 jan/24. D) T2 nov/23. E) T2 dez/23. F) T2 jan/24...17

Figura 7. Parâmetro visual dos cachos colhidos em ambos tratamentos.....18

APRESENTAÇÃO

O presente relatório de “produto” se refere a um requisito parcial no Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Programa de Pós- Graduação em Viticultura e Enologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, para obtenção de Grau de Mestre em Viticultura e Enologia.

O TCC teve como tema de estudo: “EFEITO DA REDUÇÃO DE CONCENTRAÇÕES E TAXA DE APLICAÇÃO DE COBRE EM VINHEDO ORGÂNICO NO CONTROLE DE MÍLDIO”.

Há uma série de doenças causadas por fungos, vírus, bactérias e nematoides que prejudicam a videira, entretanto as fúngicas constituem o principal problema na maioria das regiões produtoras de uva do Brasil (Fajardo et al., 2003). O míldio é uma doença preocupante para viticultura quando há elevada precipitação, alta umidade relativa e longos períodos de umidade sobre folhas e frutos, podendo ser tão severa a incidência a ponto de comprometer não só a produção do ano como também produções futuras (Horst et al., 2021).

O fungo *Plasmopara vitícola*, agente causal da doença, parasita os tecidos da planta, da brotação até a colheita de cachos. Este microrganismo consegue colonizar e produzir esporângios viáveis em estruturas da planta, como folhas, ramos, pedúnculos e bagas. A doença é favorecida por condições de alta umidade e temperaturas amenas, sendo possível observar epidemias com perdas de produção de até 100%, em vinhedos não protegidos (Cavalcanti et al., 2020).

APRESENTAÇÃO

O controle do míldio é realizado de forma semelhante em todas as regiões produtoras, com aplicações semanais de fungicidas, aumentando os custos de produção, riscos de intoxicação dos trabalhadores e contaminação do meio ambiente (Fialho et al., 2017). O manejo corrente de controle de doenças baseia-se no uso, muitas vezes indiscriminado, de defensivos químicos sobre culturas de base genética restrita.

Esse quadro promove o surgimento de raças mais agressivas de patógenos, gerando um ciclo vicioso. Diante disso, alguns paradigmas vêm sendo quebrados tanto no cultivo da parreira quanto na agricultura em geral, visando à sustentabilidade e eficiência do manejo de doenças (Bohner et al., 2012).

Muitos problemas relacionados ao desenvolvimento de resistência ao fungo e ao surgimento de pragas secundárias têm surgido devido ao uso indiscriminado dos produtos químicos sintéticos, fator que tem aumentado o risco de altos níveis de resíduos tóxicos nos alimentos e no meio ambiente. (Bonfim et al., 2015). Em virtude, há demanda da sociedade pelo desenvolvimento de atividades agrícolas alicerçadas na sustentabilidade, por modelos de transição para novos sistemas agrícolas, por estratégias de desenvolvimento territorial e meios de condução para agricultura sustentável (Andrade et al., 2021).

A calda bordalesa é utilizada em hortas e pomares, para o controle de doenças causadas por fungos como míldio. Neste contexto, na viticultura orgânica, substâncias à base de cobre tem grande importância em várias regiões de produção no mundo, sendo um veículo confiável para o controle do míldio nesse sistema. (Brunetto et al., 2016; Cavalcanti et al., 2019).

APRESENTAÇÃO

Na União Europeia, conforme os termos do Regulamento de Execução (UE) 540/2011 é permitida a utilização de cobre como fungicida, sob a forma de hidróxido de cobre, oxicloreto de cobre, óxido de cobre, calda bordalesa e sulfato de cobre tribásico, numa aplicação total de no máximo, 28 Kg/ha ao longo de um período de 7 anos, exclusivamente na medida do necessário e nas condições previstas na legislação (União Européia, 2021). Enquanto que no Brasil, de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), para produção orgânica, independente da origem do Cu para elaboração da calda bordalesa a quantidade máxima de cobre metálico que pode ser aplicada não pode exceder o valor de 6 kg/ ha/ ano (BRASIL, 2021).

Cabe ressaltar que, a sucessiva aplicação de calda bordalesa durante os anos como tratamento fitossanitário em videiras, proporciona aumentos nos teores de cálcio, enxofre e cobre (Cu) no solo, ocasionando nas camadas superficiais do mesmo, efeitos de toxicidade à maioria das plantas, em decorrência ao excesso de íons de Cu presentes (Korchagin, 2014).

Balafoutis et al. (2017), ressaltam que a viticultura de precisão tende a melhorar a qualidade e o rendimento da uva e minimizar os efeitos negativos no meio ambiente, sendo que uma das técnicas utilizadas é o uso da taxa variável para aplicação de defensivos e fertilizantes.

Logo, este trabalho tem o objetivo de identificar se há efeito fúngico sobre o míldio ao diminuir-se as concentrações e taxa de aplicação do uso da calda bordalesa em vinhedo orgânico em comparação com o tratamento já utilizado na propriedade.

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada entre setembro de 2023 e fevereiro de 2024 em vinhedo orgânico da cultivar Isabel, com elevação de 605 metros de altitude, localizado na Linha São Jorge, no município de Garibaldi, Rio Grande do Sul. Na área do experimento foram selecionadas três fileiras marcando oito plantas ao acaso em cada e na testemunha uma fileira e oito plantas para coleta de folhas, onde foi realizada avaliação da severidade de míldio nos cachos e folhas, coleta de folhas para quantificação de Cu e colheita no final do ciclo. Para a taxa de aplicação, foram ajustados 6 bicos JAC 0075 do pulverizador a 60 psi.

Tabela 1. Concentrações de sulfato de cobre, cal e taxa de aplicação utilizados por hectare para o preparo da calda bordalesa em cada tratamento.

T1				T2			
Data	Sulfato de Cobre (%)	Cal (%)	Taxa de aplicação (l)	Data	Sulfato de Cobre (%)	Cal (%)	Taxa de aplicação (l)
29/09/2023	0,3	2	416,67	23/09/2023	0,3	1	1000
05/10/2023	0,3	2	416,67	09/10/2023	0,3	1	766,66
09/10/2023	0,3	1	500,00	14/10/2023	0,3	2	1200
14/10/2023	0,3	1	666,67	18/10/2023	0,3	2	766,66
18/10/2023	0,3	2	500,00	26/10/2023	0,7	0,7	1033,33
23/10/2023	0,3	1	500,00	31/10/2023	1	2	1333,33
31/10/2023	0,3	1	666,67	15/11/2023	1	2	1333,33
08/11/2023	0,6	2	666,67	25/11/2023	0,8	1,5	1333,33
14/11/2023	0,6	2	750,00	30/11/2023	1	1,5	1500
23/11/2023	0,6	2	833,33	12/12/2023	1	1	1166,66
30/11/2023	1	1,5	416,67	30/12/2023	1	1	583,33
01/12/2023	1	1,5	416,67	31/12/2023	1	1	583,33
12/12/2023	0,6	2	833,33	23/01/2024	1	1	1166,55
26/12/2023	0,6	2	833,33				

Foram realizados dois tratamentos: 1) Experimento (T1): 14 aplicações de calda bordalesa em concentrações por hectare de 0,3:1 com taxa de aplicação de 500 l e de 666,6 por hectare; 0,3:2 em 416,6 l e em 500 l; 0,6:2 em 666,6 l, 750 l e em 833,33 l e 1; 1,5 em 416,6 l. 2) Testemunha (T2): 13 aplicações de calda bordalesa com taxas já utilizados pela viticultora, concentrações por hectares de 0,3:1 em 766,6 l e de 1000 litros de taxa de aplicação; 0,3:2 em 766,6 l e em 1200 l; 0,7:0,7 em 1033,3 l; 0,8:1,5 em 1500 l, 1:1 em 583,33 l e em 1166,6 l de taxa por hectare (Tabela 1). A área do T1 e do T2 utilizada foi de 0,06 e 0,39 hectares respectivamente, sendo que para melhor compreensão, os resultados foram ajustados para 1 hectare.

METODOLOGIA

As avaliações da severidade do míldio da videira foram realizadas a partir do início do surgimento dos sintomas da doença até a colheita dos cachos. A incidência da mesma foi calculada como uma percentagem de folhas e cachos afetados pela presença do patógeno, sendo que, a percentagem de área ocupada por míldio foi estimada utilizando a escala diagramática proposta por Buffara et al., (2014) para folhas. e a escala diagramática proposta por Caffi et al., (2010) para cachos. As médias foram comparadas pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

Foram coletadas por tratamento, amostras de folhas logo após as aplicações, e avaliada a quantidade de cobre através do processo de digestão de tecido durante os meses de outubro (dia 31/10 ambos tratamentos), novembro (dia 14/11 T1; dia 15/11 T2) e em dezembro (dia 09/12 T2; dia 12/12 T1). Após a coleta, as amostras foram embaladas em sacos de papel, etiquetadas e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar em temperatura a 65°C até atingir peso constante. Posteriormente, foi feita a moagem de cada amostra, em moinhos tipo Willey, com facas e câmara de aço inoxidável e com peneiras de 1mm de diâmetro, visando assegurar a homogeneização do material.

Conforme Carmo et. al (2000), no laboratório de solos do IFRS, Campus Bento Gonçalves, foi feita a decomposição do tecido vegetal, visando a determinação de cobre.

No final do ciclo (estádio vegetativo 28), a produtividade por tratamento foi avaliada através da colheita e pesagem de todos os cachos das plantas avaliadas em cada tratamento, no dia 15 de fevereiro de 2024. As médias foram comparadas pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. As uvas colhidas ficaram na propriedade, onde foram posteriormente destinadas para processamento.

RESULTADOS

Cabe ressaltar que o fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) é um dos principais modos de variabilidade climática no mundo em escala interanual. Este, corresponde a um acoplamento entre o oceano e a atmosfera através de anomalias na temperatura da superfície do mar no oceano Pacífico Tropical Central-Leste e na pressão atmosférica. A componente oceânica do ENOS é chamada de El Niño, quando há aquecimento anômalo das águas do oceano Pacífico Tropical Central-Leste, ou de La Niña, em situação de resfriamento anômalo (INPE, 2024; Rebita et al., 2021).

No sul do Brasil, em anos de el Niño, como ocorreu em 2023, as correntes de ventos fortes em altos níveis da atmosfera ficam mais intensas que o normal, ocasionando um aumento na frequência e volume de chuva, com valores excessivos e acima da média climatológica na Região Sul (Rodrigues et. al, 2023). Durante o período avaliado, em cada mês houve pelo menos 9 dias com chuvas, sendo que em setembro, ocorreu o maior período e volume de precipitação, acumulando 427 mm distribuídos em 18 dias. Logo, ao analisar todo o período em que a pesquisa ocorreu, houve o acúmulo de 1438,2 mm em 79 dias enquanto que, nestes meses no ciclo produtivo anterior (2022/2023) acumulou-se 594,6 mm distribuídos em 57 dias (Figura 1).

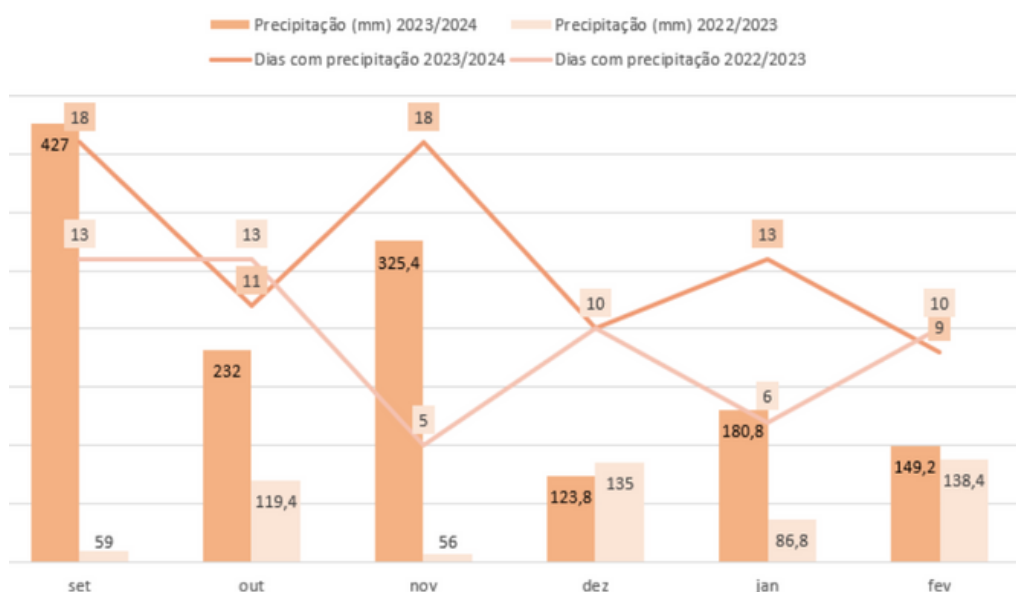


Figura 1. Comparativo entre o volume de chuva mensal e dias com precipitação/mês durante os ciclos 2022/2023 e 2023/2024. Fonte: Estação Automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada na Embrapa Uva e Vinho, em Bento Gonçalves-RS.

RESULTADOS

Em virtude, evidenciou-se que o ciclo 2023/2024 favoreceu o desenvolvimento do míldio, uma vez que, as condições meteorológicas exercem influência indireta sobre a qualidade da uva, favorecendo ou restringindo o estabelecimento de doenças fúngicas, afetando a sanidade dos tecidos foliares e dos cachos (Junges et al., 2023).

Além do excesso de precipitação, na figura 2 é possível observar que também se manteve alta a umidade relativa do ar no período do estudo em questão, oscilando entre 81% em setembro a 76% no final do ciclo, em fevereiro. Em relação a temperatura média no mesmo período, manteve-se constante nos meses de setembro e outubro, com 16,9 e 16,8° C, respectivamente, já em novembro começou a elevar-se e a partir de dezembro manteve-se acima dos 20 °C.

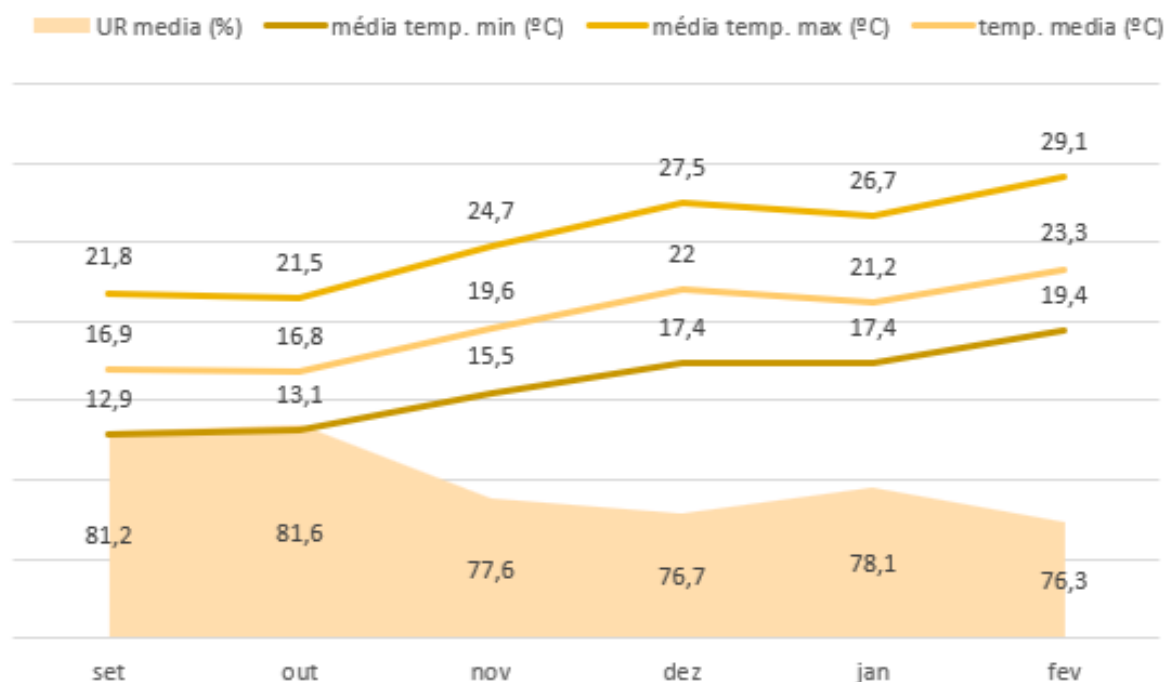


Figura 2. Temperaturas médias mensais e umidade relativa do ar média mensal de setembro de 2023 a fevereiro de 2024.

RESULTADOS

A temperatura média, quantidade de precipitação e umidade relativa do ar favoreceram o desenvolvimento do patógeno, uma vez que, o míldio se desenvolve em regiões de clima temperado, principalmente quando ocorre uma frequência de precipitação média a alta e um clima médio a quente, aliado a condensação da água livre por um período mínimo de 2 horas para haver novas infecções (Mian & Tonon, 2021; Sônego et al., 2003). No vinhedo, os primeiros sintomas de míldio foram identificados no início de outubro de 2023, durante o estágio de pré floração (Figura 3).

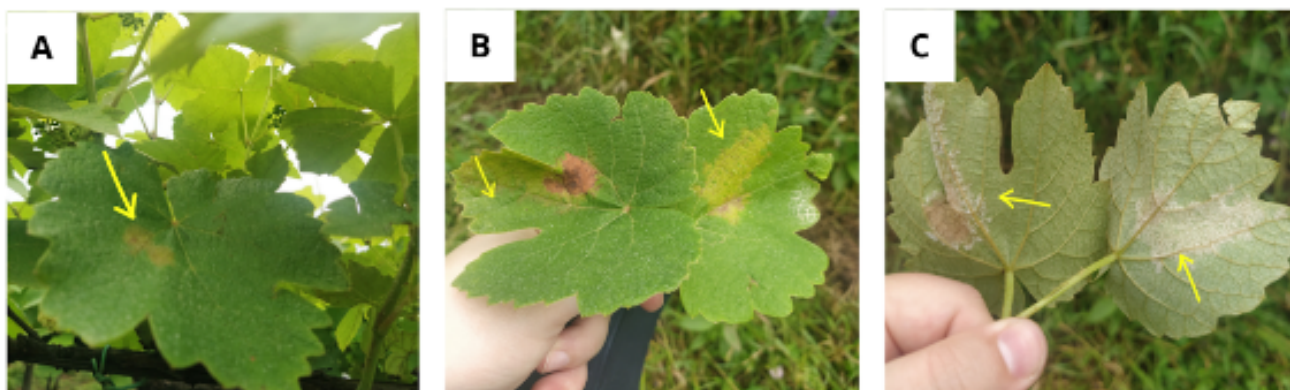


Figura 3. Primeiros sintomas de míldio identificados. A) Mancha necrosada; B) Mancha necrosada e mancha de óleo; C) Mofo branco.

Os esporângios podem ser produzidos a cada 5 a 18 dias, sendo que, para que uma mancha-de-óleo forme esporângios, é necessário que as temperaturas médias sejam maiores do que 13 °C e a umidade relativa superior a 80%, condições estas, estabelecidas em setembro de 2023, estimando-se que a infecção pelo patógeno tenha ocorrido neste período (Sônego et al., 2003). De acordo com Ritschel et al., (2022), os primeiros sintomas visíveis nas folhas são as “manchas de óleo” (Figura 3 B), quando há alta umidade, na face inferior da região correspondente a essas manchas, surge o “mofo branco” (órgãos de frutificação do patógeno) (Figura 3 B e C) e posteriormente, estas manchas tornam-se necrosadas e de coloração castanho-avermelhada (Figura 3 A e B).

RESULTADOS

Tanto no T1, como no T2, o tratamento com calda bordalesa começou a ser aplicado no final de setembro de 2023. De acordo com Garrido & Botton (2017), o uso da dose correta é um dos fatores essenciais na aplicação de qualquer tratamento fitossanitário e a manutenção durante todo o processo assegura economia, uma vez que, doses excessivas, além de provocar fitotoxicidade, elevam os custos do tratamento. Tiecher et al., (2022) ressaltam que no vinhedo orgânico de uvas americanas dos cooperados da Cooperativa Nova Aliança, durante a safra 2020/2021, foram realizadas em média 9 aplicações com taxa média por aplicação de 645 litros por hectare utilizando fungicidas que continham Cu.

No trabalho em questão, em virtude dos vários dias com precipitação, realizou-se no T1, 14 aplicações de calda bordalesa com taxa média de 601,1 l/ha e no T2, 13 aplicações com taxa média de 1058,9 l/ha, e em sua maioria, com curtos intervalos de tempo em ambos tratamentos (Tabela 1). Costa (2006), afirma que a persistência de ação dos fungicidas de contato, como a calda bordalesa, é muito variável em virtude das condições atmosféricas, sendo que em períodos com frequente precipitação ocorre a diminuição de sua ação sendo necessária a aplicação do fungicida com mais frequência.

No Alto Vale do Itajaí, a Epagri testou distintas concentrações de caldabordalesa para controle do míldio da videira. Os resultados preliminares demonstraram que concentrações menores que 0,5% proporcionaram bons níveis de controle para o míldio (86%) mesmo em anos favoráveis ao desenvolvimento do patógeno (Filho & Debarba, 2007).

RESULTADOS

Ao longo do ciclo produtivo a taxa de aplicação foi de 8.416,6 litros de calda bordalesa por hectare no T1 e 13.766,6 litros no T2, havendo uma redução de 38,8% de taxa de aplicação ao final do ciclo no T1. Em decorrência, totalizou-se 11,29 kg de Cu metálico aplicado por hectare no T1 e 26,44 kg no T2 (Figura 4), diminuindo 55% de cobre no vinhedo para a cultivar Isabel. Tiecher et al., (2022), mostram que esta cultivar obteve maior aporte de Cu metálico em sistema convencional, totalizando 6,20 kg/ha com 2,8 de média de aplicação com fungicida que continha Cu, sendo este um número baixo pois neste sistema é possível utilizar outras fontes de fungicidas. Para a cultivar Bordô, variedade mais resistente, em sistema orgânico e convencional aportaram 3,13 kg e 3,28 kg de Cu metálico, respectivamente.

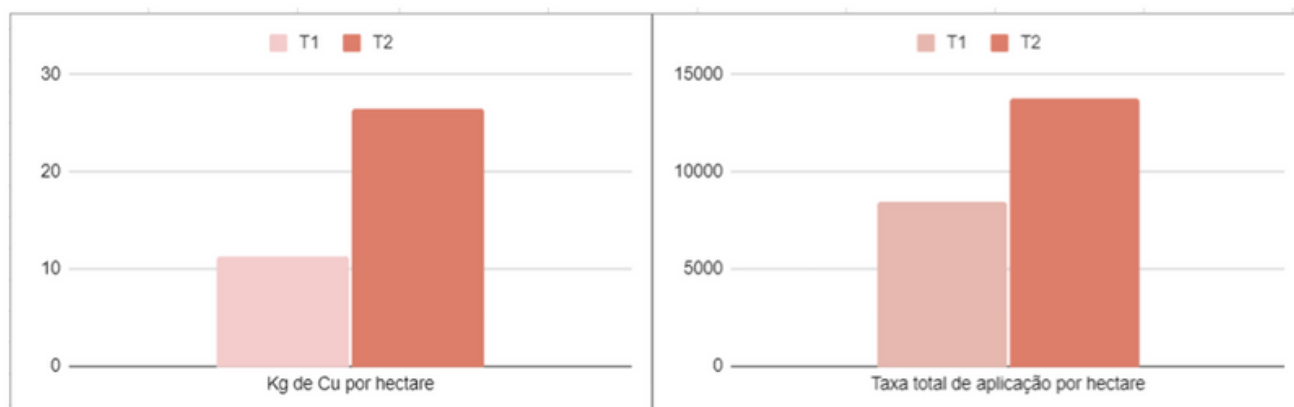


Figura 4. Quantidade total de cobre metálico (quilos), e a média da taxa de aplicação (litros) utilizados por hectare em cada tratamento. Fonte: Caderno de campo (2024)

Ao avaliarmos a quantidade de Cu acumulado no tecido vegetal nos meses de outubro, novembro e dezembro (Tabela 2), a faixa de concentração variou de 3,19 a 7,52 mg kg⁻¹ no T1 e de 6,36 a 10,81 mg/kg⁻¹ sendo considerado um nível baixo em ambos tratamentos, uma vez que, conforme Terra (2003), a faixa adequada de Cu nas folhas é de 18 a 22 mg kg⁻¹. Este resultado indica que as concentrações utilizadas contribuem para evitar a toxidez deste metal nos vinhedos. Tiecher et al., (2016) ressaltam que os teores de Cu variaram de 4,7 a 3.216 mg kg⁻¹ nas principais regiões vitiviníferas do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.

RESULTADOS

Tabela 2. Média de Cu acumulado nas folhas, quantidade de Cu metálico aplicado por hectare em cada tratamento nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2023. Fonte: Dados de campo (2024)

Tratamento	Cu (mg/kg -¹)	Aplicação* (kg/ha)	Data
T1	7,52	0,5	31/10
	3,19	1,1	14/11
	7,18	1,2	12/12
T2	10,81	3,3	31/10
	7,07	3,3	15/11
	6,36	2,9	12/12

*Quantidade de cobre metálico aplicada por hectare

Referente a severidade do míldio nas folhas, não houve diferença estatística nos tratamentos, tendo em média 14,14% e 14,16% de incidência no T1 e no T2 respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Severidade do míldio nas folhas e no cacho durante o ciclo produtivo 2023/2024. Fonte: Dados de campo (2024)

Tratamento	Folha	Desvio Padrão	Cacho	Desvio Padrão
T1	14.14 a	12,81	45,20 a	12,81
T2	14.16 a	9,52	53,09 a	9,52
CV (%)	79,31		44,08	

*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade

Visualmente, foi possível observar que ao longo do ciclo vegetativo os sintomas de míldio mantiveram-se constantes nas folhas. Em ambos tratamentos, de novembro a fevereiro, o sintoma predominante de míldio foram folhas necrosadas, marrom-claras e avermelhadas (Figura 5A) seguido de folhas com manchas verde-claras, de aspecto oleoso (Figura 5B) (Uzum Uva, 2024).

RESULTADOS

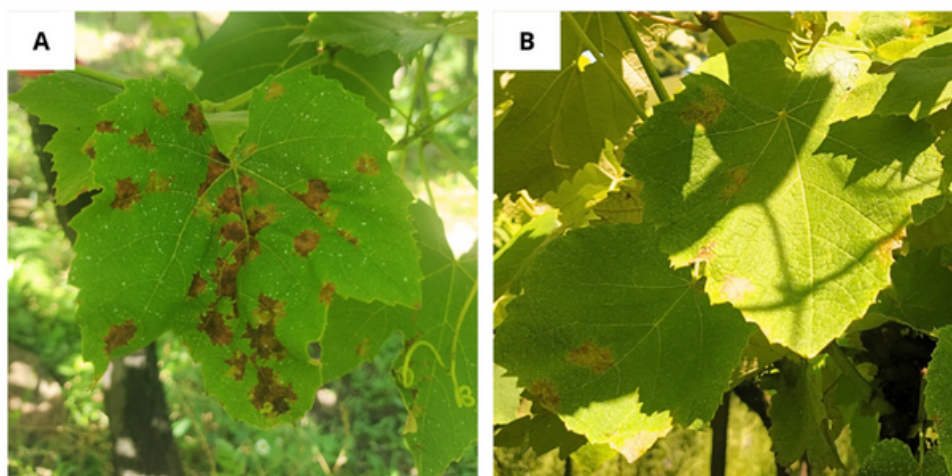


Figura 5. Principais sintomas de míldio observados nas folhas ao longo do ciclo produtivo. A) folhas necrosadas; B) folhas com aspecto oleoso. Fonte: Arquivo pessoal da autora (2024).

Nos cachos, a severidade do míldio foi de 45,20% no T1 e 53,09% no T2, não diferindo estatisticamente (Tabela 3). Cavalcanti & Garrido, (2015) afirmam que o ataque na inflorescência e na fase de floração ocasiona os maiores prejuízos. Visualmente, foi possível observar que ao longo do ciclo vegetativo os sintomas de míldio mantiveram-se constantes nos cachos.

Em ambos tratamentos, em novembro, durante o estágio 29 (bagas tamanho “chumbinho”) haviam vários cachos apresentando eflorescência branca (mofo branco) nas bagas (Figura 6A) e com inflorescências já secas (Figura 6D), dando a entender que provavelmente, o ataque nos cachos iniciou durante a fase floração (estádio 19). Em dezembro, no início da compactação do cacho (estádio 33) algumas bagas ainda verdes caíam com facilidade, prejudicando na qualidade final do cacho (Figura 6B e 6E), em janeiro, no início da maturação e troca de cor (estádio 35) havia bastante desuniformidade entre os cachos e presença de bagas murchas, secas e escuras (Figura 6C e 6F), permanecendo este cenário em fevereiro, na maturação plena (estádio 36), quando ocorreu a colheita (Cavalcanti & Garrido, 2015; Uzun Uva, 2024).

RESULTADOS

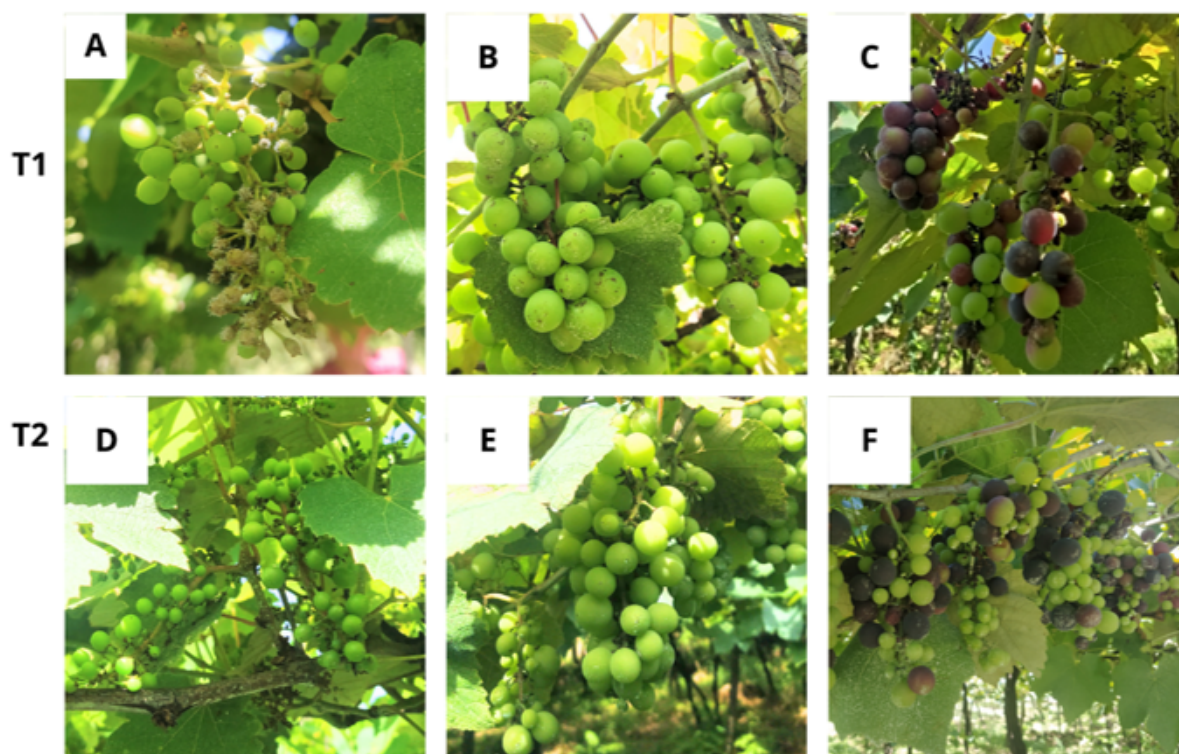


Figura 6. Sintomas de míldio nos cachos ao longo do ciclo produtivo. A) T1 nov/23. B) T1 dez/23. C) T1 jan/24. D) T2 nov/23. E) T2 dez/23. F) T2 jan/24. Fonte: Arquivo pessoal da autora (2024).

Em relação à produtividade, no T1 houve uma média de produção de 8,44 t/ha, enquanto no T2 produziu 7,72 t/ha, não havendo diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 4). Normalmente nesta propriedade a produtividade média da Isabel é de 25 t/ha, estando conforme a média da cultivar, que varia de 25 t/ha a 30 t/ha (Nachtigal & Schneider, 2007). Neste mesmo período, na região da Serra Gaúcha, apresentou a produção média de 20 t/ha (Fundeb, 2024).

Tabela 4. Produtividade média (toneladas/ha) em cada tratamento no ciclo produtivo 2023/2024

Tratamento	Produtividade	Desvio Padrão	CV (%)
T1	8,44 a	1,61	36,68
T2	7,72 a	1,43	

*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade

Fonte: Dados de campo (2024)

RESULTADOS

Visualmente, muitos cachos foram afetados em virtude do míldio, fator que prejudicou a produtividade em virtude das intempéries climáticas da safra em questão. Cabe ressaltar que não foi um caso isolado, mas sim predominante na região, tanto em vinhedos orgânicos, como convencionais. O fenômeno climático El Niño, afetou tanto as uvas americanas e híbridas, quanto as viníferas registraram queda no comparativo com a safra 2022/2023, de 24,5% e 41,05%, respectivamente, sendo que, os produtos orgânicos registraram queda de 21,44% na produção de sucos e 84,95% na elaboração de vinhos (SEAPI RS, 2024).



Figura 7. Parâmetro visual dos cachos colhidos em ambos tratamentos. Fonte: Arquivo pessoal da autora (2024).

Em ambos tratamentos, no momento da colheita haviam cachos desuniformes (Figura 7), com bagas de distintas dimensões e ralos, fator que não afetou a comercialização e destinação, visto que foi para processamento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A diminuição da taxa de aplicação de calda bordalesa em 38,8% e de cobre metálico em 55% no vinhedo de Isabel, obteve o mesmo efeito fúngico contra o míldio que o tratamento já utilizado na propriedade. Este fator tende a contribuir a longo prazo com a diminuição do uso de insumos e de água, sendo essencial para a sustentabilidade do sistema produtivo.
- Com os tratamentos utilizados, a quantidade de Cu metálico nas folhas ficou abaixo do nível adequado, indicando que estas concentrações contribuem para evitar a toxidez deste metal nos vinhedos, todavia é preciso atentar-se para que não haja deficiência do mesmo na planta.
- Independente do sistema de produção (orgânico ou convencional) a cultivar Isabel demonstrou-se extremamente susceptível a condições de alta precipitação, afetando sua produtividade.
- Verificou-se ser inviável manter-se dentro do limite de 6 kg de cobre metálico/ha/ano exigidos pela legislação brasileira de orgânicos. Cabe instigar ao MAPA a adotar medidas excepcionais para a cultura da videira, como já ocorre na União Européia, onde é permitido na legislação de orgânicos o uso de 28 kg de cobre ao longo de 7 anos. Este fator, permite que em anos atípicos o produtor tenha a possibilidade de utilizar uma concentração maior do elemento contribuindo com que mantenha sua produção e a certificação.
- Sugere-se dar continuidade a este trabalho para que possam ser comparados os resultados para a cultivar Isabel em anos menos chuvosos e também se façam testes com a aplicação da calda com outras fontes de cobre permitidas, como o hidróxido de cobre, oxicloreto de cobre, óxido de cobre e octanoato de cobre.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, H. M. L. da S.; SILVA, R. N. da; ANDRADE, L. P. de. Diagnóstico da sustentabilidade de propriedades de agricultores familiares: uma aplicação do método IDEA. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.12, n.5, p.39-48, 2021 <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.005.0004>
- BALAFOUTIS, A.T.; KOUNDOURAS, S.; ANESTASIOU, E.; FOUNTAS, S.; ARVANITIS, K.G. Life cycle assessment of two vineyards after the application of precision viticulture techniques: a case study. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute*; v.09, n.11, 2017. <https://doi.org/10.3390/su9111997>
- BOHNER, T.O.L; ARAUJO, L.E.B.; NISHIJIMA, T. O impacto ambiental do uso de agrotóxicos no meio ambiente e na saúde dos trabalhadores rurais. *Revista Eletrônica Do Curso De Direito Da UFSM*, 8, 329-341, 2013. <https://doi.org/10.5902/198136948280>
- BONFIM, N. da S.; NAKASSUGI, L.P.; OLIVEIRA, J.P.O.; KOHIYAMA, C.Y.; MOSSINI, S.A.G.; GRESPAN, R.; NERILO, S.B.; MALLMANN, C.A.; ALVES, A. F.B.; MACHINSKI, M. JR. Antifungal activity and inhibition of fumonisin production by *Rosmarinus officinalis* L. essential oil in *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg. *Food Chemistry*, v. 166, 2015. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.06.019
- BRUNETTO, C.A.; MAZON, S; VARGAS, T.O.; PEREIRA, G.F.; FINATTO, T. Técnicas de preparo e uso de caldas alternativas e compostagem. *R. Eletr. de Extensão*, v. 13, n. 21, 2016. DOI:10.5007/1807-0221.2016v13n21p132
- BUFFARA, C.R.G.; ANGELOTTI, F.; VIEIRA, R.A. BOGO, A.; TESSMANN, D.J.; BEM, B.P. de. Elaboração e validação de uma escala diagramática para avaliação da severidade do míldio da videira. *Ciência Rural*, v.44, n.8, 2014. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20131548>
- CAFFI, T.; ROSSI, V.; BUGIANI, R. Evaluation of a warning system for controlling primary infections of grapevine downy mildew. *Plant disease*, v. 94, n. 6, 2010. <https://doi.org/10.1094/PDIS-94-6-0709>
- CARMO, C.A.F. de S.; ARAUJO, W.S.; BERNARDI, A.C. de C.; SALDANHA, M.F.C. Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos. Circular técnica 6. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000 Disponível em <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/337672>> Acesso em 20 jan. 2024.
- CAVALCANTI, F. R.; CASSUBA, K. F.; FIORAVANÇO, J. C. Produtos com menor teor de cobre para o controle do míldio em viticultura. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2019. Disponível em <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1115614>> Acesso em 12 jan. 2024.
- CAVALCANTI, F.R.; CASSUBA, K.F.; FIORAVANÇO, J.C. Avaliação de produtos biológicos e um indutor de resistência no controle do míldio da videira. Embrapa: Circular Técnica 149. 2020 Disponível em < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1124483>> Acesso em 12 jan. 2024
- CAVALCANTI, F.R.; GARRIDO, L.R. Controle de doenças. In: GARRIDO, L.R.; HOFFMANN, A.; SILVEIRA, S.V. Produção integrada de uva para processamento: manejo de pragas e doenças. Brasília: Embrapa, v.4, p.33-48, 2015.
- COSTA, J.P.N. Míldio da videira (*Plasmopara viticola*): fungicidas e estratégias de luta química. Ficha técnica 110. Direccção Regional de Agricultura de Entre-Douro e Minho, 2006. Disponível em https://www.drapnorte.gov.pt/drapn/conteudos/FICHAS_DRAEDM/Ficha_tecnica_110_2005.pdf Acesso em: 12 jan. 2024

REFERÊNCIAS

- FAJARDO, T.V.M. Doenças fúngicas. In: Fajardo, T.V.M. (Ed.) Uva para processamento: fitossanidade. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 131p, 2003.
- FIALHO, R.O.; PAPA, M.F.S.; PANOSSO, A.R.; CASSIOLATO, A.M.R. Fungitoxicity of essential oils on *Plasmopara viticola*, causal agent of grapevine downy mildew. *Rev. Bras. Frutic.*, v. 39, n. 4, p. 1-14, 2017 <https://doi.org/10.1590/0100-29452017015>
- FILHO, J.A.W.; DEBARBA, J.F. Emprego da calda bordalesa no controle de doenças. *Agropecu. Catarin*, v.20, n.1, 2007.
- FUNDEB. Recomendação de calagem e adubação em propriedades rurais que desenvolvam a atividade vitícola na região da Serra Gaúcha do Estado do Rio Grande do Sul. Relatório Técnico: produto 4, Fundação para o Desenvolvimento de Bauru, 2024
- GARRIDO, L. da R.; BOTTON, M. Recomendações técnicas para controlar as doenças e pragas da videira. Informe técnico fitossanidade. Campo e Negócios Hortifruti, 2017.
- HORST, M.V.; LEITE, C.D.; GARCIA, C.; MAIA, A.J.; FARIA, C.M.D.R.; BOTELHO, R.V. Subproduto da vitivinicultura no controle do míldio e indução de enzimas de defesa em videira. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 11, 2021. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19908>
- INMET. Banco de Dados Meteorológicos do INMET. Instituto Nacional de Metrologia, 2024. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/> Acesso em: 14 abr. 2024.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Condições atuais do ENOS: Enfraquecimento do El Niño. Disponível em <http://enos.cptec.inpe.br/> Acesso em: 05 jun de 2024.
- JUNGES, A.H.; SANTOS, H.P.dos; GARRIDO, L.daR.; PEREIRA, G.E. Condições meteorológicas de janeiro a março de 2023, prognóstico climático para o trimestre abril-maio-junho e recomendações fitotécnicas para vinhedos. Boletim Agrometeorológico da Serra Gaúcha – Embrapa Uva e Vinho. 2023.
- KORCHAGIN, J. Fósforo, potássio e cobre em neossolo sob cultivo centenário de videira. 2014. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS.
- MIAN, G.; BUSO, E.; TONON, M. Decision Support Systems for Downy Mildew (*Plasmopara viticola*) Control in Grapevine: Short Comparison Review. *Asian Research Journal of Agriculture*, 14(2), 2021. DOI:10.9734/ARJA/2021/v14i230120
- NACHTIGAL, J.C.; SCHNEIDER, E.P. Recomendações para produção de videiras em sistemas de base ecológica Embrapa Uva e Vinho, Documentos 65, 2007
- REBOITA, M.S.; OLIVEIRA, K.R.de.; CORRÊA, P.Y.C.; RODRIGUES, R. Influência dos Diferentes Tipos do Fenômeno El Niño na Precipitação da América do Sul. *Revista Brasileira de Geografia Física* v.14, n.2. 2021 <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.2.p729-742>
- RITSCHER, P. S.; MAIA, J. D. G.; GARRIDO, L. da R.; NAVES, R. de L. Resistência da videira ao míldio: principais conceitos, com destaque para as cultivares da Embrapa, BRS Isis e BRS Vitória. Circular Técnica 164, Embrapa Uva e Vinho, 2022

REFERÊNCIAS

RODRIGUES, M.L.G.; LIMA, Mde.; MARTINS, M.; CRUZ, G. O El Niño e suas lições. Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v.36, n.3, 2023

SEAPI RS. Produção de uvas para industrialização e produtos vitivinícolas elaborados na safra 2024, no Estado do Rio Grande do Sul - resumo geral. Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação, Estado do Rio Grande do Sul, 2024.

SÔNEGO, O .R.; GARRIDO, L. da R.; JUNIOR, A. G. Doenças Fúngicas. IN: FAJARDO et al. Uva para processamento. Fitossanidade. Embrapa Uva e Vinho (Bento Gonçalves, RS). - Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 131 p. ; (Frutas do Brasil ; 35).

TERRA, M. M. Nutrição, calagem e adubação. In: POMMER, C. V. (Ed.), Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003.

TIECHER, T.L.; GIROTO, E.; CERETTA, C.A.; TASSINARI, A.; ALMEIDA, H.; RUPP, L.C.D.; REFFATTI, L.; MOTERLE, D.F.; ALMANÇA, M.A.K. Fontes de entrada de nitrogênio, fósforo, cobre e zinco em sistemas de produção frutícola. In: BRUNETTO, G.; TRENTIN, E.; MELO, G.W.B. de.; GIROTO, E. Contaminação em solos de pomares e vinhedos: Causas, efeitos e estratégias de manejo. Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 2022

UZUM UVA. Míldio. Sistema especialista para diagnóstico de doenças, pragas e distúrbios fisiológicos em videiras. Embrapa Uva e Vinho, 2024. Disponível em < <https://www.cnpuv.embrapa.br/uzum/uva/>> Acesso em 15 mar. 2024

BRASIL, Ministério de Agricultura e Pecuária. **Portaria MAPA nº 52, de 15 de março de 2021.** Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção e as listas de substâncias e práticas para o uso nos Sistemas Orgânicos de produção. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 15 mar. de 2021.

UNIÃO EUROPÉIA. **Commission Implementing Regulation (EU) 2021/1165 of 15 July 2021 authorising certain products and substances for use in organic production and establishing their lists**, 2021. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2021/1165/oj. Acesso em 20 de nov, 2024.



APÊNDICE C – ARTIGO SUBMETIDO

+



Bruna Pereira <brunap.agro@gmail.com>

[CCT] #27787 Agradecimento pela Submissão

Ivan Sergio Freire de Sousa (Editor-Chefe) <cct@embrapa.br>
Para: Bruna Pereira Ferreira <brunap.agro@gmail.com>

13 de outubro de 2024 às 23:19

Prezado(a) Bruna Pereira Ferreira,

Agradecemos a submissão do seu manuscrito "Efeito da redução de concentrações e taxa de aplicação de cobre em vinhedo orgânico no controle de míldio" para Cadernos de Ciência & Tecnologia.

Através da sua área de usuário no sistema da revista (Usuário > Autor > Submissões Ativas), será possível acompanhar o progresso do documento dentro do processo editorial, bastando logar em:

URL do Manuscrito:
<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/author/submission/27787>

Login: brupferreira

Em caso de dúvidas, envie suas questões para este e-mail.

Agradecemos mais uma vez considerar nossa revista para publicação de seu trabalho.

Atenciosamente,
Ivan Sergio Freire de Sousa (Editor-Chefe)
Cadernos de Ciência & Tecnologia

Cadernos de Ciência & Tecnologia - CC&T
<http://www.embrapa.br/cct>

Efeito da redução de concentrações e taxa de aplicação de cobre em vinhedo orgânico no controle de míldio

Bruna Pereira Ferreira¹

Marcus André Kurtz Almança²

Luís Carlos Diel Rupp³

Lara Silvestrin⁴

Diovane Freire Moterle⁵

Augusto Rizzardo Bettonni⁶

RESUMO

A busca por tecnologia para a produção de uvas em manejos sustentáveis é uma tendência, sendo a produção orgânica e o uso de taxa variada uma das alternativas adotadas. O uso da calda bordalesa (CB) como tratamento fitossanitário no manejo orgânico de produção é amplamente utilizado na viticultura, todavia, é necessário buscar soluções que diminuam as concentrações e taxas de aplicação do uso da calda. Em virtude, objetivou-se identificar se há efeito fungicida contra o míldio ao diminuir as concentrações de sulfato de cobre e da taxa de aplicação de CB em vinhedo orgânico em comparação com o tratamento já utilizado na propriedade. A pesquisa realizou-se durante a safra 2023/2024 em vinhedo orgânico da cultivar Isabel, localizado em Garibaldi, RS. Foram realizados dois tratamentos, T1 aplicações de CB em concentrações por hectare com concentrações e taxas reduzidas; T2: aplicações de CB com taxas já utilizadas pelo viticultor. Foram realizadas avaliações da severidade do míldio nas folhas e nos cachos, avaliou-se a quantidade de cobre metálico nas folhas e a produtividade. Evidenciou-se que a diminuição da taxa de aplicação e de cobre metálico no vinhedo obteve o mesmo efeito fúngico e produtivo contra o míldio nos dos tratamentos.

Termos para indexação: calda bordalesa, taxa variada, *Plasmopara vitícola*

Effect of reducing concentrations and application rate of copper in organic vineyards on mildew control

¹Engenheira agrônoma, mestranda em Viticultura e Enologia (PPGVE), IFRS Bento Gonçalves. brunap.agro@gmail.com

²Engenheiro agrônomo, doutor em Fitotecnia, docente IFRS Bento Gonçalves. marcus.almanca@bento.ifrs.edu.br

³Engenheiro agrônomo, mestre em Produção Vegetal, docente IFRS Bento Gonçalves. luís.rupp@bento.ifrs.edu.br

⁴Engenheira agrônoma, mestranda em Viticultura e Enologia (PPGVE), IFRS Bento Gonçalves. lara.silvestrin@regeneraconsultoria.com.br

⁵Engenheiro agrônomo, doutor em Ciência do Solo, docente IFRS Bento Gonçalves. diovane.moterle@bento.ifrs.edu.br

⁶Graduando em Agronomia, IFRS Bento Gonçalves. augustobettoni100@gmail.com

ABSTRACT

The search for technology for the production of grapes under sustainable management is a trend, with organic production and the use of varying rates being one of the alternatives adopted. The use of Bordeaux mixture (BM) as a phytosanitary treatment in organic production management is widely used in viticulture, however, it is necessary to seek solutions that reduce the concentrations and application rates of the syrup. The objective was to identify whether there is a fungicidal effect against downy mildew by reducing the concentrations of copper sulfate and the rate of BM application in organic vineyards compared to the treatment already used on the property. The research took place during the 2023/2024 harvest in an organic vineyard of the Isabel cultivar, in Garibaldi/RS. Two treatments were carried out, T1: applications of BM in concentrations per hectare with reduced concentrations and rates; T2: BM applications with rates already used by the winegrower. Assessments of the severity of downy mildew were carried out on the leaves and bunches, the amount of metallic copper in the leaves and the productivity were evaluated. It was evident that the reduction in the application rate and metallic copper in the vineyard had the same fungal and productive effect against downy mildew in the treatments.

Index terms: Bordeaux mixture, varied rate, *Plasmopara viticola*

INTRODUÇÃO

Há uma série de doenças causadas por fungos, vírus, bactérias e nematoides que prejudicam a videira, entretanto as fúngicas constituem o principal problema na maioria das regiões produtoras de uva do Brasil (Fajardo et al., 2003). O míldio é uma doença preocupante para viticultura quando há elevada precipitação, alta umidade relativa e longos períodos de umidade sobre folhas e frutos, podendo ser tão severa a incidência a ponto de comprometer não só a produção do ano como também produções futuras (Horst et al., 2021).

O fungo *Plasmopara vitícola*, agente causal da doença, parasita os tecidos da planta, da brotação até a colheita de cachos. Este microrganismo consegue colonizar e produzir esporângios viáveis em estruturas da planta, como folhas, ramos, pedúnculos e bagas. A doença é favorecida por condições de alta umidade e temperaturas amenas, sendo possível observar epidemias com perdas de produção de até 100%, em vinhedos não protegidos (Cavalcanti et al., 2020).

O controle do míldio é realizado de forma semelhante em todas as regiões produtoras, com aplicações semanais de fungicidas, aumentando os custos de produção, riscos de intoxicação dos trabalhadores e contaminação do meio ambiente (Fialho et al., 2017). O manejo corrente de controle de doenças baseia-se no uso, muitas vezes indiscriminado, de defensivos químicos sobre culturas de

base genética restrita. Esse quadro promove o surgimento de raças mais agressivas de patógenos, gerando um ciclo vicioso. Diante disso, alguns paradigmas vêm sendo quebrados tanto no cultivo da parreira quanto na agricultura em geral, visando à sustentabilidade e eficiência do manejo de doenças (Bohner et al., 2012).

Muitos problemas relacionados ao desenvolvimento de resistência ao fungo e ao surgimento de pragas secundárias têm surgido devido ao uso indiscriminado dos produtos químicos sintéticos, fator que tem aumentado o risco de altos níveis de resíduos tóxicos nos alimentos e no meio ambiente. (Bonfim et al., 2015). Em virtude, há demanda da sociedade pelo desenvolvimento de atividades agrícolas alicerçadas na sustentabilidade, por modelos de transição para novos sistemas agrícolas, por estratégias de desenvolvimento territorial e meios de condução para agricultura sustentável (Andrade et al., 2021).

A calda bordalesa é utilizada em hortas e pomares, para o controle de doenças causadas por fungos como míldio. Neste contexto, na viticultura orgânica, substâncias à base de cobre tem grande importância em várias regiões de produção no mundo, sendo um veículo confiável para o controle do míldio nesse sistema. (Brunetto et al., 2016; Cavalcanti et al., 2019).

Cabe ressaltar que, a sucessiva aplicação de calda bordalesa durante os anos como tratamento fitossanitário em videiras, proporciona aumentos nos teores de cálcio, enxofre e cobre (Cu) no solo, ocasionando nas camadas superficiais do mesmo, efeitos de toxicidade à maioria das plantas, em decorrência ao excesso de íons de Cu presentes (Korchagin, 2014).

Balafoutis et al. (2017), ressaltam que a viticultura de precisão tende a melhorar a qualidade e o rendimento da uva e minimizar os efeitos negativos no meio ambiente, sendo que uma das técnicas utilizadas é o uso da taxa variável para aplicação de defensivos e fertilizantes.

Logo, este trabalho tem o objetivo de identificar se há efeito fúngico sobre o míldio ao diminuir-se as concentrações e taxa de aplicação do uso da calda bordalesa em vinhedo orgânico em comparação com o tratamento já utilizado na propriedade.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada entre setembro de 2023 e fevereiro de 2024 em vinhedo orgânico da cultivar Isabel, com elevação de 605 metros de altitude, localizado na Linha São Jorge, no município de Garibaldi, Rio Grande do Sul

Na área do experimento foram selecionadas três fileiras marcando oito plantas ao acaso em cada e na testemunha uma fileira e oito plantas para coleta de folhas, onde foi realizada avaliação da severidade de míldio nos cachos e folhas, coleta de folhas para quantificação de Cu e colheita no final do ciclo. Para a taxa de aplicação, foram ajustados 6 bicos JAC 0075 do pulverizador a 60 psi..

Foram realizados dois tratamentos: 1) Experimento (T1): 14 aplicações de calda bordalesa em concentrações por hectare de 0,3:1 com taxa de aplicação de 500 l e de 666,6 por hectare; 0,3:2 em 416,6 l e em 500 l; 0,6:2 em 666,6 l, 750 l e em 833,33 l e 1 ;1,5 em 416,6 l. 2) Testemunha (T2): 13 aplicações de calda bordalesa com taxas já utilizados pela viticultora, concentrações por hectares de 0,3:1 em 766,6 l e de 1000 litros de taxa de aplicação; 0,3:2 em 766,6 l e em 1200 l; 0,7:0,7 em 1033,3 l; 0,8:1,5 em 1500 l, 1:1 em 583,33 l e em 1166,6 l de taxa por hectare (Tabela 1). A área do T1 e do T2 utilizada foi de 0,06 e 0,39 hectares respectivamente, sendo que para melhor compreensão, os resultados foram ajustados para 1 hectare.

Tabela 1. Concentrações de sulfato de cobre, cal e taxa de aplicação utilizados por hectare para o preparo da calda bordalesa em cada tratamento.

T1				T2			
Data	Sulfato de Cobre (%)	Cal (%)	Taxa de aplicação (l)	Data	Sulfato de Cobre (%)	Cal (%)	Taxa de aplicação (l)
29/09/2023	0,3	2	416,67	23/09/2023	0,3	1	1000
05/10/2023	0,3	2	416,67	09/10/2023	0,3	1	766,66
09/10/2023	0,3	1	500,00	14/10/2023	0,3	2	1200
14/10/2023	0,3	1	666,67	18/10/2023	0,3	2	766,66
18/10/2023	0,3	2	500,00	26/10/2023	0,7	0,7	1033,33
23/10/2023	0,3	1	500,00	31/10/2023	1	2	1333,33
31/10/2023	0,3	1	666,67	15/11/2023	1	2	1333,33
08/11/2023	0,6	2	666,67	25/11/2023	0,8	1,5	1333,33
14/11/2023	0,6	2	750,00	30/11/2023	1	1,5	1500
23/11/2023	0,6	2	833,33	12/12/2023	1	1	1166,66
30/11/2023	1	1,5	416,67	30/12/2023	1	1	583,33
01/12/2023	1	1,5	416,67	31/12/2023	1	1	583,33
12/12/2023	0,6	2	833,33	23/01/2024	1	1	1166,55
26/12/2023	0,6	2	833,33				

Fonte: Caderno de campo (2024).

As avaliações da severidade do míldio da videira foram realizadas a partir do início do surgimento dos sintomas da doença até a colheita dos cachos (Figura 3C). A incidência da mesma foi calculada como uma percentagem de folhas e cachos afetados pela presença do patógeno, sendo que, a percentagem de área ocupada por míldio foi estimada utilizando a escala diagramática proposta por Buffara et al., (2014) para folhas. e a escala diagramática proposta por Caffi et al., (2010) para cachos. As médias foram comparadas pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

Foram coletadas por tratamento, amostras de folhas logo após as aplicações, e avaliada a quantidade de cobre através do processo de digestão de tecido durante os meses de outubro (dia 31/10 ambos tratamentos), novembro (dia 14/11 T1; dia 15/11 T2) e em dezembro (dia 09/12 T2; dia 12/12 T1). Após a coleta, as amostras foram embaladas em sacos de papel, etiquetadas e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar em temperatura a 65°C até atingir peso constante. Posteriormente, foi feita a moagem de cada amostra, em moinhos tipo Willey, com facas e câmara de aço inoxidável e com peneiras de 1mm de diâmetro, visando assegurar a homogeneização do material.

Conforme Carmo et al., (2000), no laboratório de solos do IFRS, Campus Bento Gonçalves, foi feita a decomposição do tecido vegetal, visando a determinação de cobre, sendo esta, realizada

através da solubilização com ácido nítrico e perclórico (solução $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ na proporção 3:1). Para cada amostra, foi feito o mesmo procedimento, utilizou-se 0,25 g de amostra em tubo de digestão seco, com um funil para evitar a deposição de material nas paredes do tubo de digestão. Adicionou-se 4 mL da solução nitro-perclórica, mantendo a mistura ácida na capela a frio por um período de 12 horas.

Posteriormente, aqueceu-se a 80°C e permanecendo nesta temperatura até parar de sair a fumaça marrom (3,5 horas), aumentou-se a temperatura até 120°C , permanecendo nesta faixa até digerir o tecido (3 horas). Então, elevou-se a 180°C e manteve-se até restar aproximadamente 1 mL de ácido. Os frascos foram retirados do bloco, após esfriar, foi completado o volume com água destilada até 20ml. Agitou-se com agitador e transferiu-se para tubos de “snap cap”, deixando decantar. Para determinar o Cu, foi transferida uma alíquota de 10 mL do sobrenadante para copo plástico descartável, determinou-se a abs de Cu em fotômetro de absorção, pipetando 5 mL da solução restante e adicionando 10 mL de água destilada.

No final do ciclo (estádio vegetativo 28), a produtividade por tratamento foi avaliada através da colheita e pesagem de todos os cachos das plantas avaliadas em cada tratamento, no dia 15 de fevereiro de 2024. As médias foram comparadas pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. As uvas colhidas ficaram na propriedade, onde foram posteriormente destinadas para processamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cabe ressaltar que o fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) é um dos principais modos de variabilidade climática no mundo em escala interanual. Este, corresponde a um acoplamento entre o oceano e a atmosfera através de anomalias na temperatura da superfície do mar no oceano Pacífico Tropical Central-Leste e na pressão atmosférica. A componente oceânica do ENOS é chamada de El Niño, quando há aquecimento anômalo das águas do oceano Pacífico Tropical Central-Leste, ou de La Niña, em situação de resfriamento anômalo (INPE, 2024; Reboita et al., 2021).

No sul do Brasil, em anos de el Niño, como ocorreu em 2023, as correntes de ventos fortes em altos níveis da atmosfera ficam mais intensas que o normal, ocasionando um aumento na frequência e volume de chuva, com valores excessivos e acima da média climatológica na Região Sul (Rodrigues et. al, 2023). Durante o período avaliado, em cada mês houve pelo menos 9 dias com chuvas, sendo que em setembro, ocorreu o maior período e volume de precipitação, acumulando 427 mm distribuídos em 18 dias. Logo, ao analisar todo o período em que a pesquisa ocorreu, houve o acúmulo de 1438,2 mm em 79 dias enquanto que, nestes meses no ciclo produtivo anterior (2022/2023) acumulou-se 594,6 mm distribuídos em 57 dias (Figura 1).

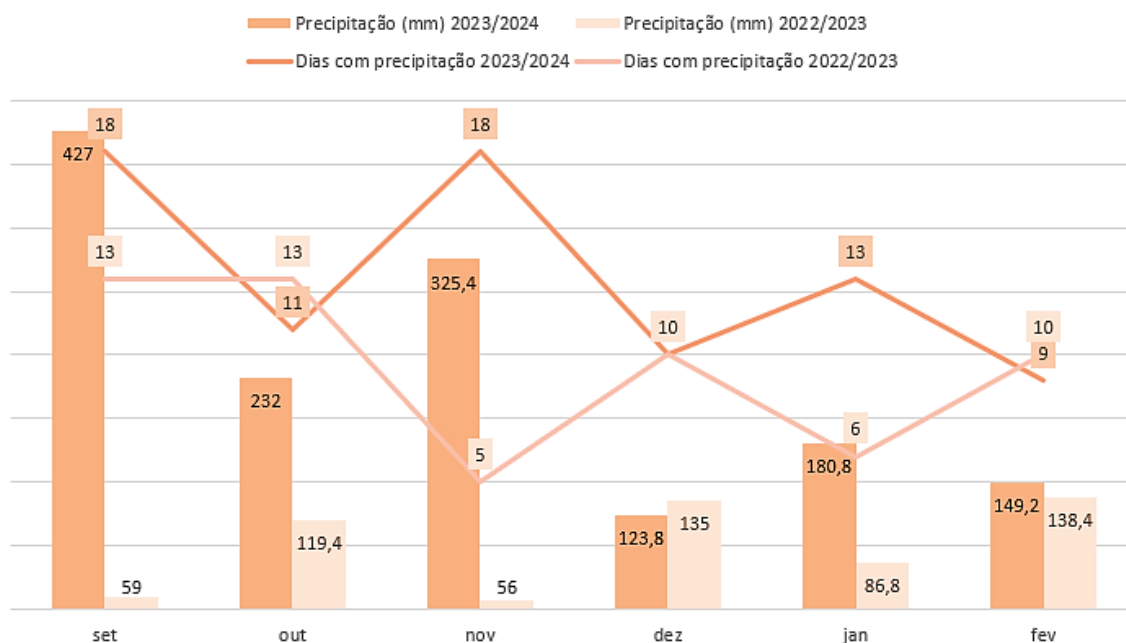


Figura 1. Comparativo entre o volume de chuva mensal e dias com precipitação/mês durante os ciclos 2022/2023 e 2023/2024 Fonte: Estação Automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada na Embrapa Uva e Vinho, em Bento Gonçalves-RS.

Em virtude, evidenciou-se que o ciclo 2023/2024 favoreceu o desenvolvimento do míldio, uma vez que, as condições meteorológicas exercem influência indireta sobre a qualidade da uva, favorecendo ou restringindo o estabelecimento de doenças fúngicas, afetando a sanidade dos tecidos foliares e dos cachos (Junges et al., 2023).

Além do excesso de precipitação, na figura 2 é possível observar que também se manteve alta a umidade relativa do ar no período do estudo em questão, oscilando entre 81% em setembro a 76% no final do ciclo, em fevereiro. Em relação a temperatura média no mesmo período, manteve-se constante nos meses de setembro e outubro, com 16,9 e 16,8° C, respectivamente, já em novembro começou a elevar-se e a partir de dezembro manteve-se acima dos 20 °C.

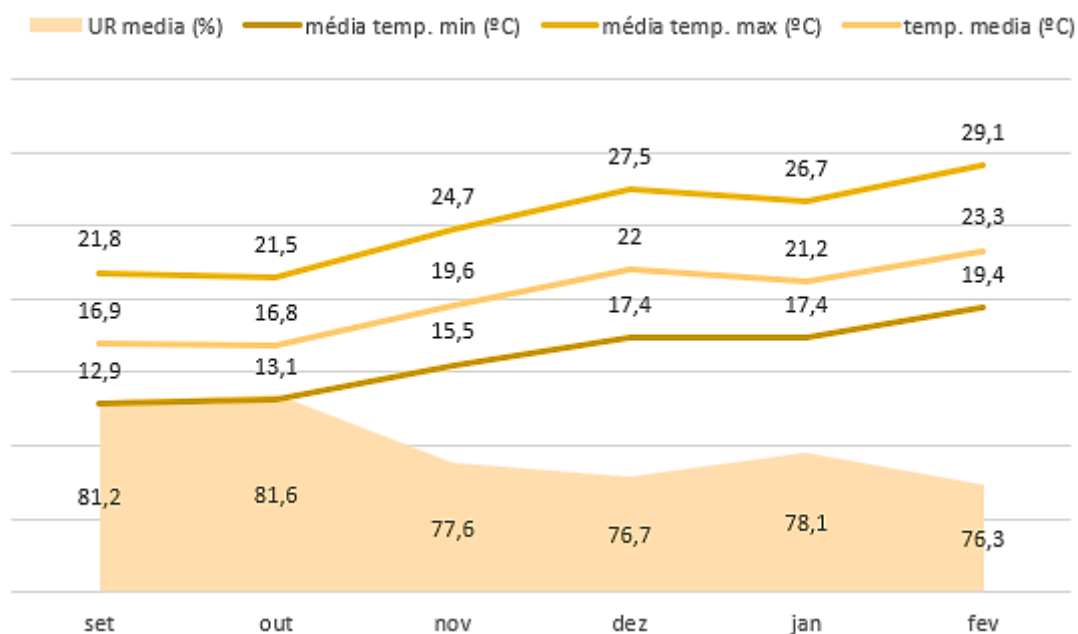


Figura 2. Temperaturas médias mensais e umidade relativa do ar média mensal de setembro de 2023 a fevereiro de 2024.

A temperatura média, quantidade de precipitação e umidade relativa do ar favoreceram o desenvolvimento do patógeno, uma vez que, o míldio se desenvolve em regiões de clima temperado, principalmente quando ocorre uma frequência de precipitação média a alta e um clima médio a quente, aliado a condensação da água livre por um período mínimo de 2 horas para haver novas infecções (Mian & Tonon, 2021; Sônego et al., 2003). No vinhedo, os primeiros sintomas de míldio foram identificados no início de outubro de 2023, durante o estágio de pré floração (Figura 3).

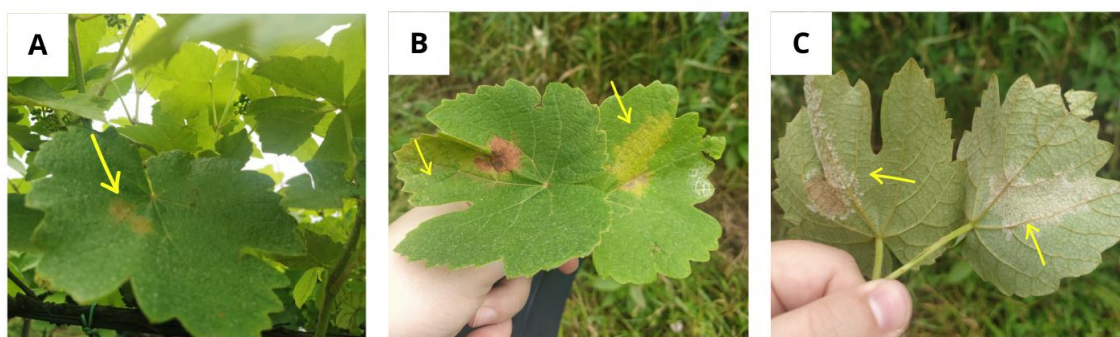


Figura 3. Primeiros sintomas de míldio identificados. A) Mancha necrosada; B) Mancha necrosada e mancha de óleo; C) Mofo branco.

Os esporângios podem ser produzidos a cada 5 a 18 dias, sendo que, para que uma mancha-de-óleo forme esporângios, é necessário que as temperaturas médias sejam maiores do que 13 °C e a

umidade relativa superior a 80%, condições estas, estabelecidas em setembro de 2023, estimando-se que a infecção pelo patógeno tenha ocorrido neste período (Sônego et al., 2003). De acordo com Ritschel et al., (2022), os primeiros sintomas visíveis nas folhas são as “manchas de óleo” (Figura 6 B), quando há alta umidade, na face inferior da região correspondente a essas manchas, surge o “mofo branco” (órgãos de frutificação do patógeno) (Figura 3 B e C) e posteriormente, estas manchas tornam-se necrosadas e de coloração castanho-avermelhada (Figura 3 A e B).

Tanto no T1, como no T2, o tratamento com calda bordalesa começou a ser aplicado no final de setembro de 2023. De acordo com Garrido & Botton (2017), o uso da dose correta é um dos fatores essenciais na aplicação de qualquer tratamento fitossanitário e a manutenção durante todo o processo assegura economia, uma vez que, doses excessivas, além de provocar fitotoxicidade, elevam os custos do tratamento. Tiecher et al., (2022) ressaltam que no vinhedo orgânico de uvas americanas dos cooperados da Cooperativa Nova Aliança, durante a safra 2020/2021, foram realizadas em média 9 aplicações com taxa média por aplicação de 645 litros por hectare utilizando fungicidas que continham Cu.

No trabalho em questão, em virtude dos vários dias com precipitação, realizou-se no T1, 14 aplicações de calda bordalesa com taxa média de 601,1 l/ha e no T2, 13 aplicações com taxa média de 1058,9 l/ha, e em sua maioria, com curtos intervalos de tempo em ambos tratamentos (Tabela 1). Costa (2006), afirma que a persistência de ação dos fungicidas de contato, como a calda bordalesa, é muito variável em virtude das condições atmosféricas, sendo que em períodos com frequente precipitação ocorre a diminuição de sua ação sendo necessária a aplicação do fungicida com mais frequência.

No Alto Vale do Itajaí, a Epagri testou distintas concentrações de calda bordalesa para controle do míldio da videira. Os resultados preliminares demonstraram que concentrações menores que 0,5% proporcionaram bons níveis de controle para o míldio (86%) mesmo em anos favoráveis ao desenvolvimento do patógeno (Filho & Debarba, 2007).

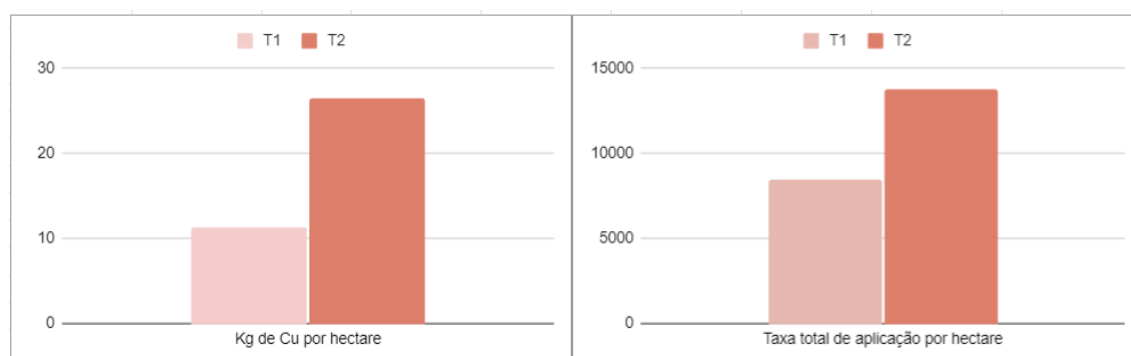


Figura 4. Quantidade total de cobre metálico (quilos), e a média da taxa de aplicação (litros) utilizados por hectare em cada tratamento. Fonte: Caderno de campo (2024)

Ao longo do ciclo produtivo a taxa de aplicação foi de 8.416,6 litros de calda bordalesa por hectare no T1 e 13.766,6 litros no T2, havendo uma redução de 38,8% de taxa de aplicação ao final do ciclo no T1. Em decorrência, totalizou-se 11,29 kg de Cu metálico aplicado por hectare no T1 e 26,44 kg no T2 (Figura 4), diminuindo 55% de cobre no vinhedo para a cultivar Isabel. Tiecher et al., (2022), mostram que esta cultivar obteve maior aporte de Cu metálico em sistema convencional, totalizando 6,20 kg/ha com 2,8 de média de aplicação com fungicida que continha Cu, sendo este um número baixo pois neste sistema é possível utilizar outras fontes de fungicidas. Para a cultivar Bordô, variedade mais resistente, em sistema orgânico e convencional aportaram 3,13 kg e 3,28 kg de Cu metálico, respectivamente.

Ao avaliarmos a quantidade de Cu acumulado no tecido vegetal nos meses de outubro, novembro e dezembro (Tabela 2), a faixa de concentração variou de 3,19 a 7,52 mg kg⁻¹ no T1 e de 6,36 a 10,81 mg/kg⁻¹ sendo considerado um nível baixo em ambos tratamentos, uma vez que, conforme Terra (2003), a faixa adequada de Cu nas folhas é de 18 a 22 mg kg⁻¹. Este resultado indica que as concentrações utilizadas contribuem para evitar a toxidez deste metal nos vinhedos. Tiecher et al., (2016) ressaltam que os teores de Cu variaram de 4,7 a 3.216 mg kg⁻¹ nas principais regiões vitiviníferas do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.

Tabela 2. Média de Cu acumulado nas folhas, quantidade de Cu metálico aplicado por hectare em cada tratamento nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2023. Fonte: Dados de campo (2024)

Tratamento	Cu (mg/kg ⁻¹)	Aplicação* (kg/ha)	Data
T1	7,52	0,5	31/10
	3,19	1,1	14/11
	7,18	1,2	12/12
T2	10,81	3,3	31/10
	7,07	3,3	15/11
	6,36	2,9	12/12

*Quantidade de cobre metálico aplicada por hectare

Referente a severidade do míldio nas folhas, não houve diferença estatística nos tratamentos, tendo em média 14,14% e 14,16% de incidência no T1 e no T2 respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Severidade do míldio nas folhas e no cacho durante o ciclo produtivo 2023/2024. Fonte: Dados de campo (2024)

Tratamento	Folha	Desvio Padrão	Cacho	Desvio Padrão
T1	14,14 a	12,81	45,20 a	12,81
T2	14,16 a	9,52	53,09 a	9,52
CV (%)	79,31		44,08	

*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade

Visualmente, foi possível observar que ao longo do ciclo vegetativo os sintomas de míldio mantiveram-se constantes nas folhas. Em ambos tratamentos, de novembro a fevereiro, o sintoma predominante de míldio foram folhas necrosadas, marrom-claras e avermelhadas (Figura 5A) seguido de folhas com manchas verde-claras, de aspecto oleoso (Figura 5B) (Uzum Uva, 2024).

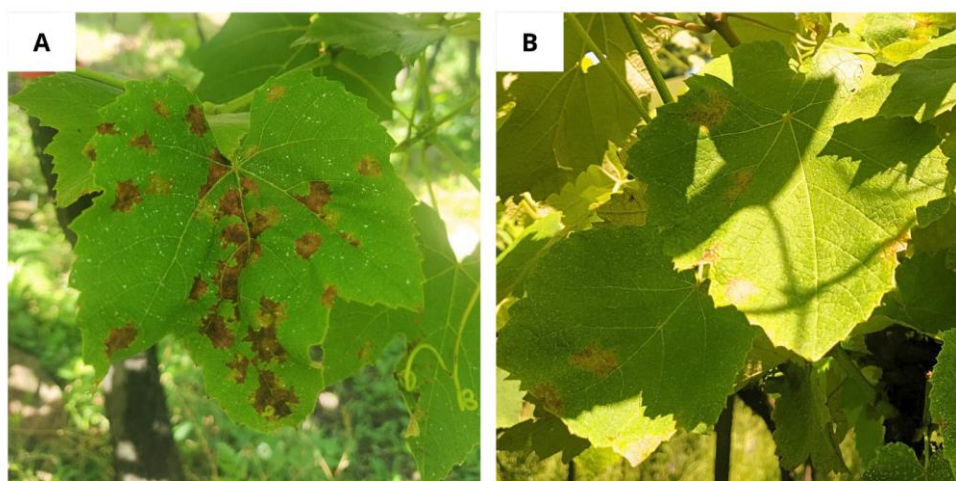


Figura 5. Principais sintomas de míldio observados nas folhas ao longo do ciclo produtivo. A) folhas necrosadas; B) folhas com aspecto oleoso. Fonte: Arquivo pessoal da autora (2024).

Nos cachos, a severidade do míldio foi de 45,20% no T1 e 53,09% no T2, não diferindo estatisticamente (Tabela 3). Cavalcanti & Garrido, (2015) afirmam que o ataque na inflorescência e na fase de floração ocasiona os maiores prejuízos. Visualmente, foi possível observar que ao longo do ciclo vegetativo os sintomas de míldio mantiveram-se constantes nos cachos.

Em ambos tratamentos, em novembro, durante o estágio 29 (bagas tamanho “chumbinho”) haviam vários cachos apresentando eflorescência branca (mofo branco) nas bagas (Figura 6A) e com inflorescências já secas (Figura 6D), dando a entender que provavelmente, o ataque nos cachos iniciou durante a fase floração (estádio 19). Em dezembro, no início da compactação do cacho (estádio 33) algumas bagas ainda verdes caíam com facilidade, prejudicando na qualidade final do cacho (Figura 6B e 6E), em janeiro, no início da maturação e troca de cor (estádio 35) havia bastante desuniformidade entre os cachos e presença de bagas murchas, secas e escuras (Figura 6C e 6F),

permanecendo este cenário em fevereiro, na maturação plena (estádio 36), quando o ocorreu a colheita (Cavalcanti & Garrido, 2015; Uzum Uva, 2024).

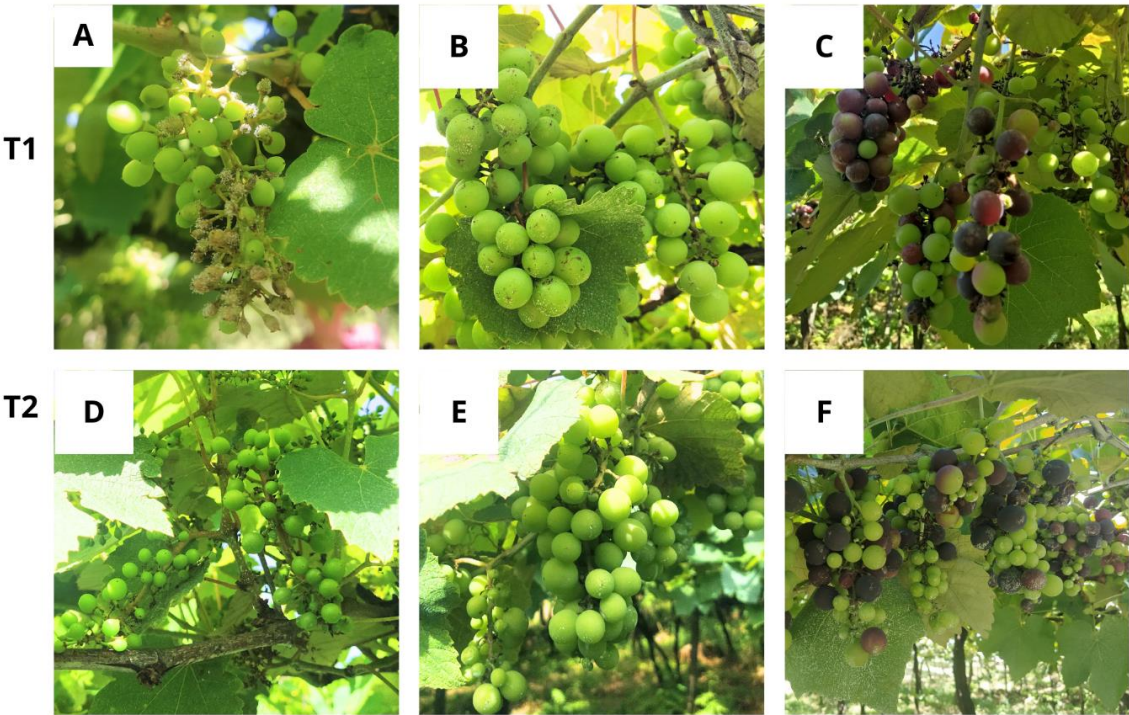


Figura 6. Sintomas de míldio nos cachos ao longo do ciclo produtivo. A) T1 nov/23. B) T1 dez/23. C) T1 jan/24. D) T2 nov/23. E) T2 dez/23. F) T2 jan/24. Fonte: Arquivo pessoal da autora (2024).

Em relação à produtividade, no T1 houve uma média de produção de 8,44 t/ha, enquanto no T2 produziu 7,72 t/ha, não havendo diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 4). Normalmente nesta propriedade a produtividade média da Isabel é de 25 t/ha, estando conforme a média da cultivar, que varia de 25 t/ha a 30 t/ha (Nachtigal & Schneider, 2007). Neste mesmo período, na região da Serra Gaúcha, apresentou a produção média de 20 t/ha (Fundeb, 2024).

Tabela 4. Produtividade média (toneladas/ha) em cada tratamento no ciclo produtivo 2023/2024

Tratamento	Produtividade	Desvio Padrão	CV (%)
T1	8,44 a	1,61	36,68
T2	7,72 a	1,43	

*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade
Fonte: Dados de campo (2024)

Visualmente, muitos cachos foram afetados em virtude do míldio, fator que prejudicou a produtividade em virtude das intempéries climáticas da safra em questão. Cabe ressaltar que não foi um caso isolado, mas sim predominante na região, tanto em vinhedos orgânicos, como convencionais. O fenômeno climático El Niño, afetou tanto as uvas americanas e híbridas, quanto as viníferas registraram queda no comparativo com a safra 2022/2023, de 24,5% e 41,05%, respectivamente,

sendo que, os produtos orgânicos registraram queda de 21,44% na produção de sucos e 84,95% na elaboração de vinhos (SEAPI RS, 2024). De acordo com Enio Todeschini, técnico extensionista da Emater RS regional, ocorreu chuva na floração e poucos períodos de sol direto, ocasionando abortamento de flores e bagas, especialmente nas variedades Isabel e Bordô, prejudicando os tratamentos fitossanitários (Belederi & Zampieri, 2024).



Figura 7. Parâmetro visual dos cachos colhidos em ambos tratamentos. Fonte: Arquivo pessoal da autora (2024).

Em ambos tratamentos, no momento da colheita haviam cachos desuniformes (Figura 7), com bagas de distintas dimensões e ralos, fator que não afetou a comercialização e destinação, visto que foi para processamento (Lima & Choudhury, 2007).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A diminuição da taxa de aplicação de calda bordalesa em 38,8% e de cobre metálico em 55% no vinhedo de Isabel, obteve o mesmo efeito fúngico contra o míldio que o tratamento já utilizado na propriedade. Este fator tende a contribuir a longo prazo com a diminuição do uso de insumos e de água, sendo essencial para a sustentabilidade do sistema produtivo.

Com os tratamentos utilizados, a quantidade de Cu metálico nas folhas ficou abaixo do nível adequado, indicando que estas concentrações contribuem para evitar a toxidez deste metal nos vinhedos, todavia é preciso atentar-se para que não haja deficiência do mesmo na planta.

Independente do sistema de produção (orgânico ou convencional) a cultivar Isabel demonstrou-se extremamente susceptível a condições de alta precipitação, afetando sua produtividade, logo, verificou-se ser inviável manter-se dentro dos parâmetros exigidos pela legislação de orgânicos vigente.

Sugere-se dar continuidade a este trabalho para que possam ser comparados os resultados para a cultivar Isabel em anos menos chuvosos.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, H. M. L. da S.; SILVA, R. N. da; ANDRADE, L. P. de. Diagnóstico da sustentabilidade de propriedades de agricultores familiares: uma aplicação do método IDEA.

Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.12, n.5, p.39-48, 2021

<http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.005.0004>

BALAFOUTIS, A.T.; KOUNDOURAS, S.; ANESTASIOU, E.; FOUNTAS, S.; ARVANITIS, K.G. Life cycle assessment of two vineyards after the application of precision viticulture techniques: a case study. **Multidisciplinary Digital Publishing Institute**; v.09, n.11, 2017.

<https://doi.org/10.3390/su9111997>

BELEDELI, M.; ZEMPIERI, M.E. **Instabilidade climática reduz produção de uvas e de vinhos no Rio Grande do Sul**. O Globo, 2024 Disponível em:

<https://oglobo.globo.com/economia/noticia/2024/01/16/instabilidade-climatica-reduz-producao-de-uvas-e-de-vinhos-no-rio-grande-do-sul.ghtml> Acesso em: 20 ago, 2024.

BOHNER, T.O.L; ARAUJO, L.E.B.; NISHIJIMA, T. O impacto ambiental do uso de agrotóxicos no meio ambiente e na saúde dos trabalhadores rurais. **Revista Eletrônica Do Curso De Direito Da UFSM**, 8, 329–341, 2013. <https://doi.org/10.5902/198136948280>

BONFIM, N. da S.; NAKASSUGI, L.P.; OLIVEIRA, J.P.O.; KOHIYAMA, C.Y.; MOSSINI, S.A.G.; GRESPAN, R.; NERILO, S.B.; MALLMANN, C.A.; ALVES, A. F.B.;MACHINSKI, M. JR. Antifungal activity and inhibition of fumonisin production by *Rosmarinus officinalis* L. essential oil in *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg. **Food Chemistry**, v. 166, 2015. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.06.019

BRUNETTO, C.A.; MAZON, S; VARGAS, T.O.; PEREIRA, G.F.; FINATTO, T. Técnicas de preparo e uso de caldas alternativas e compostagem. **R. Eletr. de Extensão**, v. 13, n. 21, 2016. DOI:10.5007/1807-0221.2016v13n21p132

BUFFARA, C.R.G.; ANGELOTTI, F.; VIEIRA, R.A. BOGO, A.; TESSMANN, D.J.; BEM, B.P. de. Elaboração e validação de uma escala diagramática para avaliação da severidade do míldio da videira. **Ciência Rural**, v.44, n.8, 2014. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20131548>

CAFFI, T.; ROSSI, V.; BUGIANI, R. Evaluation of a warning system for controlling primary infections of grapevine downy mildew. **Plant disease**, v. 94, n. 6, 2010. <https://doi.org/10.1094/PDIS-94-6-0709>

CARMO, C.A.F. de S.; ARAUJO, W.S.; BERNARDI, A.C. de C.; SALDANHA, M.F.C. Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos. **Circular técnica 6**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000 Disponível em <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/337672>> Acesso em 20 jan. 2024.

CAVALCANTI, F. R.; CASSUBA, K. F.; FIORAVANÇO, J. C. **Produtos com menor teor de cobre para o controle do míldio em viticultura**. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2019. Disponível em < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1115614>> Acesso em 12 jan. 2024.

CAVALCANTI, F.R.; CASSUBA, K.F.; FIORAVANÇO, J.C. Avaliação de produtos biológicos e um indutor de resistência no controle do míldio da videira. Embrapa: **Circular Técnica 149**. 2020 Disponível em < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1124483>> Acesso em 12 jan. 2024

CAVALCANTI, F.R.; GARRIDO, L.R. **Controle de doenças**. In: GARRIDO, L.R.; HOFFMANN, A.; SILVEIRA, S.V. Produção integrada de uva para processamento: manejo de pragas e doenças. Brasília: Embrapa, v.4, p.33-48, 2015.

COSTA, J.P.N. Míldio da videira (*Plasmopara viticola*): fungicidas e estratégias de luta química. **Ficha técnica 110**. Direccção Regional de Agricultura de Entre-Douro e Minho, 2006. Disponível em < https://www.drapnorte.gov.pt/drapn/conteudos/FICHAS_DRAEDM/Ficha_tecnica_110_2005.pdf> Acesso em: 12 jan. 2024

FAJARDO, T.V.M. **Doenças fúngicas**. In: Fajardo, T.V.M. (Ed.) Uva para processamento: fitossanidade. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 131p, 2003.

FIALHO, R.O.; PAPA, M.F.S.; PANOSSO, A.R.; CASSIOLATO, A.M.R. Fungitoxicity of essential oils on *Plasmopara viticola*, causal agent of grapevine downy mildew. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 39, n. 4, p. 1-14, 2017 <https://doi.org/10.1590/0100-29452017015>

FILHO, J.A.W.; DEBARBA, J.F. Emprego da calda bordalesa no controle de doenças. **Agropecu. Catarin**, v.20, n.1, 2007.

FUNDEB. Recomendação de calagem e adubação em propriedades rurais que desenvolvam a atividade vitícola na região da Serra Gaúcha do Estado do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico: produto 4**, Fundação para o Desenvolvimento de Bauru, 2024

GARRIDO, L. da R.; BOTTON, M. Recomendações técnicas para controlar as doenças e pragas da videira. **Informe técnico fitossanidade**. Campo e Negócios Hortifruti, 2017.

HORST, M.V.; LEITE, C.D.; GARCIA, C.; MAIA, A.J.; FARIA, C.M.D.R.; BOTELHO, R.V. Subproduto da vitivinicultura no controle do míldio e indução de enzimas de defesa em videira. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, 2021. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19908>

INMET. **Banco de Dados Meteorológicos do INMET**. Instituto Nacional de Metrologia, 2024. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/> Acesso em: 14 abr. 2024.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Condições atuais do ENOS: Enfraquecimento do El Niño**. Disponível em <http://enos.cptec.inpe.br/> Acesso em: 05 jun de 2024.

JUNGES, A.H.; SANTOS, H.P.dos; GARRIDO, L.daR.; PEREIRA, G.E. Condições meteorológicas de janeiro a março de 2023, prognóstico climático para o trimestre abril-maio-junho e recomendações fitotécnicas para vinhedos. **Boletim Agrometeorológico da Serra Gaúcha** – Embrapa Uva e Vinho. 2023. Disponível em < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1153832>> Acesso em: 15 mar. 2024

KORCHAGIN, J. **Fósforo, potássio e cobre em neossolo sob cultivo centenário de videira**. 2014. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS.

LIMA, M.A.C; CHOUDHURY, M.M. Características dos cachos de uvas. **Frutas do Brasil**, vol 12, 2007.

MIAN, G.; BUSO, E.; TONON, M. Decision Support Systems for Downy Mildew (*Plasmopara viticola*) Control in Grapevine: Short Comparison Review. **Asian Research Journal of Agriculture**, 14(2), 2021. DOI:10.9734/ARJA/2021/v14i230120

NACHTIGAL, J.C.; SCHNEIDER, E.P. Recomendações para produção de videiras em sistemas de base ecológica Embrapa Uva e Vinho, **Documentos 65**, 2007 Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/542551>> Acesso em 12 mar. 2024

REBOITA, M.S.; OLIVEIRA, K.Rde.; CORRÊA, P.Y.C.; RODRIGUES, R. Influência dos Diferentes Tipos do Fenômeno El Niño na Precipitação da América do Sul. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.14, n.2. 2021 <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.2.p729-742>

RITSCHER, P. S.; MAIA, J. D. G.; GARRIDO, L. da R.; NAVES, R. de L. Resistência da videira ao míldio: principais conceitos, com destaque para as cultivares da Embrapa, BRS Isis e BRS Vitória. **Circular Técnica 164**, Embrapa Uva e Vinho, 2022 Disponível em < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1140941>> Acesso 15 jun. 2024

RODRIGUES, M.L.G.; LIMA, Mde.; MARTINS, M.; CRUZ, G. O El Niño e suas lições. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.36, n.3, 2023

SEAPI RS. **Produção de uvas para industrialização e produtos vitivinícolas elaborados na safra 2024, no Estado do Rio Grande do Sul - resumo geral**. Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação, Estado do Rio Grande do Sul, 2024. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/safra-de-uvas-teve-queda-de-26-58-em-2024-no-rio-grande-do-sul#:~:text=Painel%20Produ%C3%A7%C3%A3o%20Vitivin%C3%ADcola-,Safrade%20uvas%20teve%20queda%20de%2026%2C58%25%20em%202024,no%20Rio%20Grande%20do%20Sul&text=A%20safra%20de%20uva%20para,uvas%20vin%C3%ADferas%2C%20americanas%20e%20h%C3%ADbridas>. Acesso em 25 set 2024.

SÔNEGO, O .R.; GARRIDO, L. da R.; JUNIOR, A. G. **Doenças Fúngicas**. IN: FAJARDO et al. Uva para processamento. Fitossanidade. Embrapa Uva e Vinho (Bento Gonçalves, RS). - Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 131 p. ; (Frutas do Brasil ; 35).

TERRA, M. M. **Nutrição, calagem e adubação**. In: POMMER, C. V. (Ed.), Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003.

TIECHER, T.L.; GIROTTO, E.; CERETTA, C.A.; TASSINARI, A.; ALMEIDA, H.; RUPP, L.C.D.; REFFATTI, L.; MOTERLE, D.F.; ALMANÇA, M.A.K. **Fontes de entrada de nitrogênio, fósforo, cobre e zinco em sistemas de produção frutícola**. In: BRUNETTO, G.; TRENTIN, E.; MELO, G.W.B. de.; GIROTTO, E. Contaminação em solos de pomares e vinhedos: Causas, efeitos e estratégias de manejo. Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 2022

UZUM UVA. **Míldio**. Sistema especialista para diagnóstico de doenças, pragas e distúrbios fisiológicos em videiras. Embrapa Uva e Vinho, 2024. Disponível em < <https://www.cnpuv.embrapa.br/uzum/uva/>> Acesso em 15 mar. 2024