



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS

Andressa Hilha Dias

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE VARIEDADES E SELEÇÕES PIWI DE
VIDEIRA AO MÍLDIO E À ANTRACNOSE EM SANTA CATARINA**

Florianópolis
2020

Andressa Hilha Dias

**Avaliação da resistência de variedades e seleções PIWI de videira ao míldio e à
antracnose em Santa Catarina**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação
em Recursos Genéticos Vegetais (RGV) da Universidade
Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de
Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Rubens Onofre Nodari
Coorientador : Prof. Dr. Leocir José Welter

Florianópolis

2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Dias, Andressa Hilha

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE VARIEDADES E SELEÇÕES PIWI
DE VIDEIRA AO MÍLDIO E À ANTRACNOSE EM SANTA CATARINA /
Andressa Hilha Dias ; orientador, Rubens Onofre Nodari,
coorientador, Leocir José Welter, 2020.

128 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós
Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Florianópolis,
2020.

Inclui referências.

1. Recursos Genéticos Vegetais. 2. Míldio, Antracnose,
Resistência à doenças, adaptação.. 3. Plasmopara viticola,
Elsinoë ampelina, PIWI. I. Nodari, Rubens Onofre. II.
Welter, Leocir José. III. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos
Vegetais. IV. Título.

Andressa Hilha Dias

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE VARIEDADES E SELEÇÕES PIWI DE
VIDEIRA AO MÍLDIO E À ANTRACNOSE EM SANTA CATARINA**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Leocir José Welter, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina – CCR/Curitibanos (Presidente/Coorientador)

Prof. Robson Marcelo Di Piero, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina - CCA/Florianópolis

Marco Antonio Dal Bó, Dr.

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI/Videira

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Prof. Dr. Cláudio Roberto Fonsêca Sousa Soares
Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Prof. Dr. Rubens Onofre Nodari
Orientador(a)

Florianópolis, 20 de fevereiro de 2020.

Este trabalho é dedicado aos meus queridos pais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família, principalmente aos meus pais Lurdete Hilha e Luiz Alles Pereira, por todo o apoio necessário para chegar até aqui, agradeço por sempre incentivarem a busca pelo conhecimento. A minha melhor amiga Sinara Denardi, pelos momentos de descontração e também aos meus amigos Marlo Hanauer, Juliano Trentin e Jonathan Fucks, pelo apoio incondicional e por acreditarem em mim. Ao meu grande amigo Fernando Martarello, por nunca negar esforços para me ajudar. A minha afilhada Maria Helena, por ter surgido neste momento tão importante da minha vida. Ao Carlos Eduardo e a Laís Cristina, por serem minha segunda família e pelo privilégio de tê-los no meu convívio.

Ao meu orientador prof. Dr. Rubens Onofre Nodari por se fazer sempre presente, pela confiança, ensinamentos e conselhos transmitidos ao longo destes dois anos.

Ao meu co-orientador prof. Dr. Leocir José Welter, pelo incentivo e saber transmitindo seus conhecimentos e apoio incondicional.

A Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Centro de Ciências Agrárias (CCA) e Centro de Ciências Rurais (CCR) e seus servidores. À CAPES pela concessão de bolsa de estudos.

A Estação Experimental de Videira (EPAGRI), em especial ao Dr. André Kulkamp de Souza, Anilton Tadeu Borges de Oliveira e demais técnicos, pelo auxílio a campo e transmissão de conhecimento.

Aos meus amigos: Victor França, Davi Santos, Ruan Antonio, Danielle Zampieri, Pedro Ronchi, Luiz Fernando Spanholi, e a todos que de alguma forma estiveram presentes me auxiliando a campo. A minha colega e amiga de apartamento Amanda Rafaela, por toda a paciência e compreensão. E ao meu grande amigo Douglas Vaz, que sempre me auxiliou, compartilhando saber.

Ao Núcleo de Estudos da uva e do vinho (NEUVIN), sem vocês este trabalho não seria possível. Em especial à Andriele Moraes, Lenon Modesto, Daniel Steinner e a Flávia Zucco, pelo auxílio e amizade.

Agradeço à Deus, por guiar sempre meu caminho e pelas conquistas da minha vida.

Muito obrigada.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo caracterizar a incidência e a severidade de variedades e seleções PIWI quanto a resistência ao míldio e a antracnose da videira, nos municípios de Curitiba e Videira, Santa Catarina. Ambos os experimentos foram conduzidos em vinhedos experimentais localizados na Área Experimental Agropecuária da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitiba, Curitiba, SC, e na Estação Experimental da Epagri, Videira, SC, nos ciclos 2018/2019 e 2019/2020. No experimento 1 foi avaliado a dinâmica temporal do míldio da videira em variedades e seleções PIWI nas condições edafoclimáticas de cada local. Nas avaliações, a severidade foi determinada utilizando duas escalas, sendo a escala da OIV-452 e a escala diagramática da videira proposta por Buffara. Foram avaliadas a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), de cada variedades e seleção, comparativamente entre o genótipo suscetível em relação ao início do aparecimento dos sintomas (IAS), valor máximo (Smáx) e mínimo (Smin) de severidade, tempo para atingir a máxima severidade da doença (TAMSD). No experimento 2 foi avaliado a influência da interação genótipo *versus* ambiente na resistência à antracnose da videira. Assim, foram utilizados 20 genótipos com genes de resistência para míldio e oídio, cultivados em dois locais e anos. Os genótipos foram avaliados à campo quanto a incidência e severidade a partir do aparecimento dos primeiros sintomas, utilizando escala de nota OIV e número de plantas infectadas pelo patógeno. A variedade PIWI Souvignier Gris apresentou o maior nível de resistência ao míldio da videira e a variedade Cabernet Cortis, que apresenta a fonte de resistência proveniente do loco *Rpv10*, não demonstrou resistência ao míldio nas condições edafoclimáticas do Sul do Brasil. Houve diferenças significativas na incidência e severidade de antracnose entre os genótipos avaliados, mostrando-se suscetíveis a antracnose em ambos os ciclos avaliados, com condições climáticas propícias ao desenvolvimento do patógeno. A interação genótipo x ambiente foi estatisticamente significativa, indicando que distintos backgrounds genéticos comportando-se de maneira distinta em diferentes ambientes. Desta forma, o presente trabalho proporciona a caracterização e dados para a seleção de variedades mais resistentes a doenças que já tem potencial vitícola e que sejam adaptados às condições edafoclimáticas de cada região testada, fator de importância para a sustentabilidade e expansão dos vinhedos.

Palavras-chave: *Plasmopara viticola*, *Elsinoë ampelina*, míldio, antracnose, resistência à doenças, videira, adaptação.

ABSTRACT

The present work aims to characterize the incidence and severity of varieties and selections PIWI regarding resistance to downy mildew and anthracnose of the vine, in the municipalities of Curitiba and Videira, Santa Catarina. Both experiments were conducted in experimental vineyards located in the Agricultural Experimental Area of the Federal University of Santa Catarina, Campus of Curitiba, Curitiba, SC, and at Epagri Experimental Station, Videira, SC, in the 2018/2019 and 2019/2020 growing seasons. In the experiment 1 it was evaluated the temporal dynamics of grape downy mildew in PIWI varieties and selections under edaphoclimatic conditions of each location. The severity was determined using two scales, the OIV-452 scale and the diagrammatic scale of the vine proposed by Buffara. The area under the disease progress curve (AACPD) of each variety and selection was evaluated by comparing the susceptible genotype in relation to the onset of symptoms (IAS), maximum (Sm_{max}) and minimum (S_{min}) severity, and time to reach maximum disease severity (TAMSD). In experiment 2, it was evaluated the influence of the genotype versus environment interaction on anthracnose of the grapevine. Thus, 20 genotypes with resistance genes for mildew and powdery mildew were used, grown in two locations and years. The PIWI Souvignier Gris variety showed the highest level of resistance to grape downy mildew and the Cabernet Cortis variety, which presents the source of resistance from the locus Rpv10, did not show resistance to downy mildew in the edaphoclimatic conditions of southern Brazil. There were significant differences in the incidence and severity of anthracnose between the evaluated genotypes, proving susceptible to anthracnose in both growing seasons evaluated, with climatic conditions conducive to the development of the pathogen. The genotype x environment interaction was statistically significant, indicating that different genetic backgrounds behave in a different way in different environments. In this way, the present work provides the characterization and data for the selection of varieties more resistant to diseases that already have viticultural potential and that are adapted to the edaphoclimatic conditions of each tested region, an important factor for the sustainability and expansion of the vineyards.

Keywords: *Plasmopara viticola*, *Elsinoë ampelina*, downy mildew, anthracnose, disease resistance, grapevine, adaptation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição das espécies do gênero <i>Vitis</i> no mundo.....	21
Figura 2 - Representação das interações genótipo x ambiente em dois ambientes distintos: Exemplo 1- cultivares com interação nula, com efeito de ambiente; Exemplo 2- cultivares com interação simples; Exemplo 3- cultivares com interação complexa.....	32
Figura 3 - Ciclo do míldio da videira.	35
Figura 4 - Ciclo de vida da antracnose da videira.	40
Figura 5 - Genealogia da variedade Aromera.....	56
Figura 6 - Aspecto da planta e do cacho, da variedade Aromera.	57
Figura 7 - Genealogia da variedade Calardis Blanc.	57
Figura 8 - Aspecto da planta e do cacho, da variedade Calardis Blanc.....	58
Figura 9 - Genealogia da variedade Felicia.	59
Figura 10 - Aspecto da planta e do cacho, da variedade Felicia.	59
Figura 11 Genealogia da variedade Bronner.	60
Figura 12 - Aspecto do cacho, da variedade Bronner.....	60
Figura 13 - Genealogia da variedade Helios.	61
Figura 14 - Genealogia da variedade Johanniter.	61
Figura 15 - Aspecto da variedade e cacho.....	61
Figura 16 - Genealogia da variedade Prior.....	62
Figura 17 - Aspecto da planta e do cacho, da variedade Prior.	62
Figura 18 - Genealogia da variedade Regent.....	64
Figura 19 - Aspecto da planta e do cacho da variedade Regent.	64
Figura 20 - Genealogia da variedade Baron.	65
Figura 21 - Aspecto do cacho da variedade Baron.	65
Figura 22 - Genealogia da variedade Calandro.	66
Figura 23 - Aspecto do cacho da variedade Calandro.	66
Figura 24 - Aspecto do cacho da seleção Gf.2004-043-0024.....	70
Figura 25 - Aspecto da planta e do cacho da seleção Gf.2004-043-0013.	71
Figura 26 - Aspecto da planta e do cacho da seleção Gf.2004-043-0021.	71
Figura 27 - Escala diagramática da videira com sete níveis de severidade do míldio da videira proposta por Buffara.....	82

- Figura 28 - Precipitação acumulada (barras pretas, em mm), temperaturas médias (mínima, média e máxima; linhas verde, azul e vermelha, respectivamente, em $^{\circ}\text{C}$), umidade relativa (%) (linha preta), do início ao final no ciclo produtivo de 2018/2019, em Curitiba... 84
- Figura 29 - Precipitação acumulada (barras pretas, em mm), temperaturas (mínima, média e máxima; linhas verde, azul e vermelha, respectivamente, em $^{\circ}\text{C}$), do início ao final no ciclo de 2018/2019, em Videira. 85
- Figura 30 - Curvas de progresso da severidade do míldio da videira em cinco variedades e seis seleções PIWI e da testemunha suscetível, obtidas no uso da escala OIV-452, no ciclo 2018/2019, em Videira, SC. 86
- Figura 31 - Curvas de progresso da severidade do míldio da videira em cinco variedades e seis seleções PIWI e da testemunha suscetível, obtidas no uso da escala OIV-452, no ciclo 2018/2019 no ciclo 208/2019 em Curitiba, SC. 86
- Figura 32 - Curvas de progresso da severidade do míldio da videira em cinco variedades e seis seleções PIWI e da testemunha suscetível, obtidas no uso da Escala diagramática Buffara, no ciclo 2018/2019 em Videira, SC. Fonte: Epagri/Ciram..... 87
- Figura 33 - Curvas de progresso da severidade do míldio da videira em cinco variedades e seis seleções PIWI e da testemunha suscetível, obtidas no uso da Escala diagramática Buffara, no ciclo 2018/2019 em Curitiba, SC. 87
- Figura 34 - Precipitação (mm) diária do início da safra até a avaliação da antracnose de precipitação (mm), barras pretas, temperatura (mínima, média e máxima, em $^{\circ}\text{C}$), linhas verde, azul e vermelha, respectivamente, e umidade relativa (%), linha preta, no ciclo de 2018/2019, Curitiba, SC..... 101
- Figura 35 - Precipitação (mm) diária do início da safra até a avaliação da antracnose de precipitação (mm), barras pretas, temperatura (mínima, média e máxima, em $^{\circ}\text{C}$), linhas verde, azul e vermelha, respectivamente, e umidade relativa (%), linha preta, no ciclo de 2019/2020, Curitiba, SC..... 101
- Figura 36 - Precipitação (mm) diária do início da safra até a avaliação da antracnose de precipitação (mm), barras pretas, temperatura (mínima, média e máxima, em $^{\circ}\text{C}$), linhas verde, azul e vermelha, respectivamente, e umidade relativa (%), linha preta, no ciclo de 2018/2019, Videira, SC. 103
- Figura 37 - Precipitação (mm) diária do início da safra até a avaliação da antracnose de precipitação (mm), barras pretas, temperatura (mínima, média e máxima, em $^{\circ}\text{C}$), linhas verde, azul e vermelha, respectivamente, e umidade relativa (%), linha preta, no ciclo de 2019/2020, Videira, SC. 103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Genes de resistência de míldio e oídio, cruzamento, cor da baga e origem das variedades utilizadas no presente estudo.	71
Tabela 2 - Principais características das variedades utilizadas no presente estudo.	80
Tabela 3 - Datas da colheita das variedades e seleções em ambas as estações do ciclo 2018/2019.	88
Tabela 4 - Aplicações de formulações comerciais de fungicidas, por ingrediente ativo, nos vinhedos de Curitiba e Videiras, nas safras 2018/2019 e 2019/2020.	99
Tabela 5 - Notas de sintomas de antracnose (<i>Elsinoë ampelina</i>) de acordo com a Escala diagramática OIV.	100
Tabela 6 - Severidade mínima (Smin), Severidade máxima (Smáx), Incidência mínima (Imin) e Incidência máxima (Imax) da antracnose em variedades e seleções PIWI, testadas nas safras (2018/2019 e 2019/2020) e em dois locais (Curitiba e Videira).	104

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

% - Por Cento

⁰C – graus celsius

ACPID – Área Abaixo da Curva do Progresso da Incidência da Doença AACPSD – Área Abaixo da Curva do Progresso da Severidade da Doença

ANOVA – Análise de Variância

CIRAM – Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina

EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

G x A – genótipo x ambiente

IAS – Início do Aparecimento dos Sintomas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Imáx – Incidência Máxima

IBRAVIN – Instituto Brasileiro do Vinho

LSPA - Levantamento Sistemático da Produção Agrícola

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento

Máx. - Máxima

Méd. – Média

OIV – Organização Internacional da Vinha e do Vinho

PIWI – Resistência a Doenças Fúngicas

QTLs - Quantitative Trait Loci

Rpv - Resistance to *Plasmopara viticola*

S – Sul

SC – Santa Catarina

Smax – Severidade Máxima

T – Temperatura

TAMID – Tempo médio para atingir a máxima incidência da doença

TAMSD – Tempo médio para atingir a máxima severidade da doença

T_{max} – Temperatura Máxima

T_{med} – Temperatura Média

T_{min} – Temperatura Mínima

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

UR – Umidade Relativa

UV – Ultravioleta

W – Oeste

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	16
1.2. OBJETIVOS	19
1.2.1 OBJETIVO GERAL	19
1.2.2 Objetivos específicos	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.1 A Videira	20
2.2 Histórico da Vitivinicultura no Brasil	22
2.3 Efeitos climáticos na Viticultura e a interação com doenças	24
2.3.1 Temperatura	25
2.3.2 Radiação Solar	26
2.3.3 Precipitação pluviométrica	26
2.3.4 Umidade relativa do ar	27
2.3.5 Vento	27
2.4 Características do clima na região	27
2.5 Melhoramento genético da videira	28
2.6 Interação genótipo x ambiente	32
2.7 Míldio da videira (<i>Plasmopara viticola</i>)	33
2.7.1 Biologia do patógeno.....	34
2.7.2 Sintomatologia da doença.....	35
2.7.3 Relação patógeno x hospedeiro	36
2.7.4 Manejo da doença.....	38
2.7.5 Incidência e severidade de doenças	38
2.8 Antracnose (<i>Elsinoë ampelina</i>)	39
2.8.1 Biologia do patógeno.....	40
2.8.2 Sintomas da doença	40
2.8.3 Manejo da doença.....	41
REFERÊNCIAS	43
3 CAPITULO 1 - DESCRIÇÃO DAS VARIEDADES E SELEÇÕES PIWI EMPREGADAS NO ESTUDO	56
3.1 INTRODUÇÃO	56
3.2 Descrição das variedades Brancas	56
3.2.1 Aromera.....	56
3.2.2 Calardis Blanc	57

3.2.3 Felicia	58
3.2.4 Bronner	59
3.2.5 Helios	60
3.2.6 Johanniter	61
3.3 Descrição das variedades Tintas	62
3.3.1 Prior	62
3.3.2 Regent	63
3.3.3 Baron	64
3.3.4 Calandro	65
3.3.5 Cabernet Carbon	66
3.3.6 Cabernet Cortis	67
3.4 Descrição da variedade Rosada	68
3.4.1 Sauvignier Gris	68
3.4.2 Cabernet Cantor	69
3.5 Descrição das seleções	70
3.6 Genes de resistência e origem das variedades e seleções	71
3.7 Descrição da variedade testemunha	72
3.7.1 Sauvignon Blanc	72
REFERÊNCIAS	73
4 CAPÍTULO 2- AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE VARIEDADES E SELEÇÕES PIWI AO MÍLDIO DA Videira E A INTERAÇÃO GENÓTIPO <i>versus</i> AMBIENTE	75
4.1 INTRODUÇÃO.....	78
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	79
4.2.1 Localização e delineamento experimental	79
4.2.3 Avaliações a campo da severidade e progresso da doença.....	80
4.2.4 Tratamentos fitossanitários nos vinhedos durante o período de estudo	82
4.2.4 Análise estatística.....	83
4.3 RESULTADOS.....	83
4.4 DISCUSSÃO	85
4.5 CONCLUSÃO.....	89
REFERÊNCIAS	90
5 CAPÍTULO 3 – DIFERENTES RESPOSTAS DE VARIEDADES E SELEÇÕES PIWI DE Videira À INFECÇÃO NATURAL POR ANTRACNOSE EM DUAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS NO SUL DO BRASIL	94

5.1 INTRODUÇÃO.....	96
5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	97
5.2.1 Localização dos experimentos e delineamento experimental.....	97
5.2.2 Monitoramento climático.....	98
5.2.3 Manejo do vinhedo	98
5.2.4 Adubação.....	98
5.2.5 Tratamentos fitossanitários	99
5.3 Avaliações a Campo da incidência e severidade da doença	100
5.4 Análise Estatística	101
5.5 RESULTADOS	101
5.5 DISCUSSÃO	108
5.6 CONCLUSÃO.....	115
REFERÊNCIAS	116

1 INTRODUÇÃO GERAL

A vitivinicultura Brasileira representa uma atividade econômica e cultural muito importante, e é considerada desde o século XX uma *commodity* importante em diversas partes do mundo (BLACK; ULIN, 2013). Nos últimos anos destaca-se, principalmente pela expansão na área cultivada e também pelas tecnologias empregadas na produção de uva e na elaboração de vinhos finos (ANJOS, 2013). Nas últimas décadas, o vinho aparece associado à questão de saúde e longevidade (GIULFORD; PEZZUTO, 2011).

A área de produção vitícola brasileira atualmente é de aproximadamente 84 mil hectares, o que equivale a 1% da área cultivada no país e 1,8% da produção mundial de uvas (IBRAVIN, 2017). Segundo esta mesma fonte, existem 1,1 mil vinícolas espalhadas no país, sendo o Rio Grande do Sul o estado com maior área e produção (IBGE, 2018).

Desde a introdução das primeiras variedades Europeias em 1532, a produção de uvas viníferas vem sendo realizada com muitas dificuldades, em razão da alta umidade e temperatura nas regiões de maior produção de uvas do país. No entanto, a partir dos anos 2000, novas regiões entre 900 e 1.400 m de altitude, no Estado de Santa Catarina e Rio grande do Sul, começaram a se destacar na produção de uvas e vinhos finos (PROTAS; CAMARGO, 2011; BRIGHENTI *et al.*, 2013), devido a características próprias e distintas das demais regiões do Brasil; como a altitude, amplitude térmica, sendo assim as bebidas contam com níveis mais elevados de antocianos e taninos (FALCÃO, 2007; GRIS *et al.*, 2010).

Os principais polos vitivinícolas do estado de Santa Catarina são as regiões do Litoral Sul Catarinense, Planalto Catarinense, Vale do Rio do Peixe e Vale do Rio Tijucas (DUARTE, 2013). Em 2015, segundo dados da Embrapa, foram cultivados cerca de 4.940 hectares de videira no estado, resultando em uma produção de 69.189 toneladas de uva (MELLO, 2016). O Estado de Santa Catarina se destacou como o quarto maior produtor de uvas e o quinto maior em área plantada (IBGE, 2018).

A produção de vinhos finos, nas principais regiões vitícolas do mundo, provém de variedades tradicionais europeias (*Vitis vinifera* L.), tais como Merlot, Cabernet Sauvignon e Chardonnay. Estas são cultivadas devido ao seu alto potencial enológico (MUNIZ, 2017). No entanto, quando cultivadas em condições de temperaturas amenas e umidade relativa do ar elevada, são extremamente suscetíveis ao desenvolvimento de doenças, destacando-se na região sul do Brasil, o míldio (*Plasmopara viticola*) da videira e a antracnose (*Elsinoë ampelina*) (TAVARES; CRUZ, 2002; NETO, 2008).

Estes patógenos podem infectar todos os órgãos vegetativos e reprodutivos da videira, causando sérios prejuízos quando não são tomadas medidas eficientes de manejo das doenças.

Atualmente, o método mais utilizado no manejo destas doenças é o uso de fungicidas que são aplicados profilaticamente, incrementando em até 30% os custos de produção (ROUSSEAU *et al.*, 2013). Além disso, o uso de agrotóxicos na produção de alimentos ou bebidas causa efeitos adversos tanto ao meio ambiente como à saúde humana. Além disso, a detecção de resíduos de agrotóxicos nos vinhos pode causar a depreciação do produto final pelo consumidor, que cada vez mais tem se preocupado com os sistemas de cultivo dos produtos agrícolas e o impacto das contaminações de resíduos de agrotóxicos nos alimentos e seus subprodutos sobre a saúde. Em resposta a esta percepção da sociedade, a União Europeia estabeleceu recentemente metas para reduzir o uso de agrotóxico em especial o cobre, na viticultura (ROUSSEAU *et al.*, 2013). Além disso, o consumo de vinhos orgânicos vem crescendo constantemente nesses países.

Deste modo, o desenvolvimento e cultivo de variedades resistentes a doenças é a alternativa mais sustentável, tanto do ponto de vista social, ambiental e econômico (ROUSSEAU *et al.*, 2013).

O plantio de videiras em regiões com altitude entre 900 e 1.400 metros para a produção de uvas para elaboração de vinhos finos de qualidade e os avanços significativos que ocorreram no desenvolvimento de variedades que apresentam graus variados de resistência a doenças fúngicas; estes dois fatores em conjunto se constituem em oportunidades para avanços no conhecimento que possam repercutir em práticas de manejo menos agressivas ao meio ambiente e mais adequadas às demandas dos consumidores, tanto em termos de alta qualidade, quanto em termos de menor quantidade possível de resíduos químicos presentes nos vinho.

As variedades PIWI apresentam resistência ao míldio e ao oídio, bem elevado potencial enológico, validados na Europa, tendo como principal vantagem a redução do uso de fungicidas no manejo de doenças (PTGEAN, 2016). Estas variedades são excelentes alternativas também para a vitivinicultura brasileira, em especial no Sul do Brasil. No entanto o potencial real destas variedades precisa ser validado *in loco* através de pesquisas científicas

Desta forma surgiu o projeto “Avaliação vitivinícola de genótipos de videira nas condições edafoclimáticas de Santa Catarina”, executado em conjunto entre Universidade Federal de Santa Catarina (Campus de Curitibanos e Centro de Ciência Agrárias, Florianópolis), a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI (Estações Experimentais de Videira, Urussanga e São Joaquim), o Instituto Julius Kühn (Alemanha) e a Fundação Edmund Mach (Itália). Neste projeto, foram implantados 20 genótipos PIWI de videira nos municípios de Água Doce, Videira, Curitibanos, São Joaquim e Urussanga.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi caracterizar a incidência e severidade das variedades e seleções resistentes ao míldio e antracnose da videira, nos municípios de Curitiba e Videira – SC.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a incidência e a severidade de variedades e seleções PIWI quanto a resistência ao míldio e a antracnose da videira, nos municípios de Curitiba e Videira, Santa Catarina.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Avaliar o progresso da incidência e severidade do míldio da videira a campo, sob condições naturais de infecção;
- b) Definir qual a melhor escala para avaliação do míldio;
- c) Avaliar a incidência e a severidade da antracnose a campo, sob condições naturais de infecção, em dois ambientes distintos;
- d) Estimar a interação genótipo x ambiente para as variáveis analisadas;
- e) Indicar variedades e/ou seleções que apresentem a melhor relação de resistência às doenças avaliadas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A Videira

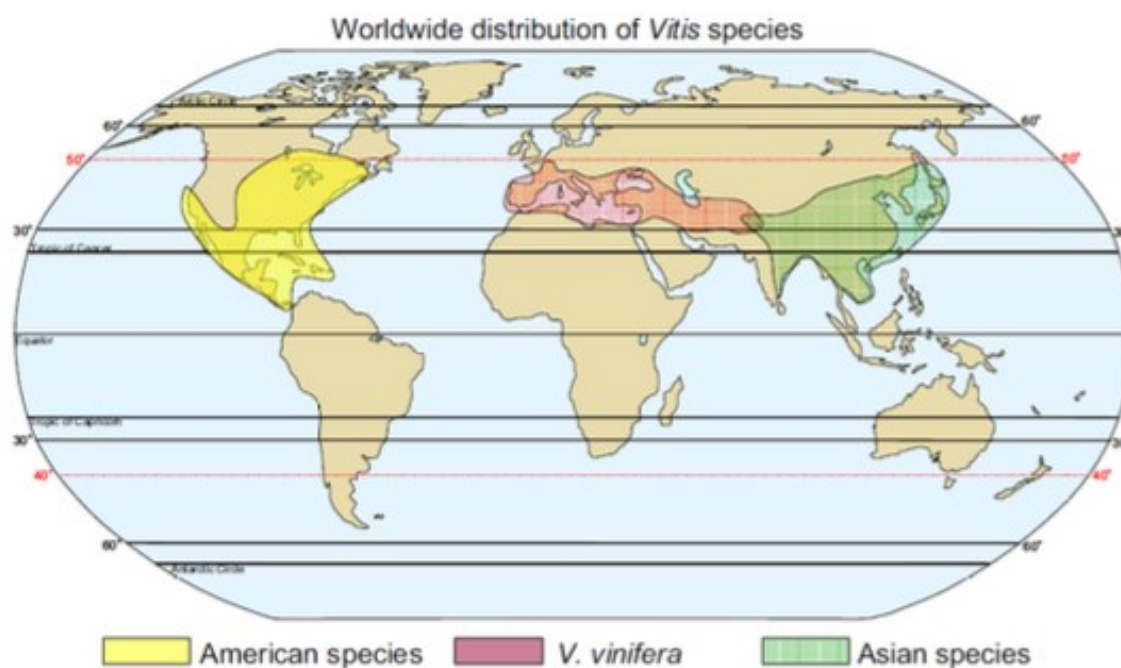
A videira pertence ao grupo das Cormófitas, divisão *Spermatophyta*, subdivisão Angiosperma, classe *Dicotyledoneae*, ordem *Rhamnales*, família *Vitaceae*, cujas principais variedades comerciais pertencem ao gênero *Vitis* (GIOVANNINI, 2014), sendo considerada a mais antiga fruta de domesticação que se tem conhecimento ao longo da história (SOUSA, 1996). O gênero *Vitis* consiste de aproximadamente 70 espécies, o de maior importância socioeconômica (30 americanas; 40 da Ásia e uma na Ásia menor), inclui dois subgêneros: *Euvtis*, composto por mais de 50 espécies, distribuídas na América do norte, onde 20 possuem atributos viníferos (Ex. *Vitis labrusca*), e *Muscadinia* que compreendem três espécies (*M. munsoniana*, *M. rotundifolia* e *M. popenoeii*), originadas do sudeste dos EUA e México, sendo que unicamente a *M. rotundifolia* cultiva-se para vinho e consumo *in natura*, mas que possui resistência à doenças e à filoxera, portanto, de interesse para o melhoramento genético (THIS *et al.*, 2006; WINKLER, 1980; REYNIER, 1995). Estima-se que existam de 8.000 a 12.000 cultivares de videira em todo o mundo (TOPFER *et al.*, 2011). Na Europa ocidental, há apenas uma espécie, *V. vinifera*, que apresenta grande qualidade para a produção de vinho, espumantes, uvas finas de mesa e uvas passas (WINKLER, 1980).

O provável centro de origem paleontológico da videira é a atual Groelândia, local onde foram encontrados os mais antigos fósseis de seus ancestrais e, devido a glaciação, extinguiu-se do local (BUSIN, 2002). A videira (*V. vinifera* L.) é uma das espécies mais antigas cultivada pelo homem, oriunda das regiões do mar Cáspio e das encostas do Cáucaso, cuja domesticação e cultura vêm das mais remotas eras da existência da espécie humana (SOUZA, 1996). De acordo com Topfer *et al.* (2011), a difusão das espécies de *Vitis* ocorreu em duas principais direções (Figura 1), uma américo-asiática dando origem as videiras americanas resistentes a doenças, a exemplo de *V. labrusca* L., e outra euroasiática originando as europeias mais sensíveis à doenças fúngicas e responsável por 90% dos vinhos fabricados no mundo, chamadas *V. vinifera* L. (GIOVANNINI, 2014). Esta espécie, é cultivada em todas as regiões temperadas e tropicais do mundo, sendo amplamente utilizada na indústria de vinhos finos, frutas secas, frutas frescas e suco (RIAZ *et al.*, 2004; THIS *et al.*, 2006).

Atualmente o gênero *Vitis* é o de maior importância socioeconômica apresentando 108 espécies e estima-se que possuam aproximadamente 17 mil variedades (SOUZA; MARTINS, 2002). Esse interesse econômico com as variedades europeias vem sendo demonstrado ao longo

dos tempos, enquanto as outras espécies americanas (Ex. *V. rupestris* e *V. riparia*) adquiriram importância para o melhoramento devido a resistência a patógenos, como oídio e o míldio (TERRAL *et al.*, 2010). Atualmente existem mais variedades de videira de importância econômica provenientes de híbridos de qualidade entre variedades europeias e as americanas (ALLEWELDT e POSSINGHAM, 1988).

Figura 1 - Distribuição das espécies do gênero *Vitis* no mundo.



Fonte: TOPFER *et al.*, (2011)

V. vinifera é uma planta hibernar que frutifica em ramos de um ano e os cachos e as bagas têm formas e dimensões diferenciadas. As variedades apresentam variação na coloração da casca, consistência, sabor e aroma. É uma planta trepadeira, lenhosa e de porte arbustivo, com folhas alternadas, pecioladas, cordiformes, com cinco lóbulos sinuados dentados, glabras na parte superior e tomentosas na parte inferior. As flores são pequenas e de cor branco-esverdeada dispostas em ráculos (SOUZA, 1996).

Devido as suas características vegetativas, com melhor adaptação às condições ambientais e resistência à doenças, as variedades americanas prosperam no Brasil, desde há muito tempo (SANTOS-NETO, 1955), mais especificamente, desde que chegaram ao país. É importante salientar que o termo variedades americanas usado neste trabalho pode significar variedades de espécies americanas ou híbridos entre *V. labrusca* e *V. vinifera* (ex: Isabel, Niágara e Goethe). Segundo Alleweldt e Possingham (1988), nos primórdios, variedades europeias foram introduzidas em regiões fora do seu habitat natural e, muitas vezes,

hibridizaram com outras espécies, resultando em híbridos mais adaptados a ambientes locais, o que permitiu o avanço da viticultura, em áreas onde espécies viníferas não poderiam sobreviver devido a suscetibilidade às doenças fúngicas e geadas.

2.2 Histórico da Vitivinicultura no Brasil

A viticultura Brasileira, iniciou-se a partir da chegada dos colonizadores portugueses, sendo que Brás Cubas iniciou o cultivo das videiras em 1532 (INGLES DE SOUZA, 1996). No entanto, a viticultura tornou-se uma atividade comercial somente no início do século XX, pelos imigrantes italianos que se instalaram no Sul do Brasil em 1875 (CAMARGO; TONIETTO; HOFFMANN, 2011).

O processo evolutivo da vitivinicultura brasileira deu-se principalmente com a chegada dos imigrantes italianos no estado do Rio Grande do Sul (FALCADE, 2011). Os períodos importantes nesse processo foram: a) os anos de 1870 a 1920, o período de implantação da vitivinicultura no país, com destaque para a produção de vinhos de uvas americanas; b) os anos de 1930 a 1960, em que houve a diversificação de produtos com a introdução de variedades híbridas e viníferas; c) os anos de 1970 a 1990, onde ocorreu o incremento da qualidade e a oferta de vinhos varietais; e d) a partir dos anos 2000, quando se constata a identidade do vinho brasileiro e a produção de vinhos de qualidade produzidos em algumas regiões do país (FALCADE, 2011).

Nos últimos anos, a vitivinicultura brasileira vem se destacando, principalmente em razão da expansão da área cultivada e das tecnologias empregadas na produção de uva e na elaboração de vinhos (IBRAVIN, 2017). A vitivinicultura brasileira é encontrada em dez estados do país: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Bahia e Pernambuco, tendo cada estado suas particularidades e formações distintas (PROTAS; CAMARGO, 2011).

A produção de vinhos finos no Brasil está concentrada nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, que correspondem por mais de 90% da produção nacional. A região do Planalto Sul Catarinense vem se destacando nas últimas duas décadas pela produção de vinhos finos de qualidade. Devido a condições particulares da região, como elevada altitude (acima de 900 metros do nível do mar) e o que proporciona um clima mais ameno e promove um ciclo vegetativo mais longo das videiras, há o alcance de índices elevados de maturação, fornecendo matéria prima para a elaboração de vinhos diferenciados por sua intensa coloração, definição aromática e equilíbrio gustativo (ROSIER, 2003; BORGHEZAN *et al.*, 2014).

A produção de uvas no Brasil representa apenas 1,8% da produção mundial sendo apenas 1% da área cultivada, destacando-se o estado do Rio Grande do Sul como maior produtor nacional (LOPES; JÚNIOR; TAVARES, 2010).

De acordo com o Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) para os principais cultivos do Brasil, na safra 2018, a área plantada com videiras no país foi de 74.440 ha. Deste total, a área colhida foi de 73.195 ha, com uma produção de 1.386.579 toneladas de uvas, sendo o rendimento médio de 18.944 kg/ha. O Estado gaúcho foi responsável por 60,5% da produção, seguido pelo Estado de Pernambuco com 17%, São Paulo 9,2%, Santa Catarina 4,4%, Paraná 3,8%, Bahia 3,3%, Minas Gerais 0,9%, Espírito Santo 0,2%, Paraíba 0,2%, Goiás 0,1%, Distrito Federal 0,1%, Mato Grosso 0,1%, Ceará 0,05%, Piauí 0,02%, Rio de Janeiro 0,01% e Mato Grosso do Sul 0,01% (IBGE, 2018). Os demais Estados brasileiros não apresentaram registros de produção (IBGE, 2018).

A diversidade geográfica e climática do Estado de Santa Catarina, aliada a sua diversidade cultural, tem contribuído para um cenário de oportunidades na cultura da videira, principalmente à elaboração de vinhos e demais derivados da uva (SANTA CATARINA, 2005). O estado possui uma área plantada com videira de aproximadamente 4.940 hectares, onde foram colhidos em torno de 69.189 toneladas de uva (MELLO, 2016). Nesse Estado, novas regiões produtoras de uva estão sendo formadas, principalmente em zonas de altitude acima de 900 metros (BRIGHENTI *et al.*, 2013), tornando o estado destaque na produção de uvas viníferas para a elaboração de vinhos finos, pois essas regiões possuem características próprias e distintas das tradicionais, devido as suas condições edafoclimáticas, especialmente associadas com temperaturas mais amenas, favorecendo o seu cultivo (GAVIOLI, 2011).

A produção de uva em Santa Catarina, está dividida em regiões, sendo a tradicional (Vale do Rio do Peixe: Videira, Tangará, Pinheiro preto, Iomerê, Rio das Antas, Fraiburgo, Salto Veloso e Caçador) com maior percentual de produção do estado e Carbonífera (Urussanga, Pedras Grandes, Braço do Norte, nova Veneza e Morro da Fumaça) com produção de vinhos coloniais, Nova (Rodeio, Nova Trento e municípios próximos a Chapeco) produz vinhos coloniais e pequena quantidade de vinhos finos e a Super Nova (municípios localizados no Planalto Serrano, Água Doce e São Joaquim), que apresentam condições climáticas favoráveis para a produção de vinhos finos de altitude (DUARTE, 2013; LOSSO'PEREIRA, 2014). Os municípios de São Joaquim, Urubici, Urupema, Bom Retiro, Água Doce, Campos Novos, Campo Belo do Sul e alguns municípios do Vale do Rio do Peixe, com altitude entre 900 e 1.400 m acima do nível do mar, destacam-se na produção de vinhos finos de altitude (DUARTE, 2013).

Diferentemente dos demais Estados produtores de uvas do Brasil, em que a produção vitícola é destinada principalmente ao consumo *in natura*, Santa Catarina destina a maior parte de suas produção ao processamento industrial, especialmente à vinificação, seguida, em uma proporção bem menor pela fabricação de sucos e demais derivados, restando um pequeno percentual que é destinado à comercialização de uvas de mesa *in natura* (BORGHEZAN *et al.*, 2014).

Em 2018, o estado de Santa Catarina, possuía uma área plantada com videira de aproximadamente 4.700 hectares, colhendo em torno de 65,8 mil toneladas de uva, com uma produtividade média de 14,0 toneladas de uva/ha, destacando-se na produção (CALIARI, 2017; IBGE, 2018). O maior estado produtor é o Rio Grande do Sul com aproximadamente 909 mil toneladas. Na safra de 2017, a produção de vinhos em Santa Catarina foi de 15,1 milhões de litros, sendo que deste volume, 229 mil litros correspondem a vinhos finos como espumantes, brancos e tintos. O incremento na produção de vinhos finos nos últimos anos em Santa Catarina está relacionado principalmente às tendências de consumo de vinhos finos no Brasil e ao desenvolvimento da atividade nas regiões de altitude (CALIARI, 2017).

2.3 Efeitos climáticos na Viticultura e a interação com doenças

O clima é um fator que exerce muita influência sobre o desenvolvimento das videiras e maturação e qualidade das uvas produzidas. Como principais elementos desta interferência, destacam-se a temperatura, a radiação solar, a precipitação pluviométrica, a umidade relativa do ar e o vento. A produtividade final da cultura é o resultado da interação destes elementos e as técnicas de cultivo da videira (TONIETTO; MANDELLI, 2003; DELOIRE *et al.*, 2005).

A altitude deve ser considerada ao escolher uma área para implantação de vinhedos, sendo um fator que influencia diretamente nas características das uvas e vinhos (FALCÃO *et al.*, 2008). O efeito mais importante da altitude para a viticultura está relacionado com a amplitude térmica. Para cada 100 metros de elevação, tem-se a diminuição de aproximadamente 0,6°C na temperatura média do ar (TONIETTO; MANDELLI, 2003). O clima também interfere na relação açúcar/ácido, acidez total e conteúdo de compostos fenólicos das uvas (RIZZON; MIELE, 2003).

As principais regiões produtoras de uva no mundo apresentam invernos rigorosos, dias ensolarados em grande maioria e baixas precipitações durante o ciclo vegetativo e reprodutivo (BORGHEZAN *et al.*, 2011). Algumas regiões de Santa Catarina, apresentam microclimas potenciais para o desenvolvimento da vitivinicultura, é o caso das regiões de altitude acima de 900 m, encontradas por exemplo nos municípios de São Joaquim, Água Doce e Campos Novos

(BACK; DELLA BRUNA; FELIPETTO, 2014). Entretanto, a produção de uvas finas nessas regiões de altitudes mais elevadas ainda é recente (FALCÃO *et al.*, 2008; BORGHEZAN *et al.*, 2011).

O clima possui forte influência, a interação destes elementos com o ambiente, solo, variedade, técnicas de manejo e doenças (patógenos) da videira faz-se responsável pela potencialidade de cada região bem como pela produtividade da cultura (DELOIRE *et al.*, 2005).

As condições climáticas predisponentes ao aparecimento de doenças como o míldio, são temperaturas amenas e alta úmida relativa do ar, acima de 70% (precipitação, nevoeiro e chuvisco), condições que, normalmente, ocorrem na região no período de desenvolvimento vegeto-produtivo da videira, o que leva a possibilidade de ocorrência das doenças (DE BEM, *et al.*, 2015).

2.3.1 Temperatura

Há uma diversidade de estudos que afirmam que a faixa ideal de cultivo da videira varia entre 25°C e 32°C ao longo do seu cultivo (JACKSON, 2001). Quando cultivadas abaixo desta faixa ideal, observa-se que há interferência no crescimento vegetativo, bem como, quando em temperaturas superiores à da faixa ideal, reduzem a taxa fotossintética, devido ao aumento da respiração. Em regiões de clima quente, a taxa fotossintética ótima ocorre aos 28°C e para regiões de clima ameno aos 24°C (GLADSTONE, 1992).

A partir do momento em que ocorrem temperaturas situadas entre 7 a 11°C, inicia a brotação e o desenvolvimento da videira (JACKSON; SPURLING, 1988; FITZHARRIS; ENDLICHER, 1996). Esse limite de temperatura pode ser influenciado pela altitude, cultivar e ano safra (GALET, 2000). Excedendo o limite, o crescimento aumenta até atingir a taxa de crescimento ótima (JACKSON, 2001).

A temperatura pode limitar o desenvolvimento da videira; baixas temperaturas podem causar danos, lesões e morte nas plantas. A tolerância ao frio é dependente do estágio fenológico e da cultivar; quando as plantas estão em dormência, suportam até -20°C, enquanto que durante o ciclo vegetativo e reprodutivo, a videira resiste de -1 a 1°C na abertura de gemas, até -0,5°C na plena floração, e até -0,5°C quando o fruto é jovem. As altas temperaturas também limitam o cultivo. Temperaturas superiores, oscilando entre 39 a 45°C, observa-se uma redução progressiva nas atividades vitais da planta, e acima destas, as atividades cessam, tornando-se letais às plantas quando atinge 55°C (JACKSON, 2001; GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

Um fator extremamente importante a ser observado é a temperatura no período de maturação. Temperaturas diurnas amenas acarretam maturação mais lenta, favorecendo sua

qualidade. Do mesmo modo, noites frias favorecem o acúmulo de polifenóis, especialmente as antocianinas nas cultivares tintas e a intensidade dos aromas nas cultivares brancas (TONIETTO; MANDELLI, 2003).

2.3.2 Radiação Solar

A videira necessita de uma grande radiação solar, sendo que a intensidade e a duração desta influencia diretamente sobre a fenologia, fisiologia da planta e a qualidade da uva (GALET, 2000). Segundo Giovannini e Manfroi (2009), o número de horas de radiação solar é extremamente importante para que a fotossíntese da videira ocorra normalmente. Durante o período vegetativo as videiras necessitam de 1.200 a 1.400 h de radiação acumulada, o que é encontrado em todas as regiões do Brasil. Já na maturação, a alta luminosidade favorece a elevação do teor de açúcares e o baixo teor de ácidos, melhorando a qualidade da uva.

2.3.3 Precipitação pluviométrica

A precipitação pluviométrica exerce influência sobre a sanidade das plantas, acidez e teor de açúcares dos frutos. Quando em excesso, durante todo o ciclo da cultura, favorece a infecção de doenças fúngicas, contribuindo negativamente na produção e qualidade do vinho (BEVILAQUA, 1995). Durante a floração, pode ocorrer o abortamento das flores devido à baixa fecundação e, na maturação, pode causar rachaduras nas bagas tornando-as mais suscetíveis a doenças, provocando perdas na produção final (TEIXEIRA; MOURA; ANGELOTTI, 2010).

A demanda hídrica da planta, varia em função das diferentes fases do ciclo vegetativo, do tipo de solo e da cobertura vegetal presente (TONIETTO; MANDELLI, 2003). A videira apresenta melhor desenvolvimento em clima seco, com precipitações anuais entre 400 a 600 mm, desenvolvem-se com taxas de precipitação maiores. Para a sobrevivência e crescimento da videira é primordial 150 a 300 mm de precipitação no inverno e, 250 a 350 mm, durante os estádios de brotação a início da maturação, desde que, bem distribuídos durante este período (GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

Vinhos de qualidade são produzidos em regiões onde a precipitação anual varia entre 700 e 800 mm. No Sul do Brasil, todos os Estados apresentam chuvas superiores ao limite mínimo para o desenvolvimento, sendo que o fator limitante ao cultivo pode ser o excesso de precipitação pluviométrica, devido ao favorecimento a ocorrência de doenças fúngicas (GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

2.3.4 Umidade relativa do ar

Para a cultura da videira, a umidade relativa do ar considerada ideal está compreendida entre 62 e 68% (GIOVANNINI; MANFROI, 2009). Condições de alta umidade relativa do ar favorecem a incidência de doenças fúngicas (míldio, podridão-amarga, e outras doenças), condições estas são encontradas nas regiões vitícolas no Sul do Brasil (JACKSON, 2001; GIOVANNINI; MANFROI, 2009). A umidade relativa do ar está relacionada a diversas atividades metabólicas. Quando em baixa umidade, leva a planta a ter uma maior absorção de água, eleva a taxa de respiração e transpiração (GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

2.3.5 Vento

Os ventos fortes podem ser danosos ao cultivo da videira, resultando na quebra de ramos e podem aumentar a incidência da antracnose, por exemplo, no Sul do Brasil. Por outro lado, ventos secos são responsáveis por reduzir a umidade atmosférica, e diminuir a incidência de míldio e podridões (GIOVANNINI, 2014). Ao instalar um vinhedo, o produtor deve atentar-se pela escolha da área na propriedade, favorecendo o local com menor ocorrência de ventos frios, contínuos e intensos (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007).

O microclima do vinhedo pode ser alterado pelo vento, interferindo na taxa de crescimento da videira devido à perda de água (JACKSON, 2001). Plantas expostas a ventos fortes podem ter problemas de atraso na maturação, floração, frutificação e na mudança de cor das bagas. O comprimento de ramos e de cachos também pode ser afetado e a produtividade pode ser reduzida (SMART, 1985). Como forma de proteção, recomenda-se o uso de quebra ventos, podendo ser vegetal ou artificial, além de orientar as linhas de plantio de forma perpendicular à direção do vento predominante (BRIGHENTI, 2014).

2.4 Características do clima na região

Conforme dados do zoneamento agroclimático e socioeconômico de Santa Catarina, a região do Planalto Central Catarinense está inserida na Zona Agroecológica 3A, a qual se caracteriza por apresentar temperatura média anual que varia de 15,8 a 17,9°C, horas de frio \leq 7,2°C de 437 a 642 horas acumuladas por ano, precipitação pluviométrica anual, entre 1.460 a 1.820 mm e insolação total anual de 2.137 a 2.373 horas (THOMÉ *et al.*, 1999).

De acordo com a classificação de Köppen o clima da região do planalto é classificado como Cfb, denominado clima temperado úmido, sem estação seca e com verões amenos (ALVARES *et al.*, 2013). Estudos desenvolvidos em Curitiba, no Planalto Central Catarinense, indicam a potencialidade da região para a produção de uvas *V. vinifera* finas mesa

e para a produção de vinhos finos. Estudos adicionais permitirão identificar as variedades mais bem adaptadas às condições edafoclimáticas da região, assim como, aprimorar as práticas culturais de cada variedade (GRIS *et al.*, 2010; BORGHEZAN *et al.*, 2011; BRIGHENTI *et al.*, 2013), períodos de colheita e o planejamento das atividades agrícolas (NUNES *et al.*, 2016).

Em climas úmidos, como América e Europa, o controle é baseado na aplicação de fungicidas (CAFFI *et al.*, 2010). Cultivando variedades europeias, suscetíveis à doenças, o uso repetido de fungicidas durante o período vegetativo, tornou-se inevitável para reduzir os riscos de perdas graves por parte do produtor. No entanto, a realização de diversas aplicações de fungicidas provoca preocupações na segurança ambiental e promove o aparecimento de resistência a produtos (KORTEKAMP *et al.*, 2008).

Na região Sul do Brasil, as áreas produtoras de uva apresentam como principal método de controle a pulverização com fungicidas de contato e sistêmicos, os quais requerem várias aplicações causando impactos negativos ao meio ambiente e à saúde humana, além do favorecimento e surgimento de populações resistentes do patógeno (CZERMAINSKI; SÔNEGO, 2004). Segundo Shimano e Sentelhas (2013), as pulverizações empregadas pelo sistema do calendário são invariavelmente maiores do que o necessário para controle do míldio, antracnose e das manchas das folhas, demonstrando falta de racionalização do uso de agrotóxicos para controle de doenças fúngicas em variedades de *V. labrusca*.

2.5 Melhoramento genético da videira

Apesar da aplicação de pesticidas ser o método de manejo comum, o uso de variedades resistentes é a estratégia mais eficaz e ambientalmente correta para o manejo da doença (KHIAMI *et al.*, 2012)..

As doenças que mais causam problemas na videira em escala mundial são: míldio, oídio, antracnose e podridão negra (WINKLER, 1980). Na última metade do século XIX, quando os vinhedos europeus foram atacados por fungos (míldio e oídio, nos anos de 1845 e 1878, respectivamente), programas de melhoramento da videira iniciaram com a finalidade de desenvolver cultivares resistentes às doenças relatadas (ALLEWELDT; POSSINGHAM, 1988). Os patógenos da América do norte foram introduzidos junto com as variedades americanas (OLMO, 1986), causando uma redução na diversidade de uvas silvestres e também das que estavam sendo cultivadas na Europa (THIS *et al.*, 2006).

Em vários países ao redor do mundo os programas de melhoramento genético da videira visam o desenvolvimento de novas cultivares resistentes ao míldio e ao oídio; deste

modo, é fundamental que fontes de resistência sejam caracterizadas para o melhor uso no melhoramento (WELTER *et al.*, 2007).

Vários autores afirmam que espécies do gênero *Vitis* apresentam uma ampla variação de resistência ao míldio (BOUBALS, 1959; RIBEREAU-GAYÓN; PEINAUD 1971, GALET, 1995; STAUDT; KASSEMAYER, 1995). *V. candidans*, *V. cinerea*, *V. cordifolia*, *V. monticola*, *V. riparia*, *V. rotundifolia*, e *V. titania* são definidas como altamente resistentes, *V. lincecumii* e *V. vulpina* são parcialmente resistentes, *V. aestivalis*, *V. arizonica*, *V. berlandieri*, *V. doniana*, *V. palmate*, e *V. rupestris* são parcialmente suscetíveis, enquanto as cultivares Europeias de *V. vinifera* são definidas como altamente suscetíveis (BOUBALS, 1959; STAUDT; KASSEMAYER, 1995).

A resistência das espécies Americanas é desenvolvida após o haustório manter contato com a membrana das células do mesófilo foliar (DIEZ-NAVAJAS *et al.*, 2008). Reações de defesa ocorrem com velocidade e magnitude variadas durante o período de incubação, ou seja, o período seguido da colonização da folha, durante o qual ocorre o crescimento da hifa do lado interno da lâmina sem causar sinais visíveis da doença. O tempo e a intensidade da reação da planta estão altamente relacionados com características genotípicas. A maioria das classificações de resistência das diferentes variedades de videira se mantiveram as mesmas durante ensaios conduzidos sob diferentes condições experimentais. Porém, características fenotípicas podem ser influenciadas por efeitos ambientais, tais como concentração de inóculo, agressividade do isolado, umidade relativa e temperatura, e vários outros fatores que podem afetar o estado fisiológico das plantas em um experimento.

As primeiras videiras melhoradas foram desenvolvidas na América do Norte no início do século XIX, porém, foi na Europa que o melhoramento da videira foi intensificado, tendo como finalidade combinar resistência presente em espécies ou híbridos americanos com a qualidade das cultivares europeias (TOEPFER *et al.*, 2011).

Depois que as pragas e doenças foram introduzidas na Europa, destruindo vinhedos, espécies americanas foram utilizadas em hibridizações com cultivares viníferas, gerando novos cultivares híbridos, utilizados atualmente no mundo todo (WINKLER, 1980). As espécies americanas co-evoluíram e desenvolveram resistência a essas pragas (OLMO, 1986). A combinação da resistência de espécies americanas com a qualidade das variedades de *V. vinifera*, tornou-se uma importante estratégia para combater doenças fúngicas (FISHER *et al.*, 2004). Várias gerações de retrocruzamentos modificados são necessárias afim de recuperar os atributos de qualidade presentes em *V. vinifera*, que garantem resistência e alta qualidade de vinho (KORTEKAMP *et al.*, 2008).

A hibridação em videiras tem proporcionado a obtenção de cultivares que combinam várias características, como adaptação a ambientes específicos, produtividade, resistência a pragas e doenças e qualidade de fruto compatível com as diferentes exigências de mercado (CAMARGO; RITSCHER, 2008). Por meio de hibridizações é possível combinar em um mesmo indivíduo caracteres desejáveis que se encontram em indivíduos diferentes (FARIAS *et al.*, 2016).

Avanços na área da biologia molecular permitiram o desenvolvimento de marcadores moleculares, construção de mapas genéticos e o sequenciamento completo do genoma da videira. Esses mapas genéticos permitem a identificação e localização de regiões genômicas associadas com resistência a doenças e disponibilização de marcadores moleculares viáveis para a seleção assistida (WELTER *et al.*, 2007). Esses marcadores, tem sido amplamente utilizados no mapeamento genético da videira, contribuindo na identificação de várias regiões genômicas com efeitos importantes em relação a resistência genética de míldio e oídio da videira (BARKER *et al.*, 2005; WIEDEMANN-MERDINOGLU *et al.*, 2006; WELTER *et al.*, 2007; BELLIN *et al.*, 2009; SCHWANDER *et al.*, 2012; VENUTI *et al.*, 2013).

Três locos com os principais efeitos a resistência ao míldio foram identificados após o mapeamento genético comparativo e nomeados como "Resistance to *P. viticola*": *Rpv1*, *Rpv2*, e *Rpv3* (WELTER *et al.*, 2007). *Rpv1* e *Rpv2* estão localizados no cromossomo (chr) 12 e (chr) 18, respectivamente, e foram definidos como os responsáveis pela resistência derivada de *M. rotundifolia*. Um loco de uma característica quantitativa (QTL) na mesma região foi identificado em *V. riparia*, o que explica a redução de esporangióforos germinados por unidade de área foliar também nesta espécie (MARGUERIT *et al.*, 2009). Um outro loco, na parte distal do chr18, foi encontrado correspondendo ao pico de QTL de resistência ao míldio da variedade Bianca, foi descrito como responsável pela resposta de hipersensibilidade (HR) e nomeado de *Rpv3*. A durabilidade da resistência na variedade Bianca e o aparecimento de um novo isolado de *P. viticola* que superou a resistência monogênica desta cultivar, demonstra a importância da piramidação de diferentes genes de resistência dentro de uma mesma variedade (PERESSOTI *et al.*, 2010).

Estudos de mapeamento genético permitiram localizar até o momento 20 locos de resistência ao míldio (de *Rpv1* a *Rpv14*), todos eles conferindo algum grau de resistência ao míldio, entretanto os níveis são variáveis (WELTER, 2017). Os de maior efeito sobre a resistência podem ser facilmente utilizados em seleção assistida por marcadores moleculares (SAMM), enquanto que os de menor efeito possuem uma aplicação ainda bastante limitada nos programas de melhoramento genético da videira (WELTER, 2017). Segundo WELTER (2017),

os locos de resistência ao míldio de maior efeito detectado apresentam efeito aditivo e, quando piramidados (aqui usado como sinônimo de empilhados ou combinados), aumentam o nível de resistência à doença. Efeitos aditivos foram observados em combinações entre *Rpv1* e *Rpv3* (EIBACH *et al.*, 2007), *Rpv3.1* e *Rpv10* (SCHAWANDER *et al.*, 2012) e *Rpv3.1* e *Rpv12* (VENUTI *et al.*, 2013).

Além de aumentar o nível de resistência a doenças, a piramidação de genes, que consiste na combinação de dois ou mais genes de resistência para uma mesma doença, promove a sua durabilidade, diminuindo a probabilidade da quebra da resistência (REX, 2016).

Esforços para introduzir traços de resistência nos genótipos cultivados de *V. vinifera* utilizando técnicas convencionais de melhoramento genético, geraram alguns híbridos interespecíficos resistentes, porém mais trabalhos são necessários para unir uma forte característica de resistência com uma alta qualidade para produção de vinhos finos (BURGER *et al.*, 2009). A disponibilidade da informação do genoma da videira criou a oportunidade de novos esforços no campo do melhoramento genético. Regiões que carregam genes de resistência podem ser movidos em *clusters* entre genomas selvagens e cultivados, através do uso apropriado de marcadores moleculares. Entretanto, para estas descobertas terem algum impacto no melhoramento de genoma-assistido e nos sistemas de produção vitivinícolas, pesquisadores precisarão primeiramente identificar os genes ou as regiões genômicas responsáveis por características agrônômicas importantes (MARTINEZ-ZAPATER *et al.*, 2009). Isto permitirá que o melhoramento alcance novas variedades que apresentem composição da baga similar (ou melhor) do que aquelas já existentes, juntamente com uma ótima resistência a doenças para cada local com condições ambientais específicas no crescimento das videiras.

Para o míldio da videira estão sendo empregados para a piramidação especialmente os locos *Rpv1* (derivado de *M. rotundifolia*), *Rpv3* (com seus variados alelos ou haplótipos; derivados das espécies americanas *V. rupestris* ou *V. lincecumii* e *V. riparia* ou *V. labrusca*), *Rpv10* e *Rpv12* (derivados de *V. amurensis*). A piramidação permite o desenvolvimento de novos cultivares, com alta resistência ao míldio e, sobretudo adaptadas às condições climáticas brasileiras (SCHWANDER *et al.*, 2012).

Variedades resistentes a fungos, já são utilizadas na Europa, visando a redução do uso de agroquímicos, com denominação de variedades PIWI, são provenientes de programas de melhoramento, que envolvem o cruzamento de variedades de *V. vinifera* com variedades de espécies americanas ou asiáticas, as quais provem o(s) gene(s) de resistência. Devido aos inúmeros retrocruzamentos com espécies viníferas, elas apresentam mais de 90% do genoma

de *Vitis vinifera*, o que lhe permite produzir vinhos de alta qualidade, sendo aceitas nos catálogos Europeus como variedades para vinhos finos (SIVCEV *et al.*, 2010). As variedades com genes de resistência ao míldio e oídio (PIWI), são alternativas para se reduzir o número de aplicações de fungicidas convencionais e diminuir custos de produção para o plantio da videira no Brasil; contudo, poucos estudos foram realizados quanto ao comportamento destas cultivares à antracnose e podridão.

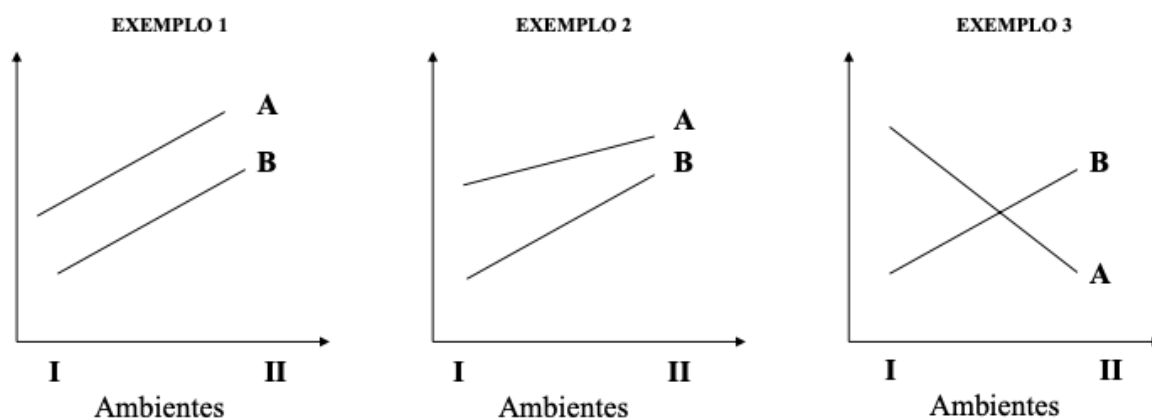
2.6 Interação genótipo x ambiente

O ambiente é constituído de todos os elementos que afetam o desenvolvimento da planta e não são de origem genética, ou seja, denominamos de ambiente, as condições de clima (temperatura, umidade relativa, luz e as condições de solo), associados as práticas culturais, a ocorrência de pragas, patógenos e outras variáveis que afetam o desenvolvimento das plantas (BORÉM; MIRANDA, 2013).

De acordo com Borém e Miranda (2013), a interação genótipos x ambientes (G x A) é a alteração no desempenho relativo de um genótipo em relação ao outro, em ambientes diferenciados. A interação de G x A pode ser definida como respostas diferenciais de genótipos quando submetidos à diferentes ambientes (ALLARD; BRADSHAW, 1964). Cultivares recomendados em ambientes distintos podem ter desempenhos relativos, isto é, um cultivar pode ser extremamente produtivo em um ambiente e pouco produtivo em outro, enquanto que um segundo cultivar, avaliado nas mesmas condições, se sobressai neste, porém, apresenta fraco desempenho no ambiente anterior, o que ocasiona desempenho relativo diferenciado de genótipos (RAMALHO *et al.*, 2008).

Quando cultivares respondem de forma semelhante em dois ambientes, não há interação dos cultivares com o ambiente citado (Figura 2, exemplo 1). Já quando ocorre o que se chama de interação simples (Figura 2, exemplo 2) e se têm dois cultivares, há aumento significativo de um determinado cultivar, em relação a outro cultivar (cv. A x cv. B). Na interação complexa, os cultivares mostram respostas totalmente diferentes (Figura 2, exemplo 3), sendo está a ultima considerada o caso mais importante no melhoramento de plantas, tendo em vista que o genótipo A apresenta menor valor de produção no ambiente II, em relação ao I, seguindo-se o mesmo desempenho para o genótipo II (FERREIRA *et al.*, 2006; BORÉM; MIRANDA, 2013).

Figura 2 - Representação das interações genótipo x ambiente em dois ambientes distintos: Exemplo 1- cultivares com interação nula, com efeito de ambiente; Exemplo 2- cultivares com interação simples; Exemplo 3- cultivares com interação complexa.



Fonte: Adaptado de NETO, 2009; BORÉM; MIRANDA, 2013

As respostas morfofisiológicas de cada genótipo às variações ambientais, geralmente é diferente e reduz a correlação entre fenótipo e genótipo, ou seja, será uma pequena interação G x A. Isto é, se obter um cultivar de amplo espectro de ambientes ou adaptadas a ambientes específicos, de grande interação G x A (BORÉM; MIRANDA, 2013).

As causas de interação são variadas e os fatores de influência deste, previsíveis ou não. Assim parte da interação G x A pode ser atribuída aos fatores ambientais previsíveis e, neste momento, que se tem a dimensão da complexidade para as respostas de determinado estudo de pesquisa (SQUILASSI, 2003; RAMALHO, 2008; NETO, 2009).

Os fatores previsíveis são fotoperíodo, tipo de solo, fertilidade do solo e práticas agrícolas e imprevisíveis são a distribuição pluviométrica, umidade relativa do ar, temperatura atmosférica e do solo, patógenos e insetos (ARAÚJO, 2000; BORÉM; MIRANDA, 2013).

2.7 Míldio da videira (*Plasmopara viticola*)

O míldio é considerado uma das principais doenças da videira no mundo (MOREIRA *et al.*, 2011; ROUXEL *et al.*, 2013). Esta doença também é a responsável pelos maiores danos à viticultura no sul do Brasil, devido a elevada precipitação pluviométrica (CZERMAINSKI; SÔNEGO, 2004; HAMADA *et al.*, 2008; PERUCH; BRUNA, 2008). Esta doença pode causar perdas parciais ou totais de safras e apresenta vários impactos ambientais secundários significativos, devido a repetidas aplicações de fungicidas requeridas para o seu controle (GRENVILLE- BRIGGS; WEST, 2005). As variedades de *V. vinifera*, empregadas mundialmente para a elaboração de vinhos finos, são altamente suscetíveis a *P. viticola*. Em anos de elevada precipitação durante o crescimento vegetativo da videira, pode-se atingir 100% de perdas na produção devido ao míldio (GARRIDO *et al.*, 2004). Segundo Chavarria e Santos

(2013), no cultivo convencional de uvas *V. vinifera* no Rio Grande do Sul são realizadas, em média, 30 pulverizações com fungicidas, sendo que destas, 8 a 10 são realizadas para o controle do míldio. Segundo os autores, em diversas regiões produtoras do Brasil, os viticultores utilizam aplicações semanais, na forma de calendário, a fim de garantir a produção, sendo que muitas vezes não há a real necessidade da aplicação de fungicidas. Isto causa o aumento dos custos de produção, além de prejudicar o meio ambiente, os trabalhadores rurais, os consumidores e o próprio processo de vinificação, quando as uvas são destinadas a este fim.

2.7.1 Biologia do patógeno

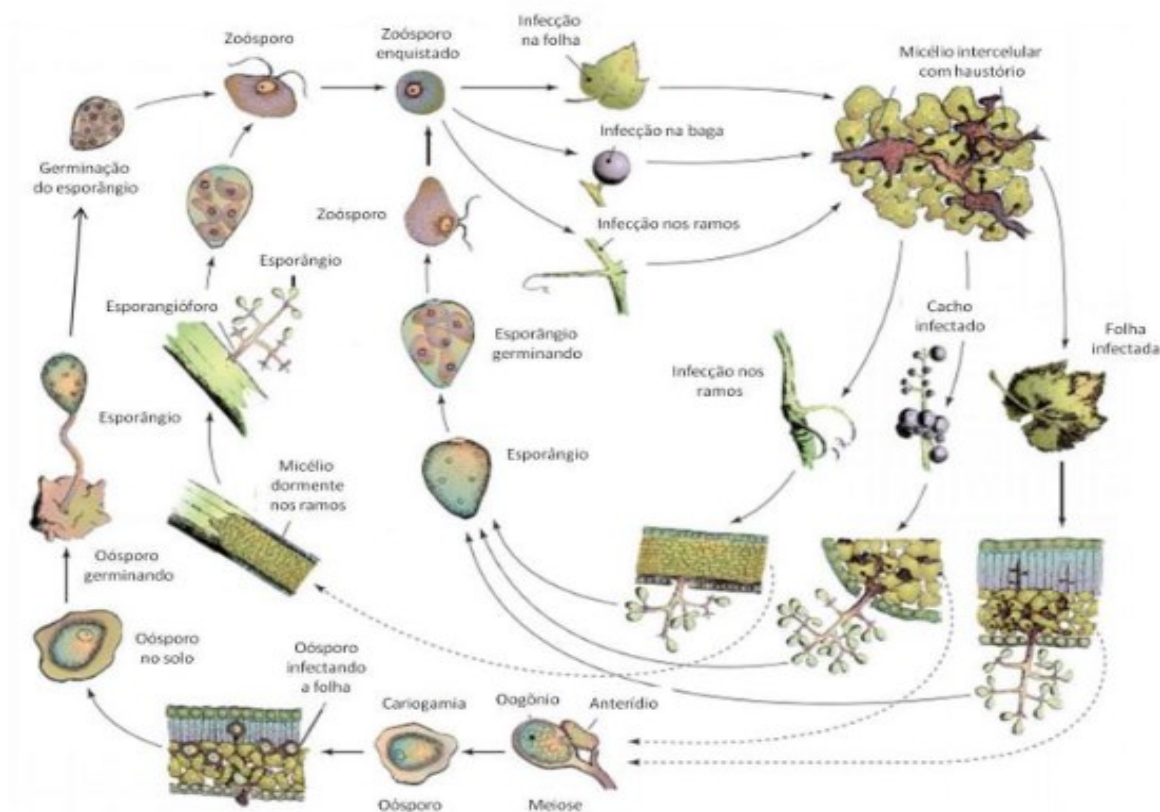
O míldio da videira, também conhecido como mofo ou mufa, é causado pelo oomiceto *Plasmopara viticola* [(Berk. & Curtis) Berl. & de Toni] e pertence ao reino Chromista, filo Oomycota, classe Oomycetes, ordem Peronosporales e família Peronosporaceae, (CAFFI *et al.*, 2010). É um parasita obrigatório que necessita de tecido vivo do hospedeiro para completar seu ciclo de vida (RIBEIRO, 2003; AMORIM; KUNIYUKI, 2005). O patógeno ataca principalmente folhas e frutos, causando morte dos tecidos, desfolha precoce e enfraquecimento da planta (GARRIDO; SÔNEGO, 2002; RIBEIRO, 2003; MATASCI *et al.*, 2008). O ataque desse fungo no início do florescimento até a frutificação, afeta produção de baga levando a redução da produção, sendo que condições de alta umidade no florescimento podem ocasionar perdas de até 100% da produção (TAVARES; CRUZ, 2002; NETO, 2008).

O desenvolvimento deste oomiceto caracteriza-se pela existência de duas fases. No Outono/Inverno acontece a fase sexuada, onde no período de outono, no interior das folhas infectadas, formam-se os esporos sexuais de resistência, chamados de oósporos, permanecendo estes nas folhas caídas no solo. Na Primavera/Verão ocorre a fase assexuada, caracterizada pela produção de zoósporos assexuais, biflagelados (NETO, 2008). Nas regiões de altitude de Santa Catarina, ocorre tanto a fase sexuada quanto a assexuada (BITENCOURT, 2019). O ciclo assexuado do míldio (Figura 19), pode levar de 5 a 18 dias, tendo em vista que depende da temperatura, umidade relativa do ar e suscetibilidade do hospedeiro. Em condições ótimas de temperatura (18 a 25⁰C), umidade relativa do ar entre 95 e 100%, precipitação acima de 10 mm e mínimo de duas horas de molhamento foliar, ocorrem vários ciclos secundários em um mesmo ciclo de cultivo (AGRIOS, 2005). A esporulação e o desenvolvimento do míldio da videira ocorrem em condições de umidade elevada, variando entre 95 e 100% (ROBERTO *et al.*, 2011) e temperaturas entre 18 e 25°C. Porém, a infecção necessita que haja água livre nos tecidos da planta por no mínimo 2 horas, já que os zoósporos assexuais se locomovem apenas na presença de uma lâmina de água, proveniente de chuva, orvalho ou gutação (GARRIDO;

SONEGO, 2003). Nesta condição os zoósporos biflagelados se movimentam em direção aos estômatos, onde inestam (BERGAMIN FILHO, 1997).

Sendo, que alta umidade relativa associados a temperatura elevada resulta em maiores danos econômicos, alta infecção, podendo inviabilizar a produção (TEIXEIRA *et al.*, 2002).

Figura 3 - Ciclo do míldio da videira.



Fonte: Anjos 2013, adaptado de Agrios (2005)

2.7.2 Sintomatologia da doença

Os sintomas da doença iniciam-se por manchas verde-claras na parte adaxial das folhas, chamadas de mancha-de-óleo (BERGAMIN FILHO, 1997). Na parte abaxial, sob condições climáticas favoráveis, formam-se as estruturas de frutificação do fungo, de cor branca e aspecto cotonoso, conhecida por mancha mofo. As manchas evoluem para necroses de coloração castanho-avermelhada, de forma irregular. Folhas com mais de 75% de severidade, geralmente apresentam cor marrom e caem, causando uma desfolha precoce, o que reduz a área fotossinteticamente ativa da planta e conseqüentemente a produção de fotoassimilados que seriam transportados para as bagas (AMORIM; KUNIYUKI, 2005; LIMA *et al.*, 2009). Na floração, o patógeno provoca o escurecimento, resultando em abortamento das flores atacadas. Durante a formação das bagas, o fungo penetra pelos estômatos paralisando a passagem da

seiva e água, levando ao escurecimento e secamento dos órgãos, resultando em desprendimento do fruto do cacho (LIMA *et al.*, 2009). Os cachos e as bagas são atacados desde o início da floração até a maturação. Os cachos no início do desenvolvimento (estádio chumbinho), podem ficar recobertos por uma massa branca, constituída de estruturas do fungo, que provoca abscisão do pecíolo, a seca e queda das flores. Bagas ainda imaturas, quando infectadas, param seu crescimento, endurecem, secam e ficam escuras. Já nas bagas em fase final de maturação, a infecção ocorre via pedúnculo e o fungo ao crescer internamente na baga, forma áreas deprimidas e escuras (AMORIN; KUNIUKI, 2005). Além disso, *P. viticola* não estimula o acúmulo de açúcar nas folhas infectadas, e ainda leva a uma diminuição na fotossíntese de folhas altamente danificadas. Isto pode impactar contrariamente na formação do vinhedo, na maturação da uva, na reposição de reservas de armazenamento e na resistência ao frio (KELLER, 2010).

2.7.3 Relação patógeno x hospedeiro

A domesticação da videira foi altamente significativa para o desenvolvimento da agricultura do Mediterrâneo, baseada em plantações de cereais, oliveiras e videiras, típicas das civilizações Gregas e Romanas (KELLER, 2010; MUGANU; PAOLOCCI, 2013). Há relatos do cultivo da videira de aproximadamente 5.000 à 7.000 anos antes de Cristo (a.C.), sendo o vinho a segunda bebida conhecida, depois da água (MUGANU; PAOLOCCI, 2013). Com a domesticação da videira e sua expansão pela Europa ocorreu também o aumento da população de diversos patógenos como o oídio e o míldio, o que acarretou no fim desta fase da vitivinicultura e das variedades da antiguidade, levando a erosão na variabilidade genética de videiras e no incremento do uso de agroquímicos para proteção contra as doenças de plantas (MUGANU; PAOLOCCI, 2013).

Até recentemente a evolução da videira foi fortemente ligada com a evolução de outros organismos que dependiam de frutas e folhas para sobreviver (KELLER, 2010). Entretanto, esta co-evolução foi muito prejudicada desde a introdução da propagação vegetativa, a qual privou as videiras cultivadas que se adaptassem através da reprodução sexuada, permitindo apenas fontes de adaptação e variabilidade através de mutações somáticas (DE BEM, 2018; BITENCOURT, 2019). As mutações nas células somáticas durante a divisão celular por mitose, ocorrem em muita menor frequência do que nas células germinativas durante a meiose, por isso é maior a variabilidade genética das videiras modernas devido a recombinação e crossing over quando comparadas com suas ancestrais selvagens (KELLER, 2010; DE BEM, 2018; BITENCOURT, 2019).

Populações com indivíduos geneticamente iguais, como é o caso dos vinhedos atuais, que são monoculturas formadas por clones através de propagações vegetativas, estão altamente vulneráveis ao ataque de qualquer patógeno que descubra a chave para explorar a suscetibilidade destas plantas. Isto coloca as videiras cultivadas em alto risco, visto que a quantidade de microorganismos patogênicos, como fungos, vírus e bactérias, é muito abundante no meio ambiente. Além do que, estes microorganismos se reproduzem muito rápido, o que sugere também uma rápida evolução. Portanto os agentes patogênicos estão em grande vantagem competitiva em relação as videiras cultivadas, que passam centenas ou até mesmo milhares de anos sem mudanças genéticas, devido a propagação vegetativa (KELLER, 2010).

Um patógeno ou uma praga introduzida numa nova área, ou que se tornaram patogênicos através de mutação, podem apresentar consequências devastadoras, mas populações de plantas selvagens e com variabilidade genética possuem alguma proteção quando co-evoluem com o patógeno. Esta co-evolução consiste em uma "corrida armamentista" genética, onde as mutações e a seleção natural ocorrem em ambos os lados, tanto do patógeno como do hospedeiro. Porém a co-evolução e a reprodução sexual não podem auxiliar a melhorar a resistência das plantas contra determinado patógeno potencial se estes evoluíram geograficamente isolados. Isto pode ser observado através da história, quando a filoxera e o míldio foram introduzidos da América do Norte na Europa na segunda metade do século 19 e devastaram as variedades europeias de videira (*V. vinifera*) porque estas videiras não co-evoluíram com estes patógenos, por isso não tiveram a chance de criar a tempo uma estratégia genética de resistência que fosse efetiva (KELLER, 2010).

Durante os últimos anos, as mudanças climáticas estão causando o aumento de condições ambientais favoráveis para o desenvolvimento dos patógenos causadores de doenças da videira, resultando na redução considerável de áreas tradicionais no cultivo. Ao mesmo tempo, o amplo uso de agentes fungicidas para controlar as doenças da videira acarretam no acúmulo de metais pesados no solo e nos lençóis freáticos (MUGANU; PAOLOCCI, 2013).

Considerando as perdas ecológicas, os limites impostos do uso de fungicidas para o consumo da uva *in natura* ou processada e a grande pressão do mercado consumidor por vinhos de qualidade, sem resíduos de agroquímicos, que possam expressar as características do seu *terroir*, pesquisadores e viticultores de todas as regiões vitícolas do mundo são levados a buscar alternativas para o controle dos principais fungos patogênicos da videira (MUGANU; PAOLOCCI, 2013).

2.7.4 Manejo da doença

O manejo da doença inicia-se com a escolha do local a ser instalado o vinhedo, evitando áreas de baixada ou com face sul. Medidas de manejo que melhorem a aeração da copa e diminuam o tempo de molhamento foliar devem ser adotados. A destruição de restos culturais contendo oósporos de inverno é uma prática muito importante e durante a poda, a eliminação de ramos infectados é primordial, devendo-se queimá-las longe do vinhedo (KENNELLY *et al.*, 2005).

Um das principais formas de manejo da doença é uso de agentes fungicidas. São 115 produtos registrados no Brasil para o manejo do míldio da videira (AGROFIT, 2019). O manejo da doença também pode ser realizado utilizando cultivares resistentes. Outra forma de manejar o míldio é a utilização de cobertura plástica (GRIGOLETTI JR.; SÔNEGO, 1993), que elimina a formação de uma lâmina de água nos tecidos vegetais. A combinação de duas ou mais práticas de manejo citados acima, favorece o controle do míldio da videira (ZANGHELINI, 2018).

2.7.5 Incidência e severidade de doenças

Em estudos epidemiológicos de doenças em plantas, é necessário determinar a incidência e severidade da mesma sobre o hospedeiro. A incidência pode ser definida como uma característica de sinais e sintomas que quantificam o número de plantas ou órgãos que estão visivelmente doentes. A incidência é expressa em números, e pode ser definida de fácil e rápida quantificação, desde que o avaliador possua alta acurácia e precisão (VALE *et al.*, 2004).

A severidade quantifica a área do tecido da planta que está doente e é definida pela porcentagem de lesões/folha ou por cm². É uma medida mais trabalhosa, exige alto conhecimento da doença estudada (VALE *et al.*, 2004). Para a quantificação de doenças em plantas são utilizados métodos auxiliares como, escalas diagramáticas, contagem de número e diâmetro de lesões, relação incidência severidade, análise de imagens e sensoriamento remoto (VALE *et al.*, 2004).

Como maneira de representar o surgimento e o desenvolvimento de uma epidemia ou qualquer mudança de magnitude de uma característica mensurável como, peso, número ou proporção da doença sobre as plantas, são utilizados as curvas de progresso da doença. Estas são expressas pela proporção da doença *versus* o tempo. Podendo indicar a época de início, a taxa de aumento da doença, a forma e a área sob a curva de progresso da doença, as quantidades máxima e final de doença e a duração da epidemia (JESUS JUNIOR *et al.*, 2004).

Por outro lado, as curvas de progresso permitem estabelecer e caracterizar as interações ocorrentes entre patógeno, hospedeiro e o ambiente, bem como, prever as melhores estratégias de controle e os níveis futuros da doença (BERGAMIN FILHO, 1995).

2.8 Antracnose (*Elsinoë ampelina*)

A antracnose, causada pelo ascomiceto *Elsinoë ampelina*, (de bary) Shear, forma sexuada de *Sphacelona ampelinum* (de Bary), é uma das principais doenças fúngicas da videira em regiões úmidas e ataca todos os órgãos verdes da planta (folhas, gavinhas, ramos, inflorescência e frutos) (SONEGO; GARRIDO, 2003; NAVES *et al.*, 2006; ELLIS; ERINCIK, 2008; SANTOS *et al.*, 2017). Nos ramos, a doença causa o aparecimento de cancrios com formatos irregulares, de coloração cinzenta no centro; com a evolução da doença nas folhas, as manchas ficam perfuradas no centro; nas bagas também aparecem manchas circulares de cor cinza no centro e preta nas bordas. O desenvolvimento do fungo é favorecido por alta umidade provocada pela precipitação, nevoeiro e orvalho, desenvolvendo-se ha temperatura de 2°C a 32°C (EMBRAPA, 2003; SOUZA; PINHEIRO, 1996; AMORIM; KUNIYUKI, 2005). Estudos recentes realizados no Brasil, também estão constatando que o agente causal da antracnose pode estar associado a espécies do gênero *Colletotrichum* (GUGINSKI-PIVA *et al.*, 2017).

A antracnose atinge variedades europeias, americanas e híbridas, inclusive porta-enxertos, podendo causar elevados danos (NAVES *et al.*, 2006). Historicamente, a doença causou sérias perdas na cultura na Austrália, e epidemias foram relatadas na Nova Zelândia, Índia, China, Japão e outros, sendo o mais recente o Canadá (NAVES *et al.*, 2006; CARISSE; LEFEBVRE, 2011). Embora todas as cultivares de videira sejam suscetíveis à antracnose, os da espécie vinífera são altamente suscetíveis (CARISSE; LEFEBVRE, 2011).

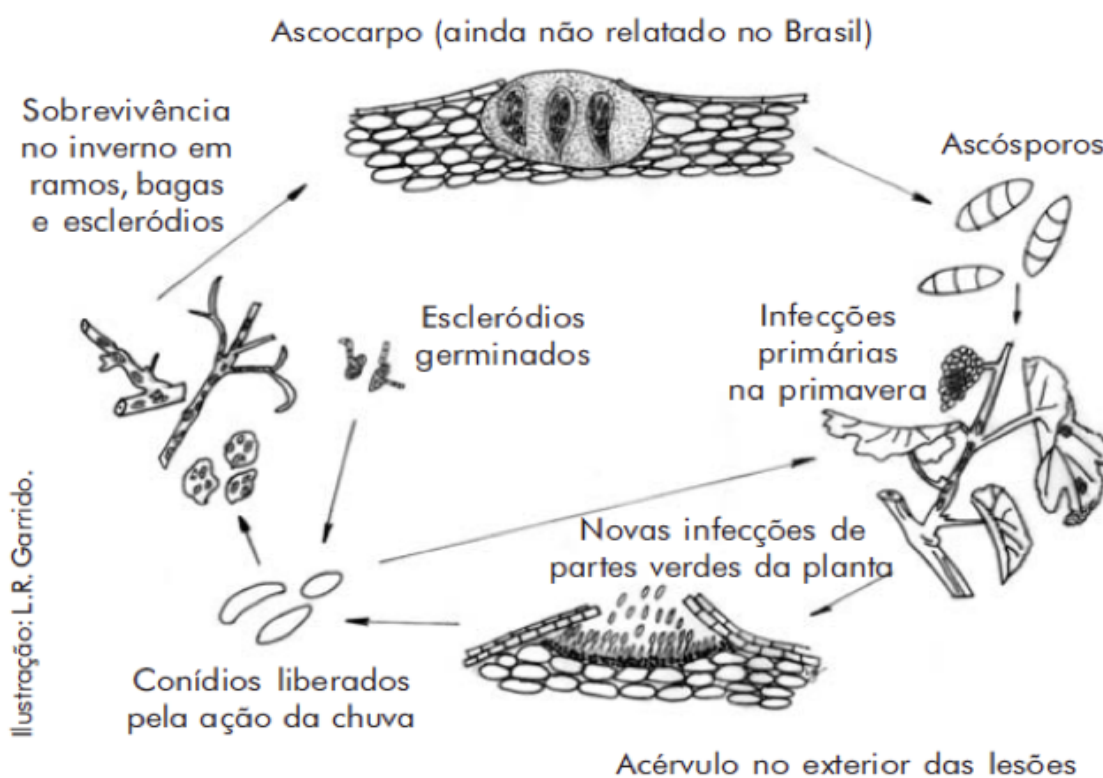
A doença é responsável por ocasionar danos severos na produção, reduzindo significativamente a qualidade e quantidade de frutos em variedades suscetíveis. Quando a severidade da doença é alta, o vigor da planta também é afetado e pode comprometer a safra do ano e as safras futuras (SONEGO *et al.*, 2005; NAVES *et al.*, 2006).

Contrastando-a com míldio, poucos estudos foram realizados com a antracnose em climas temperados e/ou subtropical. Isto se explica devido ao fato de que os principais programas de melhoramento da videira são conduzidos em regiões de clima frio da Europa e EUA, onde a antracnose não é um problema grave. Assim a maioria das cultivares desenvolvidas por estas instituições apresentam resistência ao míldio e oídio, porém são bastante sensíveis à antracnose (WIEDEMANN-MERDINOGLU; HOFFMANN, 2010).

2.8.1 Biologia do patógeno

A antracnose é causada pelo fungo ascomiceto (Figura 40) *Elsinoë ampelina* (de Barry) Shear, forma assexuada de *Sphaceloma ampelinum* (de Bary) (SÔNEGO; GARRIDO, 2003; NAVES *et al.*, 2006; ELLIS; ERINCIK, 2008; SANTOS *et al.*, 2007). Alguns estudos na Índia associam também espécies de *Colletotrichum*, tais como *C. gloeosporoides* (Penz.) Sacc., *C. acutatum* Simmonds (CHOWDAPPA *et al.*, 2009; YAN *et al.*, 2014) e *C. capsici* Sydow. (SAWANT *et al.*, 2012), como agentes causais da antracnose na videira. Os mesmos autores, citam que o patógeno é mais frequentemente isolado durante as estações chuvosas. No Brasil, alguns estudos recentes, indicam que o agente causal da antracnose é *Elsinoë ampelina* (SANTOS *et al.*, 2007), porém, pesquisas recentes realizadas em Santa Catarina, sugerem a doença também associada a espécies de *Colletotrichum* (PIVA *et al.*, 2007).

Figura 4 - Ciclo de vida da antracnose da videira.



Fonte: Neves *et al.*, (2006)

2.8.2 Sintomas da doença

A antracnose, mesmo que indicada como sendo causada por *E. ampelina*, apresenta sintomas que diferem dos causados por *Colletotrichum* spp., sendo que este induz lesões necróticas com borda encharcada, enquanto *Elsinoë ampelina* induz lesões com centros cinza

circundada por estreitas margens avermelhadas a pretas (ELLIS; ERINCIK, 2008). O fungo ataca todos os órgãos aéreos da planta, mas os tecidos jovens são mais suscetíveis. Nas folhas, os sintomas iniciais são pequenas manchas circulares, pardo-escuras, levemente deprimidas. Normalmente, as lesões são muito numerosas e podem coalescer e transformar-se em um pequeno furo. No pecíolo e nas nervuras, as lesões são alongadas e provocam o desenvolvimento desigual dos tecidos foliares, ocasionando o enrolamento e encarquilhamento das folhas. Nos ramos, a doença causa o aparecimento de cancos em formatos irregulares de coloração cinzenta no centro e bordas pretas (ELLIS; ERINCIK, 2008).

Já nas bagas, formam-se pequenas manchas circulares avermelhadas que aumentam para um diâmetro médio de 60 mm e podem ficar ligeiramente deprimidas. No centro as lesões ficam cinza esbranquiçadas e são rodeadas por uma borda marrom avermelhado a negro, que se assemelha a um olho de passarinho. Com período prolongado de umidade, forma-se uma massa rosada de conídios (NAVES *et al.*, 2006).

Os conídios são a fonte mais importante de inóculo primário da doença. No início da brotação, com presença de água livre da chuva ou do orvalho, os conídios germinam e infectam os tecidos jovens, sob temperatura de 2 até 32^oC, germina e infectam o hospedeiro, sendo o ótimo de temperatura para o desenvolvimento do patógeno é 24 a 26^oC. Há necessidade de no mínimo 12 horas de água sobre o tecido vegetal para que ocorra a infecção do patógeno na planta (BOTELHO *et al.*, 2009).

A dispersão da doença depende da chuva e do vento, podendo chegar até 7 m da fonte de inóculo (BROOK, 1973). Em longas distâncias a dispersão pode ocorrer com o transporte de mudas ou materiais de propagação infectados (SÔNEGO *et al.*, 2003).

O fungo pode sobreviver de um ano para o outro, tanto em lesões dos sarmentos e gavinhas, como em restos culturais no solo. Além disso, o fungo pode sobreviver, ao final do ciclo da cultura, na forma de escleródios (estruturas de resistência) em brotos infectados. Na primavera, em condições de alta umidade, escleródios germinam e produzem abundantes esporos (conídios). As novas infecções ocorrem pela disseminação dos conídios, através da ação dos respingos da água de orvalho ou da chuva e do vento (KRUGNER; BACCHI, 1995; NAVES *et al.*, 2006; ELLIS; ERINCIK, 2008; GARRIDO; NAVA, 2014).

2.8.3 Manejo da doença

O manejo da antracnose deve ser realizado desde o início da brotação, uma vez que os tecidos tenros aliados a alta umidade favorecem a infecção (SÔNEGO, 2000). Após estabelecida no pomar, é difícil o controle, assim devem ser adotadas medidas preventivas,

como a escolha do local adequado de plantio, uso de material de propagação sadio, adubação equilibrada e a eliminação de plantas ou partes vegetativas doentes (NAVES *et al.*, 2006). Devem ser adotadas medidas de controle, como a utilização de cultivares mais resistentes (SÔNEGO *et al.*, 2005).

O uso de produtos químicos geralmente é necessário para permitir a proteção suficiente do vinhedo. As características varietais associadas às condições climáticas locais, determinam o número de tratamentos necessários para o controle do fungo (NAVES *et al.*, 2006).

Em anos de alta pluviosidade, aplicações semanais de fungicidas são necessárias para o controle da antracnose na videira. O cultivo de videira na região do planalto catarinense, somente é possível por meio de aplicações sucessivas de fungicidas. O uso excessivo destes produtos, além de aumentar os custos de produção, oferece também uma série de riscos à saúde humana e ao meio ambiente, comprometendo a competitividade da uva e do vinho e a sustentabilidade da vitivinicultura catarinense e brasileira.

REFERÊNCIAS

- ADAM-BLONDON, A. F., ROUX, C., CLAUX, D., BUTTERLIN, G., MERDINOGLU, D., THIS P. Mapping 245 SSR markers on the *Vitis vinifera* genome: a tool for grape genetics. *Theoretical and Applied Genetics*, v. 109, p. 1017–1027, Sep. 2004.
- AGRIOS, G.N. How pathogens attack plants. In: AGRIOS, G.N. (Ed.). *Plant pathology*. 5.ed. New York: Academia. p.175- 205, 2005.
- AGROFIT – Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários: Produtos Indicados.
- ANJOS, L. M. dos. **Diversidade genética de *Plasmopara viticola* e mapeamento de QTLs de resistência ao míldio em videira (*Vitis spp.*)**. 2013. 277 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
- ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. *Introductory Mycology*. 4. th. New York: John Wiley, 1996. 870 p.
- ALLEWELDT, G.; POSSINGHAM, J. V. **Progress in grapevine breeding**. *Theoretical and Applied Genetics* 75: 669-673. 1988.
- ALVARES, Clayton Alcarde *et al.*, Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- AMORIM, L.; KUNIYUKI, H. Doenças da videira. In: KIMATI, H. *et al.*, *Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas*. 4 ed. São Paulo, Agronômica Ceres, 2005. p. 639-651.
- BACK, Á. J; DELLA, B.; FELIPETTO. Tendências nos índices climáticos e agroclimáticos aplicados à videira no planalto serrano de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Climatologia*, [S.I.], v. 13, n. 9, p.137-148, Jul./Dez. 2014.
- BAILLOD, M.; BAGGIOLLINI, M. **Les stades repères de la vigne**. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* v. 25, n. 1, p. 7-9, 1993.
- BARKER, C.L.; DONALD, T.; PAUQUET, J.; RATNAPARKHE, A.; BOUQUET, A.; ADAM-BLONDON, A.F.; THOMAS, M.R.; DRY, I. **Genetic and physical mapping of the grapevine powdery mildew resistance gene, Run1, using a bacterial artificial chromosome library**. *Theoretical and Applied Genetics* 111:370–377. 2005.
- BATISTA, L.; MONTEIRO, S.; LOUREIRO, V. B.; TEIXEIRA A. R.; FERREIRA R. B. Protein haze formation in wines revisited: the stabilising effect of organic acids. *Food Chemistry*, v. 122, p.1067–1075, Oct. 2010.
- BELLIN, D.; PERESSOTTI, E.; MERDINOGLU, D.; WIEDEMANN- MERDINOGLU, S.; ADAM-BLONDON, A.F.; CIPRIANI, G.; MORGANTE, M.; TESTOLIN, R.; DI GASPERO, G. Resistance to *Plasmopara viticola* in grapevine ‘Bianca’ is controlled by a major dominant gene causing localized necrosis at the infection site. ***Theoretical and Applied Genetics*** 120:163–176. 2009.
- BENDEK, C.E.; CAMPBELL, P.A.; TORRES, R.; DONOSO, A.; LATORRE, B.A. The risk

assessment index in grape powdery mildew control decisions and the effect of temperature and humidity on conidial germination of *Erysiphe necator*. *Spanish Journal of Agricultural Research* 5(4): 522-532. 2007.

BERGAMIM FILHO, A. Curvas de progresso da doença. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. Cap. 30, p. 626-902.

BEVILAQUA, G. A. P. Avaliações físico-químicas durante a maturação de videiras cultivadas no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 1, n. 3, p. 151-156, set./dez. 1995.

BITENCOURT, C *et al.*, Ocorrência de oósporos de *Plasmopara Víticola* agente causal do míldio da videira na mesorregião serrana de Santa Catarina. 2019. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ecossistemas agrícolas e naturais), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

BISSON, L. F.; WATERHOUSE, A. L.; EBELER, S. E.; WALKER, M. A.; LAPSLEY, J. T. The present and future of the international wine industry. *Nature*, [S.I.], v. 418, n. 689, p. 696-699, Ago. 2002.

BLASI, P. *et al.*, Construction of a reference linkage map of *Vitis amurensis* and genetic mapping of Rpv8, a locus conferring resistance to grapevine downy mildew. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 123, n. 1, p. 43-53, 2011.

BOCK, A.; SPARKS, T.; ESTRELLA, N.; MENZEL, A. Changes in the phenology and composition of wine from Franconia, Germany. *Climate Research*, v. 50, p. 69-81, 2011.

BONNARDOT, V.M.F.; CAREY, V.A.; PLANCHON, O.; CAUTENET, S. Sea breeze mechanism and observations of its effects in the Stellenbosch wine producing area. *Wynboer*, v. 147, p. 10-14, 2001.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. *Melhoramento de plantas*. 5. ed. Viçosa: UFV, 2009. 529 p.

BORGHEZAN, M.; GAVIOLI, O.; PIT, F. A.; SILVA, A. L. Comportamento vegetativo e produtivo da videira e composição da uva em São Joaquim, Santa Catarina. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, p. 398-405, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA. Complementação de padrões de identidade e qualidade de vinho. Portaria n.º 229, de 25 de outubro de 1988, República Federativa do Brasil, Brasília (DF) out. 1988.

BRIGHENTI, A. F. Avaliação de variedades de videira (*Vitis vinifera* L.) autóctones italianas no terroir de São Joaquim - SC. 2014. 174 f. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

BRIGHENTI, A. F.; BRIGHENTI, E.; BONIN, V.; RUFATO, L. Caracterização fenológica e exigência térmica de diferentes variedades de uvas viníferas em São Joaquim, Santa Catarina-Brasil. *Ciência Rural*, v. 43, n. 7, p. 1162-1167, 2013.

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

BUSIN, I. A importância do cultivo e da produção da uva bordô para a agricultura familiar de

Monte Alegre dos Campos. UFRRJ, Seropédica, RJ, 2002.

CAFFARRA, A.; ECCEL, E. Projecting the impacts of climate change on the phenology of grapevine in a mountain area. *Australian Journal of Grape Wine*, v.17, p.52–61, 2011.

CAFFI, T.; ROSSI, V.; BUGIANI, R. Evaluation of a warning system for controlling primary infections of grapevine downy mildew. *Plant Disease* 94:709-716. 2010.

CALONNEC, A.; CARTOLARO, P.; POUPOT, C.; DUBOURDIEU, D.; DARRIET, P. Effects of *Uncinula necator* on the yield and quality of grapes (*Vitis vinifera*) and wine. *Plant Pathology* 53: 434–445. 2004.

CAMARGO, U. A.; RITSCHER, P. S. New table and wine grape cultivars: world scenario with emphasis on Brazil. In: **International Symposium on Grape Production and Processing 785**. 2006. p. 89-96..

CAMARGO, U.A.; TONIETTO, J.; HOFFMANN, A. Progressos na viticultura brasileira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Volume Especial, E. 144-149. 2011.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: Wiley, p. 532. 1990.

CAMPBELL, P.; BENDEK, C.; LATORRE, B.A. Riesgo de oídio (*Erysiphe necator*) de la vid en relación con el desarrollo de los racimos. *Ciencia e Investigacion Agraria* 34(1): 5-11. 2007.

CHEVET, J. M.; LECOCQ, S.; VISSER, M. Climate, grapevine phenology, Production, and Prices: Pauillac (1800-2009). *American Economic Review*, v.101, n.3, 2011.

COLLARD, B.C.Y., JAHUFER, M.Z.Z., BROUWER, J.B., PANG E.C.K. An introduction to markers, quantitative trait loci (QTL) mapping and marker-assisted selection for crop improvement: The basic concepts. *Euphytica*, v. 142, p. 169–196, Jan. 2005.

CONDE, C.; SILVA, P.; FONTES, N.; DIAS, A. C. P.; TAVARES, R. M.; SOUSA, M. J.; AGASSE, A.; DELROT, S.; GERÓS, H. Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. *Food*, v.1, p.1-22, Jun. 2007.

CRUZ, M. Oídio de la vid. Pp. 361-380. Em: Stadnik, M. J. e Rivera, M.(Edts). Oídios. EMBRAPA, Jaguariúna, SP, Brasil. 2001. p. 361-380.

CZERMAINSKI, A. B. C.; SÔNEGO, O. R. Influência das condições climáticas sobre a eficácia de fungicidas empregados para o controle do míldio em *Vitis vinifera*. **Cienc. Rural**, v. 34, n. 1, p.5-11, 2004.

DELOIRE, A.; VAUDOUR, E.; CAREY, V.; BONNARDOT, V.; VAN, L. C. Grapevine responses to terroir: a global approach. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, v. 39, n. 4, p. 149-162, Dec. 2005.

DOS SANTOS, C. E. *et al.* Caracterização da fenologia e da demanda térmica das videiras' Cabernet Sauvignon'e'Tannat'para a região norte do Paraná. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 29, n. 3, 2007.

DUARTE, V. N. Estudo da cadeia produtiva do vinho em Santa Catarina: Características e

estágio atual. Evidência, Ciência e Biotecnologia, Joaçaba, v. 13, n. 1, p.41-56, 2013.

DUCHÊNE, E.; SCHNEIDER, C. Grapevine and climatic changes: a glance at the situation in Alsace. *Agronomy for Sustainable Development*, v.25, p. 93-95, 2005.

EIBACH, R. *et al.* The use of molecular markers for pyramiding resistance genes in grapevine breeding. **VITIS-GEILWEILERHOF**, v. 46, n. 3, p. 120, 2007.

EIBACH, R. Investigations about the genetic resources of grapes with regard to resistance characteristics to powdery mildew (*oidium tuckeri*). *Vitis* 33:143-150. 1994.

EIBACH, R.; TÖPFER, R. Traditional grapevine breeding techniques. In: *Grapevine Breeding Programs for the Wine Industry*. Canadá: Woodhead Publishing, 2015. p. 3-22.

EIBACH, R.; ZYPRIAN, E.; WELTER, L. & TÖPFER, R. The use of molecular markers for pyramiding resistance genes in grapevine breeding. *Vitis-Geilweilerhof*, v. 46, n. 3, p. 120-124, 2007.

EICHHORN, K. W.; LORENZ, D. H. Phanologische Entwicklungsstadien der Rebe. *Nachrichtenblatt des deutschen Pflanzenschutzdienstes*, Stuttgart, v. 29, p. 119– 120, 1977.

EICHHORN, K.W.; LORENZ, D.H. Phaenologische entwicklungsstadien der rebe. **European and Mediterranean Plant Protection Organization, Paris**, v.14, n.2, p.295-298, 1984.

FALCADE, I. Paisagens vitícolas brasileiras. In: Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia, 10, 2003. Bento Gonçalves, **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. p. 133 - 136.

FALCÃO, L. D. Caracterização analítica e sensorial de vinhos ‘Cabernet Sauvignon’ de diferentes altitudes de Santa Catarina, 2007. 150 f. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

FALCÃO, L.D., CHAVES, E.S., BURIN, V.M., FALCÃO, A.R, GRIS, E.F., BONIN, V. e BORDIGNON-LUIZ, M.T. Maturity ‘Cabernet Sauvignon’ berries from grapevines grown with two different training systems in a new grape growing region in Brazil. *Cien. Inv. Agr. Santiago*, v. 35, n. 3, p. 321-332, 2008.

FARIAS, JW de S. *et al.* Avaliação da resistência genética de híbridos de videira ao cancro bacteriano no Vale do São Francisco. In: **Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 11., 2016, Petrolina. Anais... Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016.

FATHI, H.; KHIAVI.H.K. Study of biology and epidemiology of *Uncinula necator* caused powdery mildew disease. *Technical Journal of Engineering and Applied Sciences* 2 (3): 56-61. 2012.

FERREIRA, E. T. D.; ROSINA, C. D.; MOCHIUTTI, F. G.; Processo de produção do vinho fino tinto. In: IV Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial, 2010, Campo Mourão. Anais... Campo Mourão: FECILCAM, 2010.

FERRI, C. P.; POMMER, C.V. Quarenta e oito anos de melhoramento da videira em São Paulo, Brasil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52. N. 1, p. 107-122, Jan./Abr.1995.

FISCHER, B.M.; SALAKHUTDINOV, I.; AKKURT, M.; EIBACH, R.; EDWARDS, K.J.; TÖPFER, R.; ZYPRIAN E.M. Quantitative trait locus analysis of fungal disease resistance factors on a molecular map of grapevine. *Theoretical and Applied Genetics* 108: 501–515. 2004.

FITZHARRIS, B.; ENDLICHER, W. Climatic conditions for wine Grape Growing. *New Zealand Geographer*. v. 52, n. 1, p.1-11, Apr. 1996.

GADOURY, D.M.; CADLE-DAVIDSON, L.; WILCOX, W.F.; DRY, I.B.; SEEM, R.C.; MILGROOM, M.G. Grapevine powdery mildew (*Erysiphe necator*): a fascinating system for the study of the biology, ecology and epidemiology of an obligate biotroph. *Molecular Plant Pathology* 13(1): 1–16. 2012.

GALET, P. General viticulture. Chaitré – France: Oenoplurimédia publishers, 2000. 443 p.

GALET, P. Les maladies et les parasites de la vigne. Tome I, Imprimerie Paysan du midi, Montpllier. França. 1977.

GARRIDO, L. R.; SÔNEGO, O. R. **Uvas Viníferas para Processamento em Regiões de Clima Temperado: Doenças Fúngicas e Medidas de Controle**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. 4 v.

GARRIDO, L.R.; SÔNEGO, O.R. Míldio da Videira. *Revista Cultivar Hortalças e Frutas* 2(11): 22-23. 2002.

GARRIDO, R.L.; SÔNEGO, R.O. Manejo de Doenças de videira. Cap4. In: NEF/UFLA (org) Manejo integrado de doenças de fruteiras. **Sociedade Brasileira de Fitopatologia**, 2007. Lavras, p.65-86, 2007.

GAVA, C. A. T.; TAVARES, S. C. C. H.; TEIXEIRA, A. H. C. **Determinação de modelos de associação entre variáveis climáticas e a ocorrência de Oídio e Míldio da videira no Vale do São Francisco**. Seminário Novas Perspectivas para o Cultivo da Uva sem Sementes. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. 14 p. (Embrapa Semi-Árido. Documentos 185).

GAVIOLI, O. **Comportamento vitícola da variedade Cabernet sauvignon (*Vitis vinifera* L.) em dois municípios do Planalto Sul Catarinense**. 2011. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Departamento de Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

GIOVANNINI, E. **Manual de vitivinicultura**. Porto Alegre, RS. Ed. Bookman, 2014. 253 p.

GIOVANNINI, E.; MANFROI, V. Viticultura e Enologia: Elaboração de grandes vinhos nos terroirs brasileiros. 1 ed. Bento Gonçalves: IFRS, 2009. 344 p.

GLADSTONE, J. S. Viticulture and environment: a study of the effects of environment on grapegrowing and wine qualities, with emphasis on present and future areas for growing winegrapes in Australia. Australia: Winetitles, 1992. 310 p.

GREER, D. H.; WEEDON, M. Photosynthetic Light Responses in Relation to Leaf Temperature in Sun and Shade Leaves of Grapevines. *Acta Horticulturae*, v.956, p. 149-156, 2012.

GRENVILLE-BRIGGS, L. J.; VAN WEST, P. The biotrophic stages of oomycete-plant interactions. *Advances in Applied Microbiology*, v. 57, p.217-243, 2005.

GRIGOLETTI JÚNIOR, A.; SÔNEGO, O. R. Principais doenças fúngicas da videira no Brasil. Bento Gonçalves: EMBRAPA- CNPUV, 1993. 36 p. (Comunicado Técnico, 17).

GRIS, E. F.; BURIN, V. M.; BRIGHENTI, E.; VIEIRA, H.; BORDIGNON LUIZ, M. T. Phenology and ripening of *Vitis vinifera* L. grape varieties in São Joaquim, Southern Brazil: a new South American wine growing region. *Ciencia e Investigación Agraria*, v. 37, n. 2, p. 61-75, May. 2010.

GUERRA, C. C.; ZANUS, M. C. Maturação e Colheita. In: *Uvas Viníferas para Processamento em Regiões de Clima Temperado. Versão Eletrônica*. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. Jul. 2003. (Sistema de Produção, 4).

GUERRA, C. C.; MANDELLI, F.; TONIETTO, J.; ZANUS, M. C.; CAMARGO, U. A. Conhecendo o essencial sobre uvas e vinhos. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. 70 p. (Documentos no48).

HALL, A.; JONES, G. V. Spatial analysis of climate in winegrape- growing regions in Australia. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, v. 16, p. 389-404, Sep. 2010.

HAMADA, E.; GHINI, R.; ROSSI P.; JÚNIOR M.J.P.; FERNANDES, J.L. Climatic risk of grape downy mildew (*Plasmopara viticola*) for the state of São Paulo, Brazil. *Scientia Agricola* 65: 60-64. 2008.

HECKLER, B. M. M. Parâmetros ecofisiológicos em vinhedo de 'Niágara Rosada' sob cobertura plastica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2009, 77 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

IBGE, LSPA. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – junho 2018. .

IBRAVIN – Instituto Brasileiro do Vinho. 2017 informação Tecnológica, p.9-26. 2002.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise dos alimentos. **São Paulo: Instituto Adolfo Lutz**, v. 1, 1985.

INTRIERI, C.; FILIPPETTI, I. Più produttività non sempre significa meno qualità. *VigneVini*, v. 34, n. 5, p. 38-41, 2007.

JACKSON, D. Monographs in Cool Climate Viticulture – 2: Climate. Daphne Brasell Associates Ltd, Wellington. 2001.

JACKSON, D.; SPURLING, M. Climate and Viticulture in Australia. Viticulture Volume 1. Australian Industrial Publishers Pty Ltd. 1988.

JACKSON, R. S. Wine Science: Principles and Applications. 3. ed. London: Academic Press, 2008. 789 p.

JAILLON, O. *et al.* The grapevine genome sequence suggests ancestral hexaploidization in major angiosperm phyla. **Nature**, v. 449, n. 7161, p. 463, 2007.

JESUS JUNIOR, W. C. de *et al.* Análise temporal de epidemias. **Vale, FXR; Jesus Junior, WC; Zambolim, L.(Ed.). Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas. Belo Horizonte: Perfíl, p. 127-191, 2004.**

JONES, G. V.; DAVIS, R. E. Climate Influences on Grapevine Phenology, Grape Composition, and Wine Production and Quality for Bordeaux, France. *American Journal of Enology and Viticulture*, v. 51, n. 3, p.249-261, 2000.

JONES, G.; DUFF, A.; HALL, A.A.; MYERS, J.W. Spatial analysis of climate in winegrape growing regions in the Western United States. *American Journal of Enology and Viticulture*. v.61, p. 313-326, 2010.

KENNELLY, M. M.; GADOURY, D. M.; WILCOX, W. F.; MAGAREY, P. A.; SEEM, R. C. Seasonal development of ontogenic resistance to downy mildew in grape berries and rachises. *Phytopathology*, v. 95, n. 12, p. 1445-1452, Dec. 2005.

KHIAVI, H.K.; SHIKHLINSKIY, H.; AHARI, A.B.; AKRAMI, M. Evaluation of different grape varieties for resistance to powdery mildew caused by *Uncinula necator*. *African Journal of Agricultural Research* 7(29): 4182-4186. 2012.

KLIEWER, W. M.; DOKOOZLIAN, N.K. Leaf Area/Crop Weight Ratios of Grapevines: Influence on Fruit Composition and Wine Quality. *American Journal of Enology and Viticulture*, v. 6, n.2, p.170-181, 2005.

KORTEKAMP, A.; WELTER, L.; VOGT, S.; KNOLL, A.; SCHWANDER, F.; TÖPFER, R.; ZYPRIAN, E. Identification, isolation and characterization of a CC-NBS-LRR candidate disease resistance gene family in grapevine. *Molecular Breeding* 22(3): 421-432. 2008.

LAFON, R.; CLERJEAU, M. Downy mildew. In: *Compendium of Grape Diseases* (Pearson, R.C. and Goheen, A.C., eds), St. Paul, MN: APS Press, p. 11–13. 1994.

LAMBERS, H.; CHAPIN, F. S.; PONS, T. L *Plant physiological ecology*. Springer Verlag. New Yourk, EUA, 1998.

LEÃO, P. C. de S; SILVA, E. E. G da. Fenologia e fertilidade de gemas de variedades de uvas sem sementes no Vale do São Francisco. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2004. 12 p. (Documentos no 185).

LEÃO, P. C. de S.; BORGES, R. M. E. Melhoramento genético da videira. Petrolina: EMBRAPA Semiárido. 2009. 61p. (Documentos no 224).

LEEUWEN, C.; FRIANT, P.; CHONÉ , X.; TRÉGOAT, O.; KOUNDOURAS, S.; DUBOURDIEU, D. The influence of climate, soil and cultivar on terroir. *American Journal of Enology and Viticulture*, v. 55, n. 3, p. 207-217, 2004.

LIMA, M. A. C de. Fisiologia, Tecnologia e Manejo Pós-Colheita. In: SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. de S. (Ed.). *A vitivinicultura no Semiárido brasileiro*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. Petrolina, PE, cap. 14, 2009. p. 599-656.

LOPES, B. A. C.; ALVES, J. J.; TAVARES, A. C. S. **Viabilidade econômica do cultivo da videira na região de Palmeiras de Goiás - GO**. In: Sociedade brasileira de economia, administração e sociologia rural. Campo Grande, 2010, p. 1 - 13.

LÓPEZ-LOZANO, R.; CASTERAD, M. A. Comparison of different protocols for indirect measurement of leaf area index with ceptometers in vertically trained vineyards. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, v.19, n.1, p.116-122, 2013.

LORENZ, D.H.; EICHHORN, K.W.; BLEIHOLDER, H.; KLOSE, R.; MEIER, U.; WEBER, E. Phenological growth stages of the grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*) – codes and descriptions according to the extended BBHC scale. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, v. 1, n. 2, p.100-103, 1995.

MALINOVSKI, L. I. **Comportamento viti-enológico da videira (*Vitis vinifera* L.) de variedades autóctones italianas na região dos Campos de Palmas em Água Doce–SC–Brasil.** 2013. 255 f. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Ciências). Recursos Genéticos Vegetais. Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2013.

MANDELLI, F. Relações entre variáveis meteorológicas, fenológicas e qualidade da uva na "Serra Gaúcha". 2002. 217 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

MANFROI, L.; MIELE, A.; RIZZON, L. A.; BARRADAS, C. I. N. Evolução da maturação da uva 'Cabernet franc' conduzida no sistema lira aberta. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 28, n. 2, p.306-313, Mar./Abr. 2004.

MARIANI, L. Cambiamento climático e coltura della vite. *Rivista il Consenso*. v.26, n. 3. p.1-6. 2012.

MASSOLA JR., N. S.; KRUGNER, T. L. Fungos Fitopatogênicos. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M. & BERGAMIN FILHO (Eds.). *Manual de fitopatologia: Princípios e conceitos*. 4a Ed. Agronômica Ceres. Piracicaba, 2011. p.149-206.

MATASCI, C.L.; GOBBIN D.; SCHÄRER, H.J.; TAMM L.; GESSLER, C. Selection for fungicide resistance throughout a growing season in populations of *Plasmopara viticola*. *European Journal of Plant Pathology* 120:79–83. 2008.

MELLO, L. M. R. **Desempenho da vitivinicultura brasileira em 2015.** Embrapa Uva e Vinho, 2016.

MENDONÇA, H. F. C. *et al.* Estimativa do filocrono de morangueiro em sistemas consorciado e solteiro em ambientes protegidos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, p. 15-23, 2012.

MERDINOGLU, D.; WIEDEMANN-MERDINOGLU, S.; COSTE, P.; DUMAS, V.; HAETTY, A; BUTTERLIN, G.; GREIF, C. Genetic analysis of downy mildew resistance derived from *Muscadinia rotundifolia*. *ISHS Acta Horticulturae*, v. 2, n. 111, p. 451-456, Apr. 2003.

MEYER, U. Growth stades of mono-and dicotyledonous plants: BBCH Monograph. 2a ed. Braunschweig: 2001, 158p.

MOREIRA, F. M.; MADINI, A.; MARINO, R.; ZULINI, L.; STEFANINI, M.; VELASCO, R.; KOZMA, P.; GRANDO, M. S. Genetic linkage maps of two interspecific grape crosses (*Vitis* spp.) used to localize quantitative trait loci for downy mildew resistance. *Genetics &*

Genomes, v. 7, n. 1, p. 153-167, 2011.

MOREIRA, W.A. Frutas do Brasil: **Uva de mesa: Fitossanidade**. Brasília, Embrapa
MOTA, R. V. da; REGINA, M. de A.; AMORIN, D. A. de; FÁVERO, A. C. Fatores que afetam a maturação e a qualidade da uva para vinificação. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 27, n. 234, p. 56-64, set/out. 2006.

MULLINS, M. G.; BOUQUET, A.; WILLIAMS, L. E. Biology of the grapevine. New York: University of Cambridge, 2007. 239p.

MUNIZ, J. N. Resistência de videiras ao míldio: Progressão da doença e diversidade do patógeno. 2017. 121 f. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017

MYERS, J. K.; WOLPERT, J. A.; HOWELL, G. S. Effect of shoot number on the leaf area and crop weight relationship of young ‘Sangiovese’ grapevines. American Journal of Enology and Viticulture, v. 59, n. 4, p. 422-424, Dec. 2008.

NAGATA, R. K.; SCARPARE FILHO, J. A.; KLUGE, R. A.; NOVA, N. A. V. Temperatura-base e soma térmica (graus-dia) para videiras ‘Brasil’ e ‘Benitaka’. Revista Brasileira de Fruticultura, v.22, n.3, p.329-333, 2000.

NEIRA, A. P.. Manejos Agronômicos durante el desarrollo y la maduración de la baya y su efecto en la calidad del vino. In: Seminário Internacional: Factores Agronômicos y Enológicos para la obtención de Vinhos de Calidad. Anais. Lima – Peru, p. 49-52, 2005.

NENDEL, C. Grapevine bud break prediction for cool winter climates. International Journal of Biometeorology, v. 54, p. 231-241, May. 2010.

NETO, E. **O míldio da videira**. Patacão: Estação de Avisos agrícolas de Algame. DRAP Algarve, 2008. 17p. (Boletim Técnico, 17).

NETO, J.R.A. Melhoramento da videira. *Bragantia* 14(23):237-267. 1955.

NILSON, T. S. Influência do clima sobre os estádios fenológicos da videira e sobre a qualidade e quantidade da produção. 2010. 53 f. TCC (Graduação em Tecnologia em Viticultura e Enologia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Bento Gonçalves, Bento Gonçalves, 2010.

NUNES, N. A. S.; LEITE, A. V.; CASTRO, C. C. Phenology, reproductive biology and growing degree days of the grapevine ‘Isabel’ (*Vitis labrusca*, *Vitaceae*) cultivated in northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 76, n. 4, p. 975-982, 2016.

OCHSSNER, I., HAUSMANN, L. TÖPFER, R. Rpv14, a new genetic source for *Plasmopara viticola* resistance conferred by *Vitis cinerea*. *Vitis*, v. 55, n. 2, p. 79–81, 2016.

OIV - Organization Internationale de la Vigne et du Vin. Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis, Paris: OIV, v.1, 2009, 419p.

OLMO, H. P. The potential role of (vinifera x rotundifolia) hybrids in grape variety improvement. *Experientia* 42: 921-926. 1986.

PARKER, A. K.; CORTÁZAR-ATAURI, I. G.; VAN LEEUWEN, C.; CHUINE, I. General phenological model to characterise the timing of flowering and veraison of *Vitis vinifera* L. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, v.17, p. 206–216, 2011.

PEDRO JÚNIOR, M. J.; SENTELHAS, P. C. Clima e produção. In: POMMER, C. V. *Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado*. Porto Alegre: Cinco Continentes, p. 63-107, Jan. 2003.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. *Meteorologia Agrícola*. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP, 2007. 125 p.

PERUCH, L.A.M.; BRUNA E.D. Relação entre doses de calda bordalesa e de fosfito potássico na intensidade do míldio e na produtividade da videira cv. ‘Goethe’. *Ciência Rural* 38(9): 2413-1418. 2008.

PETGEN, M. Pilzfeste Sorten: Das Ende des Nischendaseins. *Der Deutsche Weinbau*, [S.I], n. 11, p.12-15, May. 2016.

PONI, S.; GIACHINO, E.; MAGNANINI, E. Fisiologia ed effetti agronomici della cimatura dei germogli. *L’Informatore Agrario*, v. 57, n. 19, p. 81-90, 2001.

PORRO, D.; MATTIVI, F.; PITACCO, A.; FACINI, O.; LORETI, S.; ROSSI, F.; IACONO, F. Microclima termico e scambi gassosi in vite: Influenza sugli aspetti qualitativi del Pinot Nero. In: *Atti delle V Giornate Scientifiche S.O.I. Milano: Edizioni Tecnos*, 2000. p. 333-334.

PROTAS, J. F. da S.; CAMARGO, U. A. **Viticultura brasileira: panorama setorial de 2010**. Brasília: SEBRAE; Bento Gonçalves: IBRAVIN / Embrapa Uva e Vinho, 2011. 110 p.
RAVAZ, L. L’Effeillage de la vigne. *Annales d’Ecole Nationale d’Agriculture de Montpellier*. 11, 216–244, 1911.

REX CONSORTIUM *et al.* Combining selective pressures to enhance the durability of disease resistance genes. **Frontiers in plant science**, v. 7, 2016.

REYNIER, A. *Manual de Viticultura*. Mundi-Prensa. 5ta ED. Bilbao, España. 1995, 407 p.

REYNOLDS, A. G.; VANDEN HEUVEL, J. E. Influence of Grapevine Training Systems on Vine Growth and Fruit Composition: A Review. *American Journal of Viticulture and Enology*, v.60, p. 251-268, 2009.

RIAZ, S.; DANGL, G. S.; EDWARDS, K. J.; MEREDITH, C. P. A microsatellite marker based framework linkage map of *Vitis vinifera* L. *Theoretical and Applied Genetics*, v. 108, p. 864-872, 2004.

RIBEIRO DO VALE, F. X.; WALDIR-JUNIOR, C. J.; ZAMBOLIM, L. Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas. **Perfil Editora. Belo Horizonte**, 2004.

RIBEIRO, I.J.A. Doenças e Nematóides. In: POMMER, C.V. **Uva Tecnologia de Produção, Pós-colheita, Mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. p. 525-595.

RIBÉREAU-GAYON, P.; DUBOURDIEU, D.; DONÈCHE, B.; LONVAUD, A. *Handbook of Enology: The microbiology of Wine and Vinifications*. John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, England. 2. th. vol. 1, 2006. 497p.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. 'Merlot' para elaboração de vinho tinto. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 23, p. 156-161, Dez. 2003.

ROBERTO, S.R.; COLOMBO, L.A.; ASSIS, A.M. Revisão: Cultivo protegido em viticultura. *Ciência e Técnica Vitivinícola* 26 (1) 11-16. 2011.

ROSIER, J. P. Vinhos de altitude: característica e potencial na produção de vinhos finos brasileiros. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 27, n. 234, p. 105-110, Set./Out. 2006.

ROUXEL, M.; MESTRE, P.; COMONT, G.; LEHMAN, B. L.; SCHILDER, A.; DELMOTTE, F. Phylogenetic and experimental evidence for host-specialized cryptic species in a biotrophic oomycete. *New Phytologist*, v. 197, n. 1, p. 251-263, 2013.

RUEHL, E.; SCHMID, J.; EIBACH, R.; TÖPFER, R. Grapevine breeding programmes in Germany. In: *Grapevine Breeding Programs for the Wine Industry*. 2015. p. 77-101.

SAIFERT, L.; SÁNCHEZ-MORA, F. D.; ASSUMPÇÃO, W. T.; ZANGHELINI, J. A.; GIACOMETTI, R.; NOVAK, E. I.; DAL VESCO, L. L.; NODARI, R. O.; EIBACH, R.; WELTER, L. J. Marker-assisted pyramiding of resistance loci to grape downy mildew. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 53, n. 5, p. 602- 610, 2018.

SÁNCHEZ-MORA, F. D. *et al.* Behavior of grape breeding lines with distinct resistance alleles to downy mildew (*Plasmopara viticola*). *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 17, n. 2, p. 141-149, 2017.

SANTA CATARINA. Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul. Gerência de Planejamento. *Vitivinicultura em Santa Catarina: Situação atual perspectivas*. Florianópolis: BRDE, 2005. 83 p.

SANTOS, H. P. Aspectos ecofisiológicos na condução da videira e sua influência na produtividade do vinhedo e na qualidade dos vinhos. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006. 9p. (Comunicado Técnico, 71).

SCHWANDER, F.; EIBACH, R.; FECHTER, I.; HAUSMANN, L.; ZYPRIAN, E.; SCHWANDER, Florian *et al.* Rpv10: a new locus from the Asian *Vitis* gene pool for pyramiding downy mildew resistance loci in grapevine. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 124, n. 1, p. 163-176, 2012.

SHIMANO I.S.H.; SENTELHAS, P.C. Risco climático para ocorrência de doenças fúngicas da videira no Sul e Sudeste do Brasil. *Revista Ciência Agronômica* 44(3): 527-537. 2013.

SMART, R. Principles of Grapevine canopy Microclimate Manipulation with Implications for Yield and Quality. A review. *American Journal of Enology and Viticulture*. v. 36, p. 230- 239, 1985.

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

SOUZA, A. L. K. de. Pesquisa da Epagri sobre uvas viníferas resistentes a doenças promete revolucionar mercado. Mar. 2018.

SOUZA, J. S. I. **Uvas para o Brasil**. Piracicaba: FEALQ, v.1, 1996. 791p.

SOUZA, J. S. I.; MARTINS, F. P. **Viticultura brasileira**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 368p.

SOUZA, R.T.; PALLADINI, L.A. **Sistema de produção de uva de mesa no Norte do Paraná**: Embrapa: Uva e Vinho, 2005 (Boletim técnico, 10).

STRECK, N. A.; TIBOLA, T.; LAGO, I.; BURIOL, G. A.; HELDWEIN, A. B.; SCHNEIDER, F. M.; ZAGO, V. Estimativa do plastocrono em meloeiro (*Cucumis melo* L.) cultivado em estufa plástica em diferentes épocas do ano. *Ciência Rural*, v. 35, n. 6, p.1275-1280, Nov/Dez. 2005.

TAVARES, S. C. C. H.; CRUZ, S. C. Doenças causadas por fungos. In: LIMA, M. F.; MOREIRA, W. A. *Frutas do Brasil: Uva de mesa: Fitossanidade*. Brasília, Embrapa informação Tecnológica, p. 9-26. 2002.

TAVARES, S.C.C.H.; CRUZ, S.C. Doenças causadas por fungos. In: LIMA, M.F.; TEIXEIRA, A. H. de C.; MOURA, M. S. B. de; ANGELOTTI, F. Aspectos agrometeorológicos da cultura da videira. In: Leão, P. C. S; Soares, J. M. *Sistemas de Produção: Cultivo da Videira*. 2. Ed. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2010.

TEIXEIRA, A.H.C.; SOUZA, R.A.; RIBEIRO, P.H.B.; REIS, V.C.S.; SANTOS M.G.L. Aptidão agroclimática da cultura da videira no Estado da Bahia, Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 6(1): 107-111. 2002.

THIS, P.; LACOMBE, T.; THOMAS, M. R. Historical origins and genetic diversity of wine grapes. *Trends in Genetics*, v. 22, n. 9, p. 511-519, Sep. 2006.

THOMÉ, V. M. R.; ZAMPIERI, S.; BRAGA, H. J.; PANDOLFO, C.; SILVA JÚNIOR, V. P. da; BACIC, I.; LAUS NETO, J.; SODATELI, D.; GEBLER, O.; ECHEVERRIA, L.; MATTOS, M.; SUSKI, P. P. **Zoneamento Agroecológico e Socioeconômico de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 1999, v.1000. p.1000.

TOMAZETTI, T. C.; ROSSAROLLA, M. D.; ZEIST, A. R.; GIACOBBO, C. L.; WELTER, L. J.; ALBERTO, C. M. Fenologia e acúmulo térmico em videiras viníferas na região da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 50, n. 11, p. 1033-1041, Nov. 2015.

TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 124, p. 81-97, Jul. 2004.

TONIETTO, J.; MANDELLI, F. **Uvas Americanas e Híbridas para Processamento em Clima Temperado**. Bento Gonçalves: Embrapa, 2003

TÖPFER, R. *et al.* New horizons for grapevine breeding. **Methods in temperate fruit breeding. fruit, vegetable and cereal science and biotechnology**, v. 5, p. 79-100, 2011.

TÖPFER, R. *Rpv10*: a new locus from the Asian *Vitis* gene pool for pyramiding downy mildew resistance loci in grapevine. *Theoretical and Applied Genetics* 124:163–176. 2012.

VASCONCELOS, M. C.; CASTAGNOLI, S. Leaf Canopy Structure and Vine Performance. *American Journal of Enology and Viticulture*, v. 51, n. 4, p. 390-396, Jan. 2000.

VELASCO, R. *et al.* A high quality draft consensus sequence of the genome of a heterozygous grapevine variety. **PloS one**, v. 2, n. 12, p. e1326, 2007.

VENUTI, S.; COPETTI, D.; FORIA, S.; FALGINELLA, L.; HOFFMANN, S.; BELLIN, D.; CINDRIC, P.; KOZMA, P.; SCALABRIN, S.; MORGANTE, M.; TESTOLIN, R.; DI GASPERO G. Historical introgression of the downy mildew resistance gene Rpv12 from the asian species *Vitis amurensis* into grapevine varieties. *PLoS ONE* 8(4): e61228. doi:10.1371/journal.pone.0061228. 2013.

VIANA, L. H. Fenologia e quebra de dormência da videira ‘Niagara Rosada’ cultivada na região norte fluminense em diferentes épocas de poda. 2009. 74 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2009.

WELTER, J. L. Melhoramento genético da videira com ênfase na resistência a doenças. In: Encontro Nacional Sobre Fruticultura de Clima Temperado. 15, 2017, Fraiburgo, SC. **Anais...** Caçador: Epagri, 2017. p. 89 -93.

WELTER, L. J.; GÖKTÜRK-BAYDAR, N.; AKKURT, M.; MAUL, E.; EIBACH, R.; TÖPFER, R.; ZYPRIAN, E. M. 2007. Genetic mapping and localization of quantitative trait loci affecting fungal disease resistance and leaf morphology in grapevine (*Vitis vinifera* L). *Molecular Breeding*, v. 20, p. 359-374, Nov. 2007.

WIEDEMANN-MERDINOGLU, S.; PRADO, E.; COSTE, P.; DUMAS, V.; BUTTERLIN, G.; BOUQUET, A.; MERDINOGLU, D. Genetic Analysis of Resistance to Downy Mildew from *Muscadinia rotundifolia*. 9th Int.Conf. Grape Genet. Breed. Udine, Italy. 2006.

WINKLER, A. J. *Viticultura*. 6. ed. México: Companhia Editorial Continental, 1980, 791 p. Tradução por Guillermo A. Fernandez de Lara.

YUSTE, D. J. Factores de desequilibrio de la vid: alternativas para el manejo eficaz del potencial vegetativo hacia el equilibrio del viñedo. In: Control del Vigor y del Rendimiento en el Marco de una Viticultura de Calidad, v. 1, 2005, La Rioja. **Anais**. La Rioja: APROVI, 2005.

ZANGHELINI, J. A. Fenologia, exigência térmica e características vitícolas de genótipos de videira resistentes ao míldio (PIWI) em Santa Catarina. 2018. 83 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2018.

3 CAPITULO 1 - DESCRIÇÃO DAS VARIEDADES E SELEÇÕES EMPREGADAS NO ESTUDO

3.1 INTRODUÇÃO

Na Europa as variedades PIWI (*Pilzwiderstandsfähige*) já são consideradas viníferas, porque a maior parte (>85%) de seu genoma provém de *Vitis vinífera*, apresentando resistência a patógeno fúngicos e oomicetos e produzindo vinhos de alta qualidade. Além disso, em diversos países europeus esses cultivares tornaram-se a base para viticultura orgânica e biodinâmica (PAVLOUSEK, 2015). Entretanto, a principal vantagem das cultivares PIWI está associada à redução do uso de fungicidas, o que contribui para a preservação do meio ambiente, a saúde pública e a qualidade de vida do produtor e consumidor (PETGEN, 2016).

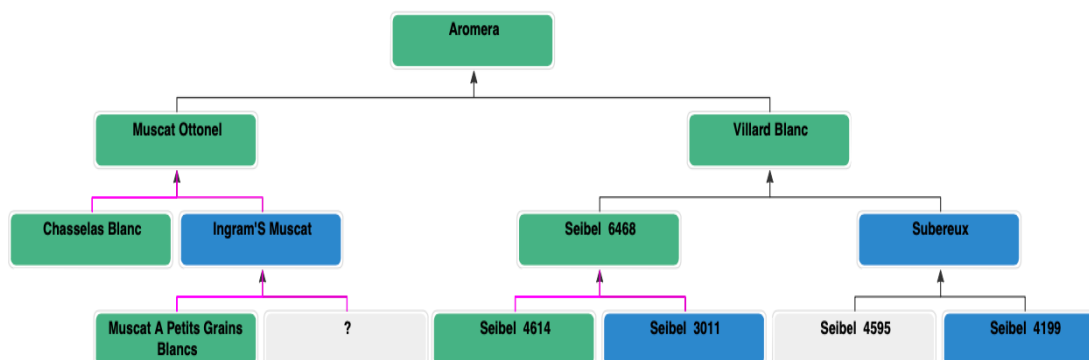
O objetivo deste capítulo, foi o de compilar as informações, bem como a descrição das mesmas (variedades e seleções PIWI) e agrupá-las, pois até o presente momento não existe texto em português com a descrição das mesmas.

3.2 Descrição das variedades Brancas

3.2.1 Aromera

Esta variedade tem como país de origem a Itália e foi desenvolvida pelo Instituto InnoVitis, a partir do cruzamento entre as variedades Villard Blanc e MusKat Ottonell (MAUL *et al.*, 2020). Possui loco *Rpv 3.1* de resistência ao míldio da videira. A baga com a pele cor branca, apresenta tamanho médio. O vinho apresenta uma agradável fragrância, tipo moscatel (WINE PLANT, 2018). Foi introduzida nas estações de estudo em Santa Catarina em 2015.

Figura 5 - Genealogia da variedade Aromera



Fonte: MAUL *et al.*, 2020

Figura 6 - Aspecto da planta e do cacho, da variedade Aromera.

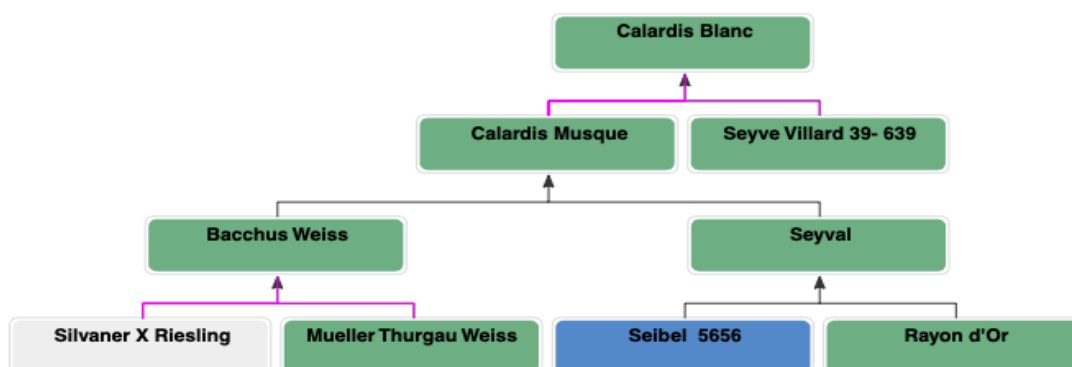


Fonte: autor.

3.2.2 Calardis Blanc

Esta variedade, tem como pais de origem a Alemanha, é uma variedade de uvas brancas, criada no Instituto Julius Kuehn na Alemanha, a partir do cruzamento entre os parentais Calardis Musque x Seyve Villard 39-639, realizado em 1993. Apresenta alta resistência ao míldio e média ao oídio e *Botrytis*, possibilitando a redução de até 80% nos tratamentos com fungicidas. A cv. Calardis Blanc apresenta os locos de resistência *Rpv3.1* e *Rpv3.2* e *Ren3*, *Ren9*, que conferem resistência ao míldio e oídio, respectivamente (MAUL *et al.*, 2020). Possui vigor médio, bagas e cachos médios chegando a 120 gramas. O vinho obtido a partir deste genótipo é frutado com decente buquê (JKI, 2020). Foi introduzida nas estações experimentais em Santa Catarina em 2015.

Figura 7 - Genealogia da variedade Calardis Blanc.



Fonte: MAUL *et al.*, 2020

Figura 8 - Aspecto da planta e do cacho, da variedade Calardis Blanc.

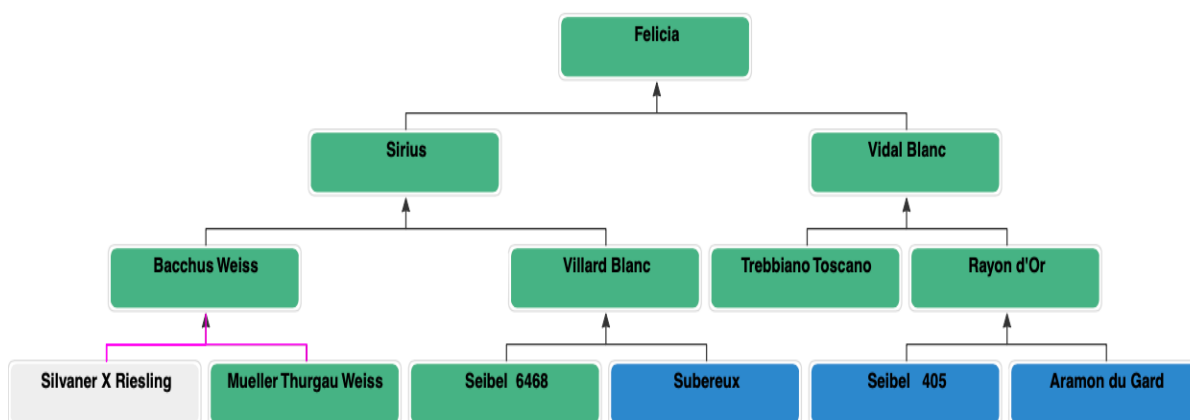


Fonte: autor

3.2.3 Felicia

Esta variedade, tem como pais de origem a Alemanha, de uvas brancas, e foi melhorada por Rudolf Eibach e Reinhard Töpfer no Instituto Julius Kuehn, a partir do cruzamento entre os parentais Sirius e Vidal Blanc, realizado em 1964. Felicia foi protegida em 2004, apresenta média resistência ao míldio, oídio e ao *Botrytis*, possibilitando reduções de até 70 % na aplicação de fungicidas. A cv. apresenta os locos de *resistência Rpv3.1 e Rpv3.2 e Ren3 e Ren 9*, que conferem resistência ao míldio e oídio, respectivamente (MAUL *et al.*, 2020). Apresenta alto vigor, arquitetura de cachos média, podendo chegar a 210 gramas por cacho (JKI, 2020). O vinho elaborado a parti deste apresenta aromas florais e acidez equilibrada, remetendo a vinhos elaborados com uva moscatel (PRITCHARD, 2016). Felicia foi introduzida nas estações experimentais em Santa Catarina em 2015.

Figura 9 - Genealogia da variedade Felicia.



Fonte: MAUL *et al.*, 2020

Figura 10 - Aspecto da planta e do cacho, da variedade Felicia.

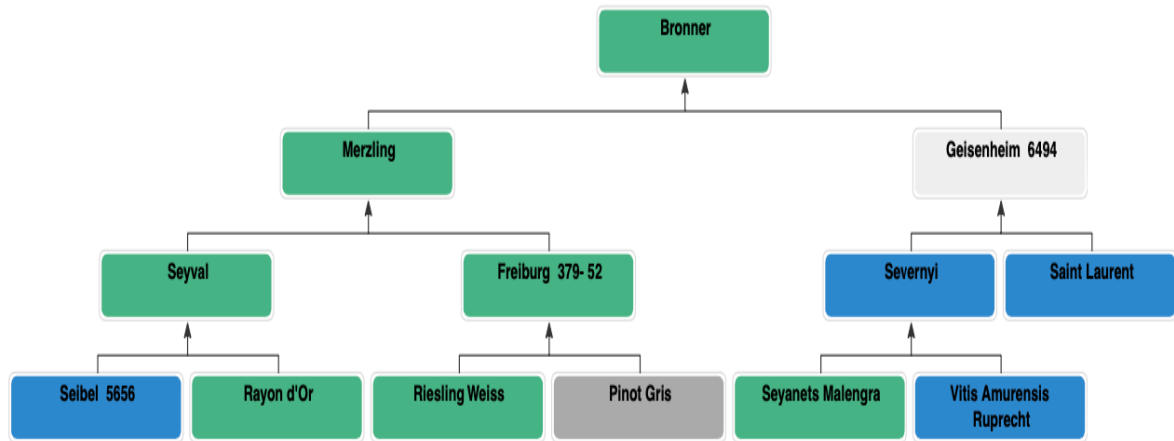


Fonte: autor

3.2.4 Bronner

Essa variedade, tem como pais de origem Alemanha, desenvolvida no Centro de Pesquisas de Freiburg. Ela é proveniente do cruzamento das variedades Merzling x Geisenheim 6494, contendo piramidização de genes de resistência (*Rpv 10 e Rpv 3.3, Ren 3 e Ren 9*) (Vezzulli, *et al.* 2019). Suas características agronômicas são maturação média à tardia e alta resistência ao míldio. Bronner apresenta uma considerável resistência ao oídio e Botrytis e é muito produtiva. Seu vinho apresenta aroma relativamente neutro, com notas ocasionais de maçãs maduras (JKI, 2020; MAUL *et al.*, 2020). Sua cor de pele é branca. Bronner foi introduzida nas estações experimentais em Santa Catarina em 2015.

Figura 11 Genealogia da variedade Bronner.



Fonte: MAUL *et al.*, 2020

Figura 12 - Aspecto do cacho, da variedade Bronner.



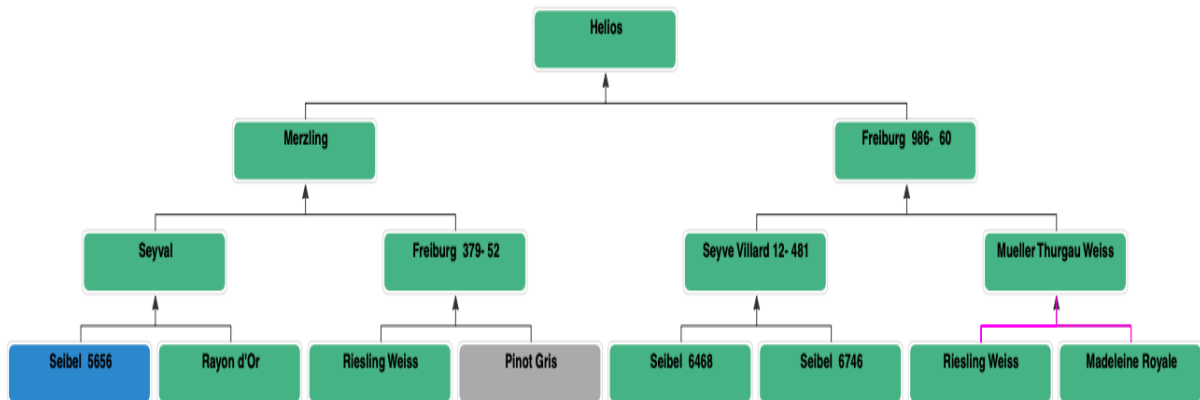
Fonte: autor

3.2.5 Helios

Esta variedade tem como pais de origem a Alemanha, criado por Nobert Becker, no ano de 1973, no Instituto Nacional de Viticultura de Freiburg, a partir do cruzamento de Merzling x Freiburg 986-60. Sua proteção foi registrada no ano de 2004 (JKI, 2020). Sua cor de pele da baga é branca com tamanho pequeno (MAUL *et al.*, 2020). Helios apresenta boa resistência ao míldio, oídio e *Botrytis* (ROBSON; HARDING; VOUILLAMOZ, 2012). Possui o loco *Rpv3.1*

de resistência ao míldio da videira (RUEHL *et al.*, 2015). Helios foi introduzida nas estações experimentais em Santa Catarina em 2015.

Figura 13 - Genealogia da variedade Helios.

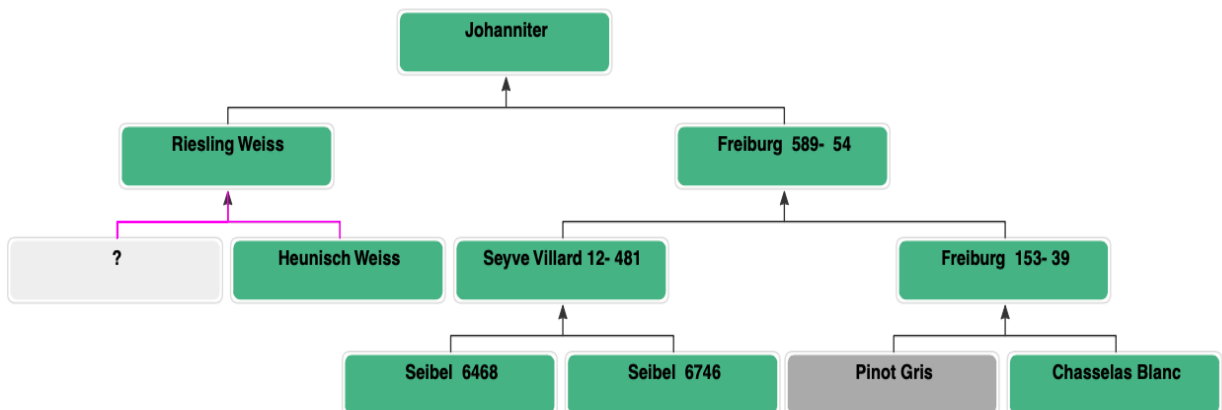


Fonte: MAUL *et al.*, 2020

3.2.6 Johanniter

Essa variedade também tem como país de origem a Alemanha e foi desenvolvido por Zimmermann e Johannes, a partir do cruzamento entre as variedades Riesling Weiss e Freiburg 589-54. A baga de pele branca tem tamanho médio, forma cilíndrica e o cacho compactado. As bagas mostram pequenas manchas escuras na pele da baga (VIVC, 2018; MAUL *et al.*, 2020). Johanniter foi introduzida nas estações experimentais em Santa Catarina em 2017.

Figura 14 - Genealogia da variedade Johanniter.



Fonte: MAUL *et al.*, 2020

Figura 15 - Aspecto da variedade e cacho.



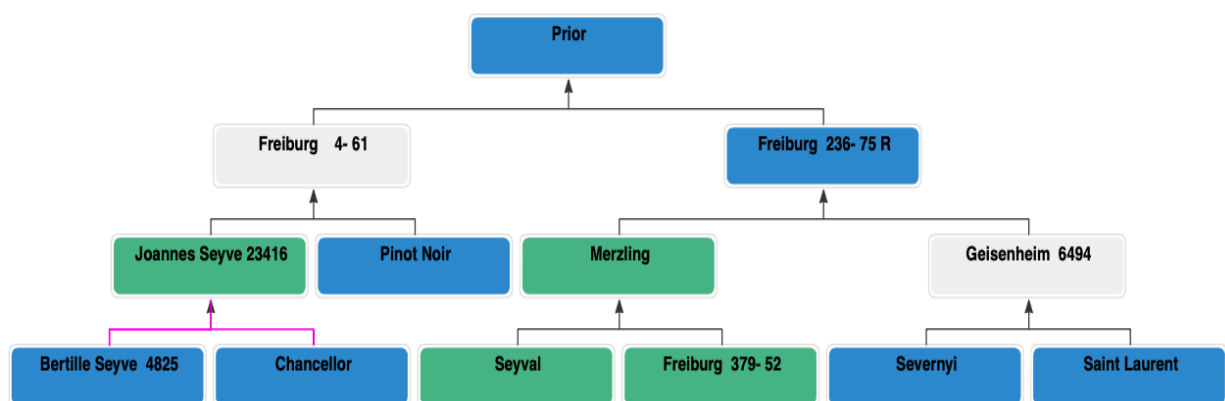
Fonte: autor

3.3 Descrição das variedades Tintas

3.3.1 Prior

Esta variedade tem como pais de origem a Alemanha, criada por Nobert Becker, no ano de 1973, no Instituto Nacional de Viticultura de Freiburg, a partir do cruzamento de Freiburg-4-61 e Freiburg 236-75, sua proteção foi registrada no ano de 2004 (JKI, 2018). A cor da pele da baga é preta. O vinho é rico em taninos e compostos fenólicos, apresenta cor vermelha intensa com aromas leves e frutados (PRITCHARD, 2016). A cultivar Prior apresenta alta resistência ao míldio, é suscetível ao oídio e *Botrytis* (ROBINSON; HARDING; VOUILAMOZ, 2012). Possui o loco *Rpv3.1* de resistência ao míldio da videira (RUEHL *et al.*, 2015). Prior foi introduzida nas estações experimentais em Santa Catarina em 2015.

Figura 16 - Genealogia da variedade Prior.



Fonte: MAUL *et al.*, 2020

Figura 17 - Aspecto da planta e do cacho, da variedade Prior.

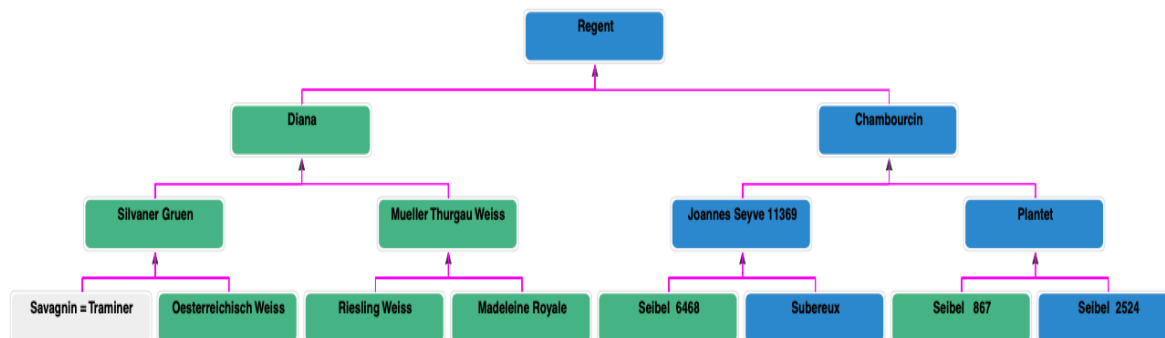


Fonte: autor.

3.3.2 Regent

Esta variedade, tem como pais de origem Alemanha, criado por Gerhardt Alleweldt em 1967, no Instituto Julius-Kuhn, a partir do cruzamento Diana e Chambourcin, teve sua proteção registrada no ano de 1994 (JKI, 2018). A cor da pele da baga é preta com tamanho médio, resultando em um vinho escuro (WINE PLANT, 2018). Regent apresenta maturação precoce, alta resistência ao míldio e oídio, e média resistência a podridão cinza, causada por *Botrytis cinerea* (EIBACH; TOPFER, 2003). Produz vinhos de alta qualidade, com característica encorpada, apta para consumo rápido ou para envelhecimento em barrica, graças a presença de taninos aveludados. Os aromas frutados variam entre cereja e cassis. Possui loco *Rpv3.1* de resistência ao míldio da videira (RUEHL *et al.*, 2015). Regent foi introduzida nas estações experimentais em Santa Catarina em 2015.

Figura 18 - Genealogia da variedade Regent.



Fonte: MAUL *et al.*, 2020

Figura 19 - Aspecto da planta e do cacho da variedade Regent.

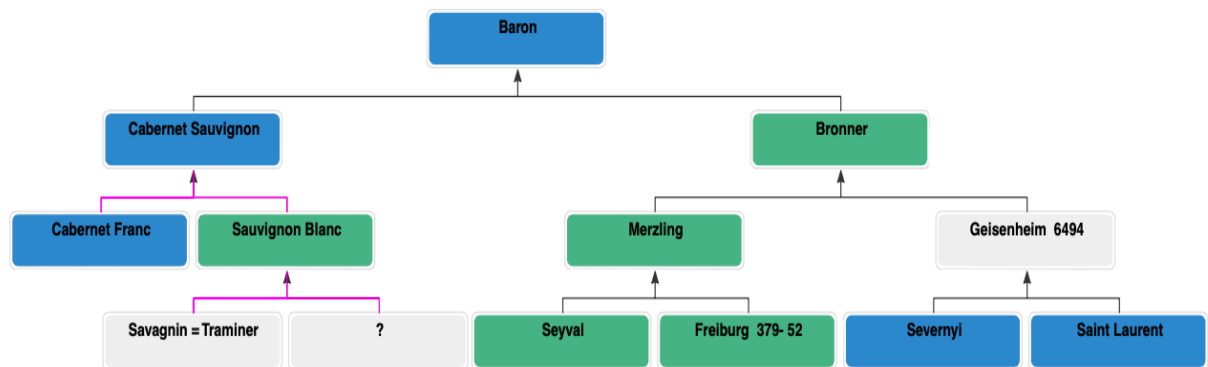


Fonte: autor

3.3.3 Baron

Essa variedade tem como país de origem a Alemanha, criado por Norbert Becker em 1983, no Instituto Nacional de Viticultura em Freiburg, a partir do cruzamento entre as variedades Bronner e Cabernet Sauvignon. Sua proteção foi registrada no ano de 2005 (JKI, 2018). Baron apresenta alta resistência ao míldio e boa ao oídio. O vinho possui coloração intensa, com alta concentração de compostos fenólicos, aroma frutado e com especiarias (WINE PLANT, 2018). A cor da pele da baga é preta, possui tamanho médio (JKI, 2018). Contem o loco *Rpv10* de resistência ao míldio da videira (RUEHL *et al.*, 2015). Baron foi introduzida nas estações experimentais em Santa Catarina em 2015.

Figura 20 - Genealogia da variedade Baron.



Fonte: MAUL *et al.*, 2020

Figura 21 - Aspecto do cacho da variedade Baron.



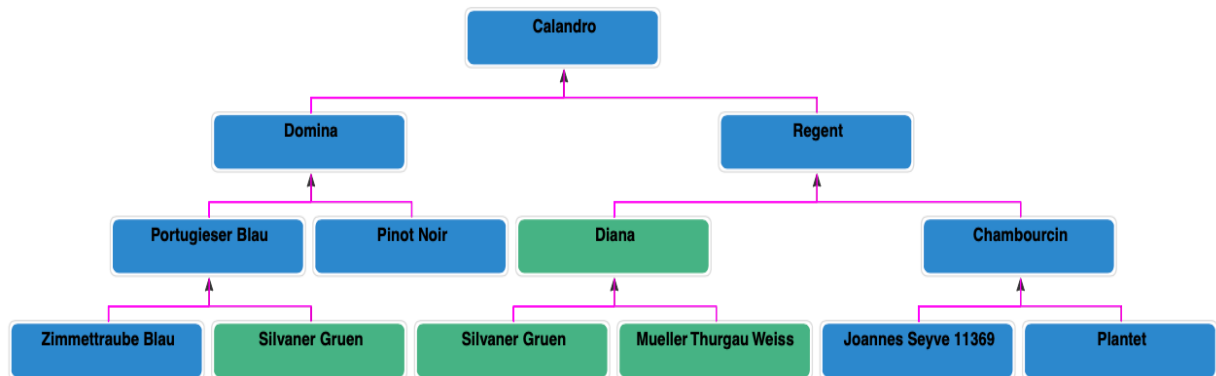
Fonte: autor

3.3.4 Calandro

Esta variedade tem como pais de origem a Alemanha, criado por Rudolf Eibach e Reinhard Topfer no ano 1984, no Instituto Julios-Kuhn, a partir do cruzamento entre as variedades Domina e Regent. Sua proteção foi registrada no ano de 2009 (JKI, 2018). Calandro apresenta boa resistência ao míldio e *Botrytis*. Possui cor de baga preta, produz um vinho encorpado e tânico, com aromas defumados e de frutas vermelhas, apresenta bom potencial de guarda (ROBINSON; HARDING; VOUILLAMOZ, 2012; JKI, 2018). Contém o loco *Rpv3.1*

de resistência ao míldio da videira (RUEHL *et al.*, 2015). Calandro foi introduzida nas estações experimentais em Santa Catarina em 2015.

Figura 22 - Genealogia da variedade Calandro.



Fonte: MAUL *et al.*, 2020

Figura 23 - Aspecto do cacho da variedade Calandro.



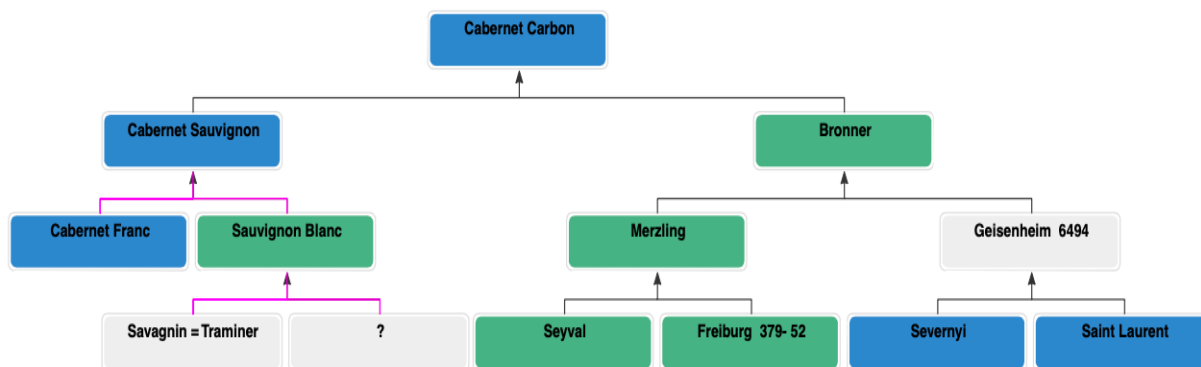
Fonte: autor

3.3.5 Cabernet Carbon

Essa variedade tem como país de origem a Alemanha, foi desenvolvida no Centro de Pesquisas de Freiburg, foi criado por Becker e Norbert, a partir do cruzamento entre as variedades Cabernet Sauvignon e Bronner, possui *Rpv10* (JKI, 2020). Cabernet Carbon apresenta maturação médio tardia e resistente ao míldio. A cor da baga é preta (VIVC, 2018). Seus vinhos possuem uma coloração intensa, abundância de taninos, notas picantes e aroma

característico de cassis oriundo da Cabernet Sauvignon. Cabernet Carbon foi introduzida nas estações experimentais em Santa Catarina em 2017.

Figura 22 - Genealogia da variedade Cabernet Carbon.



Fonte: MAUL *et al.*, 2020

Figura 23 - Aspecto da planta e do cacho da variedade Cabernet Carbon.



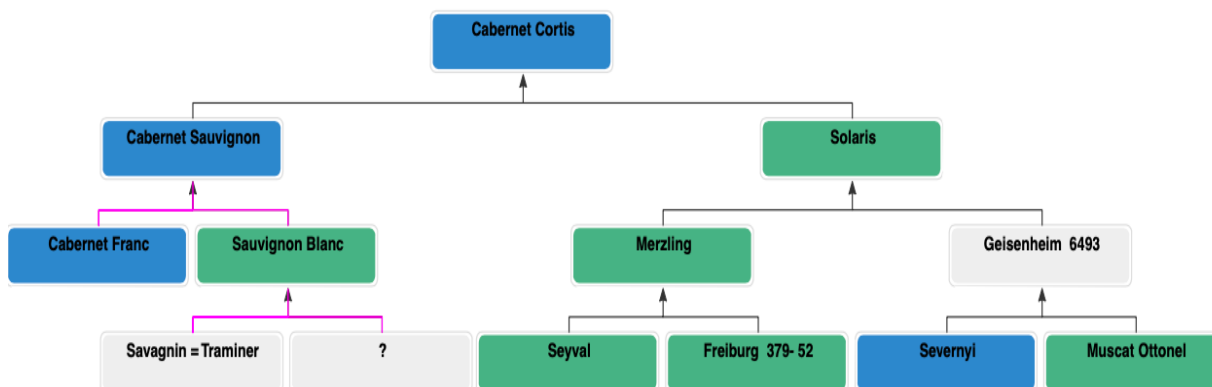
Fonte: autor

3.3.6 Cabernet Cortis

Essa variedade tem como país de origem a Alemanha, foi criado por Becker e Norbert, a partir do cruzamento entre as variedades Cabernet Sauvignon e Solaris pelo Instituto de pesquisa de Freiburg. Contém os genes de resistência *Ren3*, *Ren9*, *Rpv10* e *Rpv 3.3* (JKI, 2020). Cabernet Cortis apresenta a baga com cor preta, maturação precoce e resistência ao míldio. Possui considerável resistência a podridão cinzenta, mas é altamente suscetível ao oídio (VIVC, 2018). Seu vinho possui coloração intensa, sendo um vinho tânico essas características similares

ao Cabernet Sauvignon. Cabernet Cortis foi introduzida nas estações experimentais em Santa Catarina em 2017.

Figura 24 - Genealogia da variedade Cabernet Cortis.



Fonte: MAUL *et al.*, 2020

Figura 25 - Aspecto da planta e do cacho da variedade Cabernet Cortis.



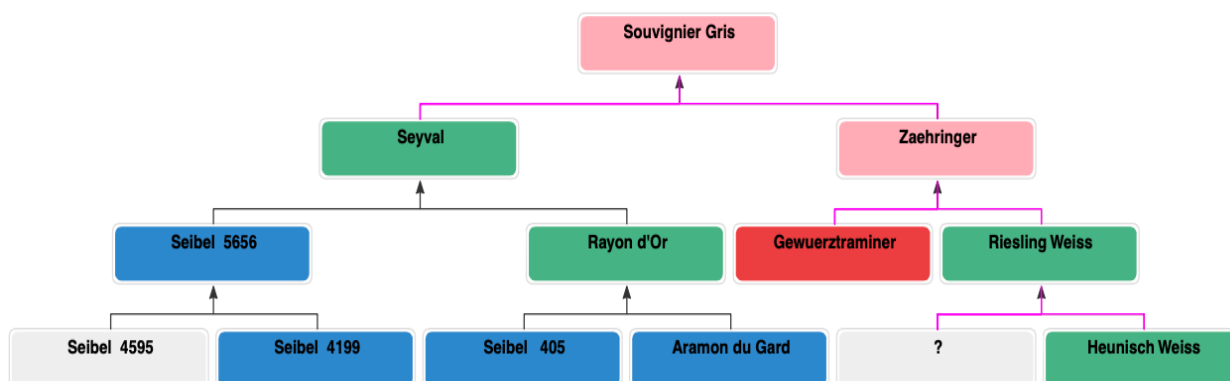
Fonte: autor

3.4 Descrição das variedades Rosadas

3.4.1 Souvignier Gris

Essa variedade tem como país de origem a Alemanha e foi desenvolvido por Becker e Norbert, a partir do cruzamento entre as variedades Seyval e Zeehringer (VIVC, 2018). Possui os genes de resistência *Ren 3*, *Ren9* e *Rpv3.3* (JKI, 2020). A baga com a pele rosa apresenta tamanho médio a grande, não muito compactas e em forma de rolo oblongo (VIVC, 2018). Souvignier Gris foi introduzida nas estações experimentais em Santa Catarina em 2017.

Figura 26 - Genealogia da variedade Sauvignier Gris.



Fonte: MAUL *et al.*, 2020

Figura 27 - Aspecto do cacho da variedade Sauvignier Gris.

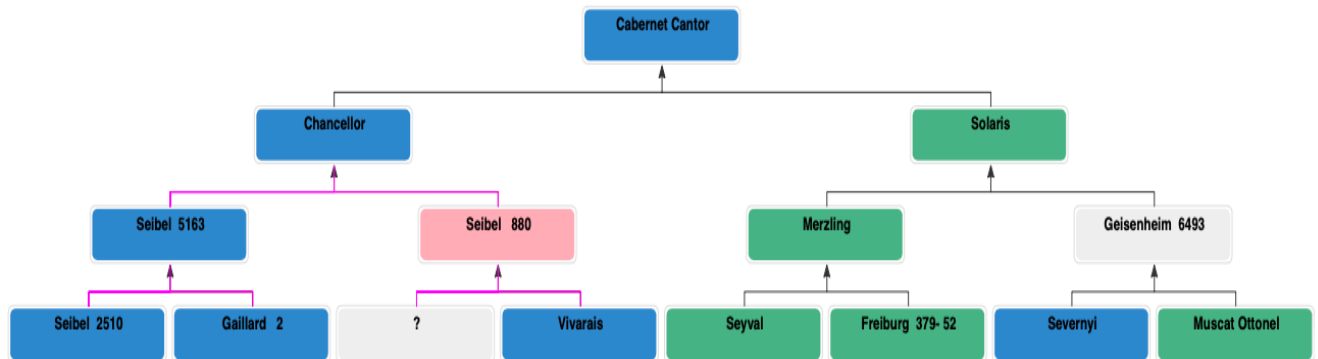


Fonte: autor

3.4.2 Cabernet Cantor

Essa variedade tem como país de origem a Alemanha, foi criada por Becker e Norbert, a partir do cruzamento entre as variedades Chancellor e Solaris. Possui os genes de resistência *Ren 3*, *Ren 9*, *Rpv10*, *Rpv3.1* e *Rpv3.3* (JKI, 2020). Apresenta cor da baga rosa (VIVC, 2018). Cabernet Cantor foi introduzida nas estações experimentais em Santa Catarina em 2017.

Figura 28 - Genealogia da variedade Cabernet Cantor.



Fonte: MAUL *et al.*, 2020

3.5 Descrição das seleções

As seleções avançadas de melhoramento, obtidas por várias gerações de retrocruzamento modificado com *V. vinifera* (mais de 90% de genoma de *V. vinifera*), e apresentam locos de resistência ao míldio piramidados; Gf.2004-043-004, Gf.2004-043-0015 e Gf.2004-043-0024, cor de pele branca, e Gf.2004-043-10, Gf.2004-043-13 e Gf.2004-043-21, cor de pele tinta.

Figura 24 - Aspecto do cacho da seleção Gf.2004-043-0024.



Fonte: autor

Figura 25 - Aspecto da planta e do cacho da seleção Gf.2004-043-0013.



Fonte: autor

Figura 26 - Aspecto da planta e do cacho da seleção Gf.2004-043-0021.



Fonte: autor

3.6 Genes de resistência e origem das variedades e seleções

Abaixo, temos de forma sucinta, a descrição do gene, cruzamento, coloração da baga e origem de cada uma:

Tabela 1 - Genes de resistência de míldio e oídio, cruzamento, cor da baga e origem das variedades utilizadas no presente estudo.

Variedade	Gene ¹	Cruzamento	Cor da baga	Origem/Instituto
Aromera	<i>Rpv3.1</i>	Eger 2 x MusKat Ottonel	Branca	InnoVitis
Baron	<i>Rpv10, Rpv3.3</i>	Bronner x Cabernet Sauvignon	Tinta	WBI
Calandro	<i>Ren3, Ren9, Rpv3.1</i>	Domina x Regent	Tinta	JKI
Helios	<i>Ren3, Ren9, Rpv3.1</i>	Merzling x FR-986-60	Branca	WBI

Prior	<i>Ren3, Ren9, Rpv3.1, Rpv3.3</i>	Freiburg 4-61 x Freiburg 236-75R	Tinta	WBI
Regent	<i>Ren3, Ren9, Rpv3.1</i>	Diana x Chambourcin	Tinta	JKI
Calardis Blanc	<i>Ren3, Ren9, Rpv3.1, Rpv3.2</i>	Calardis Musque x Seyve Villard 39-639	Branca	JKI
Felicia	<i>Ren3, Ren9, Rpv3.1, Rpv3.3</i>	Sirius x Vidal Blanc	Branca	JKI
Bronner	<i>Ren3, Ren9, Rpv10, Rpv3.3</i>	Merzling x Geisenheim 6494	Branca	WBI
Gf.2004-043-0024	<i>Run1, Ren3, Rpv1, Rpv3.1</i>	Breeding line	Branca	JKI
Gf.2004-043-0015	<i>Run1, Ren3, Rpv3.1, Rpv1</i>	Breeding line	Branca	JKI
Souvignier Gris	<i>Ren3, Ren9, Rpv3.2</i>	Cabernet Sauvignon x Bronner	Rosa	WBI
Johanniter	<i>Ren3, Ren9, Rpv3.1</i>	Riesling Weiss x Freiburg 589-54	Branca	WBI
Cabernet Cortis	<i>Ren3, Ren9, Rpv10, Rpv3.3</i> <i>Ren3, Ren9, Rpv10, Rpv3.1,</i>	Cabernet Sauvignon x Solaris	Tinta	WBI
Cabernet Cantor	<i>Rpv3.3</i>	Chanceler x Solaris	Rosa	WBI
Cabernet Carbon	<i>Rpv10</i>	Cabernet Sauvignon x Bronner	Tinta	WBI
Gf.2004-043-0004	<i>Run1, Ren3, Ren9, Rpv1, Rpv3.1</i>	Breeding line	Branca	JKI
Gf.2004-043-0010	<i>Run1, Ren3, Ren9, Rpv1, Rpv3.1</i>	Breeding line	Tinta	JKI
Gf.2004-043-0013	<i>Run1, Ren3, Ren9, Rpv1, Rpv3.1</i>	Breeding line	Tinta	JKI
Gf.2004-043-0021	<i>Run1, Ren3, Ren9, Rpv1, Rpv3.1</i>	Breeding line	Tinta	JKI

Note: InnoVitis, Italy; Julius Kühn Institut (JKI), Germany; Staatliches Weinbauinstitut Freiburg (WBI), Germany. Fonte: VIVC, 2018; JKI, 2020; MAUL *et al.*, 2010.

3.7 Descrição da variedade testemunha

3.7.1 Sauvignon Blanc

O genótipo suscetível ao míldio da videira, utilizado foi Sauvignon Blanc. A origem mais provável desta variedade corresponde ao centro ou sudeste da França (GALET, 1990). É uma variedade pouco produtiva, o cacho é pequeno e compacto, o que favorece o desenvolvimento de podridões (SILVA; GUERRA, 2011). Apresenta um ciclo fenológico mais curto no sul do Brasil, portanto não apresenta o risco de danos por geadas tardias (BRIGHENTI *et al.*, 2013). É sensível ao míldio (*P. viticola*), medianamente ao oídio (*U. necator*) e sensível a *B. cinerea* e a podridão ácida (ANÔNIMO, 1995; GALET, 1990). O aroma dos vinhos é de frutas cítricas, frutas tropicais, como maracujá e abacaxi e herbáceos. Os vinhos são secos e marcados pela acidez. Também é usada para a produção de vinhos tipo “Late Harvest” ou Colheita Tardia (SILVA; GUERRA, 2011).

REFERÊNCIAS

BRIGHENTI, A. F.; BRIGHENTI, E.; BONIN, V.; RUFATO, L. Caracterização fenológica e exigência térmica de diferentes variedades de uvas viníferas em São Joaquim, Santa Catarina-Brasil. **Ciência Rural**, v. 43, n. 7, p. 1162-1167, 2013.

EIBACH, R.; TÖPFER, R. **Success in resistance breeding: ‘Regent’ and its steps into the Market**. ISHS Acta Horticulturae: VIII International Conference on Grape Genetics and Breeding, n. 603, p. 687-691, 2003.

GALET, P. **General viticulture**. Chaitré – France: Oenoplurimédia publishers, 2000. 443 p.

JKI – Julius Kühn-Institut. Vitis International Variety Catalogue (VIVC). 2018.

MAUL *et al.* (2010): Vitis International Variety Catalogue - www.vivc.de – (acessado em janeiro de 2020).

PETGEN, M. Pilzfeste Sorten: Das Ende des Nischendaseins. Der Deutsche Weinbau, [S.I], n. 11, p.12-15, May. 2016.

PRITCHARD, D. Vine Varieties. Minehead: Winegrowers Supplies. 2016.

ROBINSON, J.; HARDING, J.; VOUILLAMOZ, J. Wine Grapes: A complete guide to 1.368 vine varieties, including their origins and flavours. New York: Ecco Press, 2012. 1859 p.

RUEHL, E.; SCHMID, J.; EIBACH, R.; TÖPFER, R. Grapevine breeding programmes in Germany. In: Grapevine Breeding Programs for the Wine Industry. 2015. p. 77-101.

VIVC (Vitis International Variety Catalogue). 2018.

WINE PLANT. Resistant red wine grapes. 2019.

4 CAPÍTULO 2- AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE VARIEDADES E SELEÇÕES PIWI AO MÍLDIO DA Videira E A INTERAÇÃO GENÓTIPO *versus* AMBIENTE

RESUMO

Nas regiões entre 900 e 1.400 metros de altitude de Santa Catarina vem se evidenciando a produção de uvas para vinhos finos de qualidade. Entretanto, o controle de doenças fúngicas, especialmente o míldio da videira (*Plasmopara viticola*), eleva os custos com tratamentos fitossanitários, bem como oferece riscos ao ambiente e à saúde humana. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a dinâmica temporal do míldio da videira em variedades e seleções PIWI nas condições edafoclimáticas de Curitiba e Videira, SC. O experimento foi conduzido em vinhedos experimentais localizados na Área Experimental Agropecuária da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitiba e na Estação Experimental da Epagri, Videira, SC, no ciclo 2018/19. O delineamento experimental utilizado foi em bifatorial em blocos, com quatro repetições, com nove genótipos contendo diferentes locos de resistência ao míldio, mais uma testemunha suscetível (fator 1) avaliados em dois locais (fator 2). Nas avaliações, a severidade foi determinada utilizando duas escalas, sendo a escala da OIV-452 e a escala diagramática da videira proposta por Buffara. Foram realizados gráficos da área abaixo da curva de progresso da severidade doença (AACPSD) de cada variedade e seleção, comparativamente entre o genótipo suscetível em relação ao início do aparecimento dos sintomas (IAS), valor máximo (Smáx) e mínimo (Smin) de severidade, tempo para atingir a máxima severidade da doença (TAMSD). Com base nas avaliações proporcionadas pela escala OIV-452, os menores valores da AACPSD e do IAS foi encontrado na variedade Cabernet Carbon (251,07 e 75) em Curitiba; em Videira os menores valores da AACPSD foi revelado pela seleção Gf.2004-043-0013 (230,26) e do IAS pela seleção Gf.2004-043-0010 (59,5). A testemunha atingiu o valor máximo de AACPD em ambos os locais 502, 91 e 528,37, em Curitiba e Videira, respectivamente. A Smáx em Curitiba foi exibida pela variedade Cabernet Cortis e pela seleção Gf.2004-043-0013 (9); em Videira pelas variedades Cabernet Cortis e Johanniter (9), em ambos os locais Cabernet Cortis e Johanniter foram as primeiras a apresentar os sintomas da doença a campo. No entanto, a testemunha em ambos os locais também obteve o Smax, com IAS de 62,7. Com o uso da escala Buffara, o menor valor de AACPSD foi apresentado pela seleção Gf.2004-043-0004 (3398,65) em Curitiba; enquanto em Videira a menor AACPD foi obtida pela Cabernet Cortis (22403,55). Os valores de AACPD da testemunha foram 1677,87 e 2689,89, em Curitiba e Videira, respectivamente. O valor de IAS em Curitiba variou de 20 a 24 para todas as variedades e seleções PIWI, exceto a testemunha que alcançou 32. Em Videira, os valores para as variedades foram mais altos (ex: 42 na Gf.2004-043-0013, mas menor na testemunha (15). A Smáx em Curitiba foi revelada pela Cabernet Cantor (85,8), em Videira pela Cabernet Cortis (56,3). Em ambos os locais a testemunha obteve o maior valor de IAS (75). O TAMSD foi de 116 e 100 na seleção Gf.2004-043-0004, em Curitiba e Videira, respectivamente, muito similar ao valor apresentado pela testemunha (100). Os distintos resultados obtidos pelas diferentes escalas pode ser decorrente do tamanho amostral; enquanto na OIV-452, que é referência internacional, são amostradas três folhas jovens (4,5,6), as quais respondem melhor a resistência, na escala Buffara são amostradas 30 folhas, incluindo folhas jovens e velhas, com diferentes respostas. É relevante considerar

que em razão da significância estatística da interação variedade *versus* local, os melhoristas devem selecionar variedades mais adaptadas a cada local.

Palavras-chave: *Plasmopara viticola*; Severidade; Resistência a doenças fúngicas.

ABSTRACT

The production of grapes for wines in regions between 900 and 1,400 meters of altitude in Santa Catarina has been increase. However, the control of fungal diseases, such as downy mildew (*Plasmopara viticola*), raises the cost of phytosanitary treatments, as well as offering risks to the environment and human health. The aim of this work was to evaluate the temporal dynamics of grape downy mildew in Piwi varieties and selections in different edaphoclimatic conditions. The experiment was conducted in two vineyards, the first one located in the Agricultural Experimental Area of the Federal University of Santa Catarina, Campus of Curitibanos, Curitibanos, SC, and at the Epagri Experimental Station, Videira, SC, in the 2018/19 growing seasons. The experimental design used was in a bifactorial block, with four replications, with nine genotypes containing different loci of resistance against downy and powdery mildew, plus a susceptible control (factor 1) evaluated in two locations (factor 2). Graphs of the area below the disease severity progress curve (AACPSD) of each variety and selection were made, comparing the susceptible genotype in relation to the onset of symptoms (IAS), maximum (Smáx) and minimum (Smin) value of severity, time to reach maximum disease severity (TAMSD). Based on the evaluations provided by the OIV-452 scale, the lowest values of AACPSD and IAS were found in the Cabernet Carbon variety (251.07 and 75) in Curitibanos; in Videira, the lowest values of AACPSD were revealed by selection Gf.2004-043-0013 (230.26) and IAS by selection Gf.2004-043-0010 (59.5). The control reached the maximum value of AACPD in both locations 502, 91 and 528.37, in Curitibanos and Videira, respectively. Smáx in Curitibanos was exhibited by the Cabernet Cortis variety and by the selection Gf.2004-043-0013 (9); in Videira by the varieties Cabernet Cortis and Johanniter (9), in both places Cabernet Cortis and Johanniter were the first to present the symptoms of the disease in the field. However, the witness at both locations also obtained Smax, with an IAS of 62.7. Using the Buffara scale, the lowest value of AACPSD was presented by the selection Gf.2004-043-0004 (3398.65) in Curitibanos; while in Videira the lowest AACPD was obtained by Cabernet Cortis (22403,55). The AACPD values of the witness were 1677.87 and 2689.89, in Curitibanos and Videira, respectively. The IAS value in Curitibanos ranged from 20 to 24 for all varieties and selections PIWI, except for the control that reached 32. In Videira, the values for the varieties were higher (ex: 42 in Gf.2004-043-0013, but lower in the witness (15). The Smáx in Curitibanos was revealed by Cabernet Cantor (85.8), in Videira by Cabernet Cortis (56.3). In both places the witness obtained the highest IAS value (75). TAMSD was 116 and 100 in the selection Gf.2004-043-0004, in Curitibanos and Videira, respectively, very similar to the value presented by the witness (100). The different results obtained by the different scales may be due to the sample size; in OIV-452, which is an international reference, three young leaves are sampled (4,5,6), which respond better to resistance, in the Buffara scale 30 leaves are sampled, including young and old leaves, with different responses. consider that due to the statistical significance of the interaction will range versus local, breeders should select varieties better adapted to each site.

Keywords: *Plasmopara viticola*; Severity; Resistance to fungal diseases.

4.1 INTRODUÇÃO

Desde seu início, a viticultura brasileira vem apresentando desafios tanto para o cultivo de variedades, quanto para a elaboração dos produtos a partir da uva, em especial o vinho. Nas últimas duas décadas ocorreram dois fatos relevantes que tem importância para o Estado de Santa Catarina. O primeiro é o plantio de videiras em regiões com altitude entre 900 e 1.400 metros para a produção de uvas para elaboração de vinhos finos de qualidade. O segundo está envolvido com os avanços significativos que ocorreram no desenvolvimento de variedades que apresentam graus variados de resistência a doenças fúngicas. Estes dois fatores em conjunto se constituem em oportunidades para avanços no conhecimento que possam repercutir em práticas de manejo menos agressivas ao meio ambiente e mais adequadas às demandas dos consumidores, tanto em termos de alta qualidade, quanto em termos de menor quantidade possível de resíduos químicos presentes nos vinho. Neste contexto, o tema resistência a uma das principais doenças da videira, que é o míldio, é tratado neste capítulo.

O míldio da videira, causado pelo oomiceto *Plasmopara viticola* [(Berk. & Curtis) Berl. & de Toni], é nativo da América do Norte e foi introduzido acidentalmente na Europa, juntamente com espécies silvestres de *Vitis*, na segunda metade do século XIX (GALET, 1977). O patógeno se espalhou rapidamente por todo o continente e logo ficou evidente que as variedades de videira *Vitis vinifera*, nativas da Europa, eram altamente suscetíveis ao patógeno. Atualmente, o míldio é considerado uma das principais doenças da videira no mundo (MOREIRA *et al.*, 2011; ROUXEL *et al.*, 2013). *P. viticola* é um parasita obrigatório, que pode infectar todos os órgãos vegetativos e reprodutivos da videira, provocando sérios prejuízos se não forem tomadas medidas eficientes de controle (TAVARES; CRUZ, 2002; NETO, 2008). Devido a suscetibilidade do hospedeiro, grande quantidade de fungicidas, em escala mundial, são utilizados para o manejo da doenças, aumentando os custos de produção e ocasionando riscos à saúde humana, aos animais e ao meio ambiente. Diante deste cenário, programas de melhoramento genético da videira em países da Europa e América do Norte, bem como no Brasil, estão focando suas atividades no desenvolvimento de variedades que conciliem alta qualidade de vinho e resistência durável às principais doenças da videira. (TÖPFER *et al.*, 2011; SANCHES-MORA *et al.*, 2017; SAIFERT *et al.*, 2018;). Uma estratégia tanto para o míldio, quanto para outras doenças é o agrupamento de locos de resistência em uma mesma planta, estratégia denominada de piramidação de genes (CONSORTIUM, 2016). No caso do míldio, são utilizados especialmente os locos de resistência *Rpv1*, *Rpv3* (com seus haplótipos), *Rpv10* e *Rpv12*. O nível de resistência conferido por estes locos, isolados ou piramidados, precisa ser

validado nos diferentes ambientes em que as variedades serão cultivadas. Neste contexto, o objetivo principal do presente trabalho foi avaliar a dinâmica temporal do míldio da videira em variedades e seleções PIWI, que contêm distintos locos de resistência, escalassem dois locais de cultivo.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Localização e delineamento experimental

O experimento foi conduzido em vinhedos replicados em duas localidades, sendo uma delas na Área Experimental Agropecuária da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), município de Curitibanos, Curitibanos, SC (latitude 27°27'36" Sul, longitude 50°50'31" Oeste e 1000 m de altitude), e na Estação Experimental Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) de Videira, Videira, SC (latitude 27°00' Sul, longitude 51°09' Oeste e 779 m de altitude). O clima das duas unidades é Cfb (mesotérmico úmido e verão ameno), de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger (PEEL *et al.*, 2007). Ambos os vinhedos foram implantados em setembro de 2017, sob o sistema de condução em espaldeira. O espaçamento entre fileiras é de 3,0 m e entre plantas nas linhas de 1,20 m. A poda foi realizada no dia 11 de setembro, onde permaneceu de 3 a 4 gemas, de acordo com o vigor das plantas.

O delineamento experimental utilizado foi um bifatorial tendo como fatores Locais (Curitibanos e Videira) e Genótipos (dez), cujas parcelas foram arrançadas na forma de blocos completamente casualizados (BCC), contendo quatro repetições. Os dez genótipos (tratamentos) testados foram (Tabela 2) cinco variedades PIWI (Sauvignier Gris, Johanniter, Cabernet Cantor, Cabernet Carbon e Cabernet Cortis), quatro seleções avançadas de melhoramento (Gf.2004-043-0004, Gf.2004-043-0010, Gf.2004-043-0013, Gf.2004-043-0021), que apresentam os locos de resistência *Rpv1* e *Rpv3.1* piramidados e uma testemunha suscetível ao míldio, Sauvignon Blanc, que não apresenta loco de resistência à referida doença (Tabela 1). As seleções Gf.2004-043-0004, Gf.2004-043-0010, Gf.2004-043-0013 e Gf.2004-043-0021. As parcelas são compostas por 10 plantas por genótipo, totalizando 40 plantas por genótipo, em cada local. No presente estudo, cada unidade experimental, onde foram feitas as avaliações, foi constituída de dois ramos por planta em três das 10 plantas (preferencialmente, no meio da parcela), nas quatro repetições, em ambos locais.

Tabela 2 - Principais características das variedades utilizadas no presente estudo.

Variedades*	Loco de resistência ao míldio	Cruzamentos	Cor de Baga
Sauvignon Blanc	Nenhum	Pinot Blanc x Gnoius	Branca
Souvignier Gris	<i>Rpv 3.2</i>	Cabernet Sauvignon x Bronner	Rosa
Johanniter	<i>Rpv 3.1</i>	Resling Weiss x Freiburg 589-54	Branca
Cabernet Cortis	<i>Rpv 3.3, Rpv10</i>	Cabernet Sauvignon x Solaris	Tinta
Cabernet Cantor	<i>Rpv 3.1, Rpv3.3, Rpv10</i>	Chancellorr x Solaris	Rosa
Cabernet Carbon	<i>Rpv10</i>	Cabernet Sauvignon x Bronner	Tinta
Gf.2004-043-0004	<i>Rpv1, Rpv3.1</i>	Seleção	Branca
Gf.2004-043-0010	<i>Rpv1, Rpv3.1</i>	Seleção	Tinta
Gf.2004-043-0013	<i>Rpv1, Rpv3.1</i>	Seleção	Tinta
Gf.2004-043-0021	<i>Rpv1, Rpv3.1</i>	Seleção	Tinta

* Todas as variedades do presente estudo são de origem Alemã e a testemunha Francesa.
Fonte: MAUL *et al.*, 2020.

4.2.2 Monitoramento climático

O monitoramento climático foi realizado diariamente durante a safra (2018/19), entre 01 de setembro de 2018 até 30 de março de 2019. Os dados médios de temperatura (Méd., Mín. e Máx; média, mínima e máxima, respectivamente), umidade relativa do ar (UR) e a precipitação acumulada foram relacionadas aos períodos anteriores (14 dias), durante a avaliação da doença a campo. Os dados foram obtidos das estações meteorológicas da Epagri/CIRAM (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina), instaladas próximas a cada vinhedo.

4.2.3 Avaliações a campo da severidade e progresso da doença

A severidade do míldio, sob condições de infecção natural do patógeno, foi avaliada a cada 15 dias, em cada local, desde 04 de dezembro de 2018 até 31 de março de 2019. O segundo ano de avaliações está em curso; embora não haja tempo hábil para incluir os resultados na

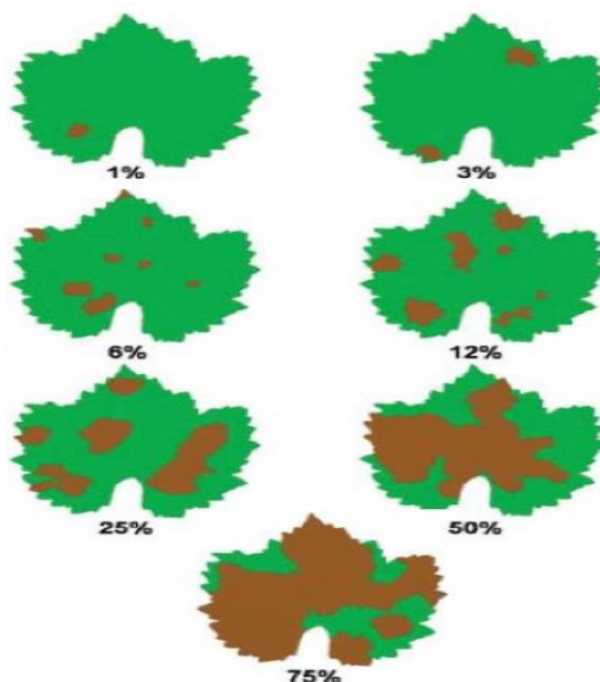
dissertação, o artigo a ser submetido para publicação conterá os resultados dos dois anos de avaliação. A severidade da doença foi estimada com o auxílio de duas escalas: o descritor OIV-452 do míldio da videira (*P. viticola*) (OIV, 1997) e a escala diagramática da videira proposta por Buffara *et al.*, (2014).

As avaliações com base na escala OIV- 452 (Tabela 3) iniciaram três semanas após o início da floração até o início da queda das folhas, sendo consideradas da 4^a a 6^a folhas. Já as avaliações com base na escala diagramática (Buffara *et al.*, 2014) (Figura 3) foram iniciadas a partir do aparecimento dos primeiros sintomas (IAS) e se estendeu até o início da queda de folhas, sendo consideradas todas até a 30^a folha do ramo. Em ambas as escalas o IAS foi caracterizado como tempo zero, de acordo com o surgimento da doença nas variedades e o início da queda das folhas (março/2019), quando o primeiro genótipo iniciou a queda das folhas do ramo. Os ramos foram marcados, garantindo que os mesmos fossem avaliados durante todo o período.

Tabela 3 - Descritor OIV-452 do míldio da videira (*Plasmopara viticola*)

1	Muito baixo [0:9] (pequenas manchas necróticas ou nenhum sintoma, sem esporulação e micélio)
3	Baixo [0:7] (pequenas manchas <1 cm, pouca esporulação e/ou micélio)
5	Médio (pequenas manchas de 1-2 cm de diâmetro, esporulação média, formação irregular do micélio)
7	Alto [0:3] (manchas muito fortes, esporulação forte e micélio abundante, queda de folhas)
9	Muito alto [0:1] (manchas grandes ou folhas totalmente atacadas, esporulação, micélio denso, queda precoce das folhas)

Figura 27 - Escala diagramática da videira com sete níveis de severidade do míldio da videira proposta por Buffara.



Fonte: BUFFARA *et. al.* (2014)

A área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) foi calculada pelo valor de integração trapezoidal de acordo com a fórmula descrita por Shaner; Finney (1977):

$$AACPD = \sum ((Y_i + Y_{i+1}) / 2) (t_{i+1} - t_i)$$

Onde;

“Y” representa a intensidade da doença (severidade), “t” o tempo e “i” o número de avaliações no tempo (CAMPBELL; MADDEN, 1990).

Além disso, com base dos dados a campo, foi calculado o início do aparecimento dos sintomas (IAS) em dias a partir da primeira planta apresentar sintomas; severidade mínima (S_{min}) e máxima (S_{max}) e tempo para atingir a máxima severidade da doença (TAMSD).

4.2.4 Tratamentos fitossanitários nos vinhedos durante o período de estudo

As aplicações de fungicidas foram planejadas para manter baixos níveis de míldio e outras doenças durante a safra avaliada, permitindo a diferenciação da resistência ao míldio nos genótipos avaliados.

A primeira aplicação de fungicida foi realizada no estágio de floração e após as condições climáticas para o período de infecção do míldio. As aplicações foram realizadas de

modo a permitir a infecção do patógeno e, conseqüentemente, a avaliação e quantificação da doença. As demais aplicações foram no início da compactação do cacho; início da maturação/maturação plena e; maturação plena/maturação dos sarmentos, sendo assim quatro aplicações de fungicidas. A dosagem de fungicidas estava de acordo com a recomendação do fabricante (Tabela 4).

Tabela 4 - Aplicações em ambos os vinhedos referente ao Míldio da videira na safra 2018/2019. Aplicações em ambos os vinhedos referente ao Míldio da videira na safra 2018

CURITIBANOS	
DATA	PRODUTOS/PRINCIPIO ATIVO
10/11/2018	Delan/Ditianona
26/11/2018	Dithane/Mancozebe
18/12/2018	Cabriotop/Metiram + Piraclostrobina
28/12/2018	Dithane/Mancozebe
VIDEIRA	
01/11/2018	Dithane/Mancozebe
20/11/2018	Cabriotop//Metiram + Piraclostrobina
01/12/2018	Ridomil/ Mancozebe + Metalaxil-M
20/12/2018	Recop/ Oxicloreto de cobre

4.2.4 Análise estatística

Os parâmetros epidemiológicos foram submetidos ao teste de homogenicidade e homocedasticidade. Os dados transformados ($\log x + 1$) para normalização, de acordo com Sokal e Rohlf (1995), e em seguida submetidos à análise de variância (ANOVA) para avaliação da interação, com posterior comparação das médias pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade, através do Software R Studio Development Core Team (2017).

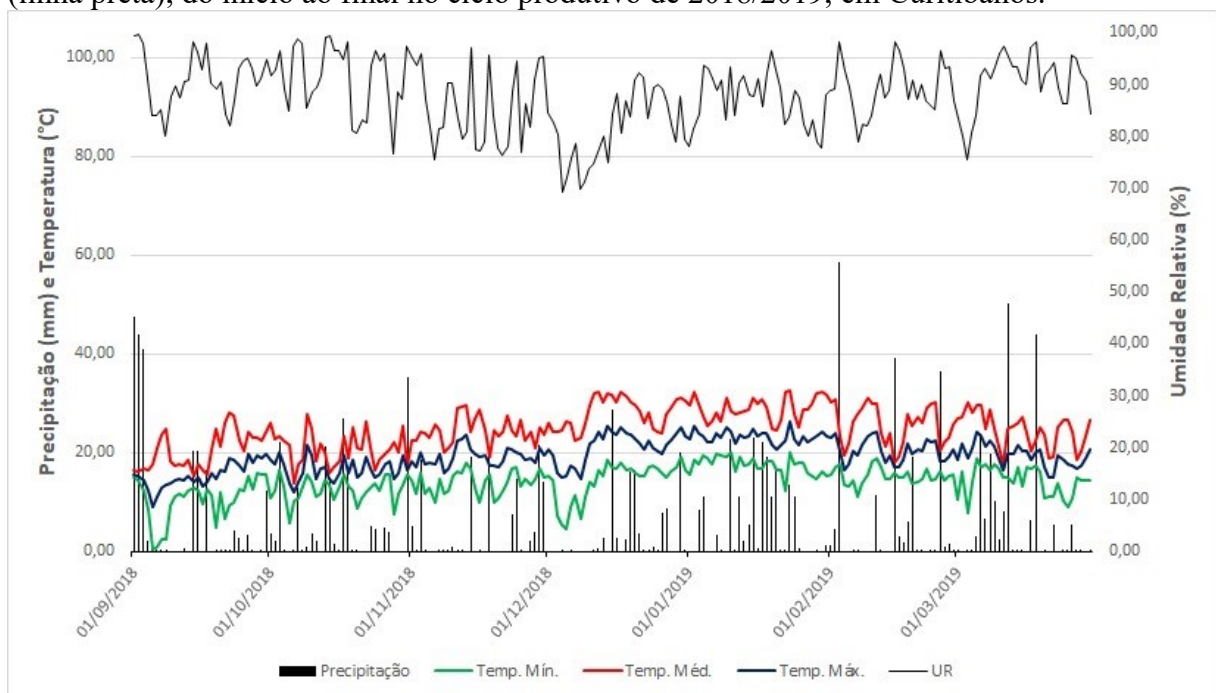
4.3 RESULTADOS

Uma semana antes do aparecimento dos sintomas, as condições climáticas foram favoráveis à infecção do patógeno. Na unidade de Curitiba a temperatura a temperatura média foi de 23°C, precipitação acima de 10 mm (acumulado de 87,80 mm) e UR elevada

(85,68%) (Figura 34). Em Videira, a temperatura foi mais elevada (30,88°C), com precipitação acumulada acima de 10 mm (42 mm) e a UR também elevada (88%) (Figura 35).

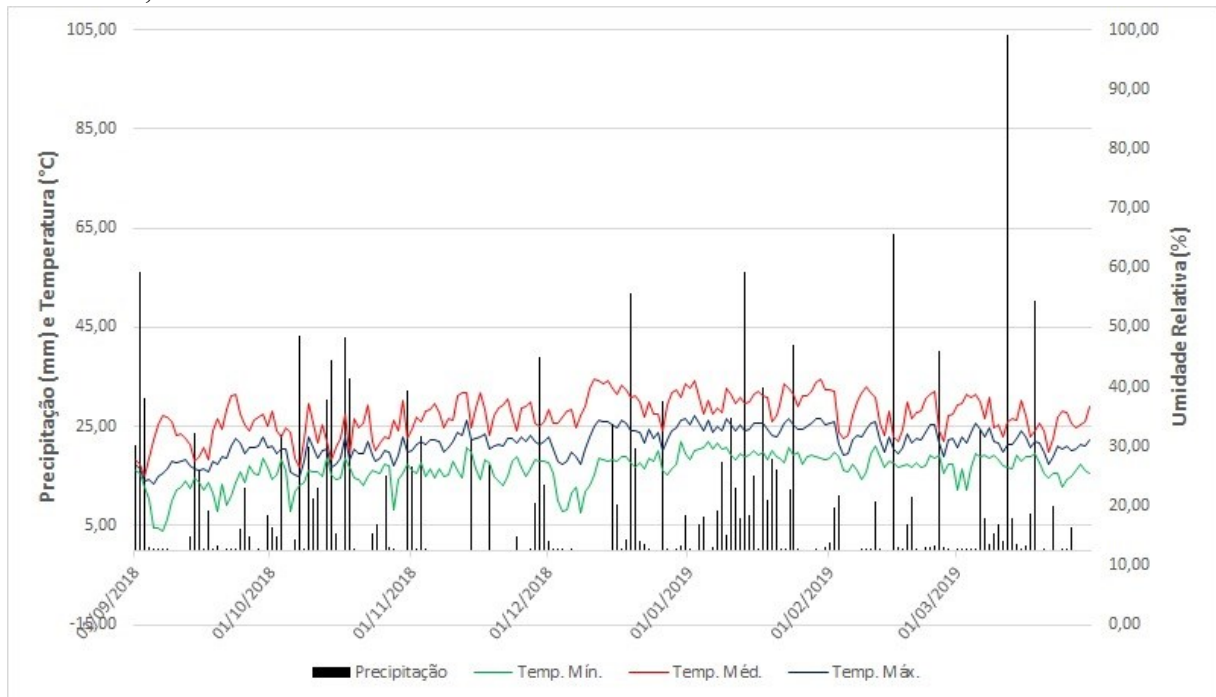
A UR é um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento e disseminação do míldio, especialmente em regiões tropicais, podendo ser capaz de crescer numa ampla faixa de temperatura. Temperaturas elevadas podem provocar dessecação de estruturas fúngicas presentes na fonte do inoculo (DE BEM, 2014).

Figura 28 - Precipitação acumulada (barras pretas, em mm), temperaturas médias (mínima, média e máxima; linhas verde, azul e vermelha, respectivamente, em °C), umidade relativa (%) (linha preta), do início ao final no ciclo produtivo de 2018/2019, em Curitibaanos.



Fonte: Epagri/Ciram

Figura 29 - Precipitação acumulada (barras pretas, em mm), temperaturas (mínima, média e máxima; linhas verde, azul e vermelha, respectivamente, em °C), do início ao final no ciclo de 2018/2019, em Videira.



Os primeiros sintomas do míldio, caracterizados pelo aparecimento de manchas de óleo, foram observados somente a partir do dia 21/12/2018 nas variedades Cabernet Cortis e Cabernet Cantor em Videira, e em Cabernet Cortis e Johanniter em Curitiba (Figura 36, 37, 38 e 39).

Figura 30 - Curvas de progresso da severidade do míldio da videira em cinco variedades e seis seleções PIWI e da testemunha suscetível, obtidas no uso da escala OIV-452, no ciclo 2018/2019, em Videira, SC.

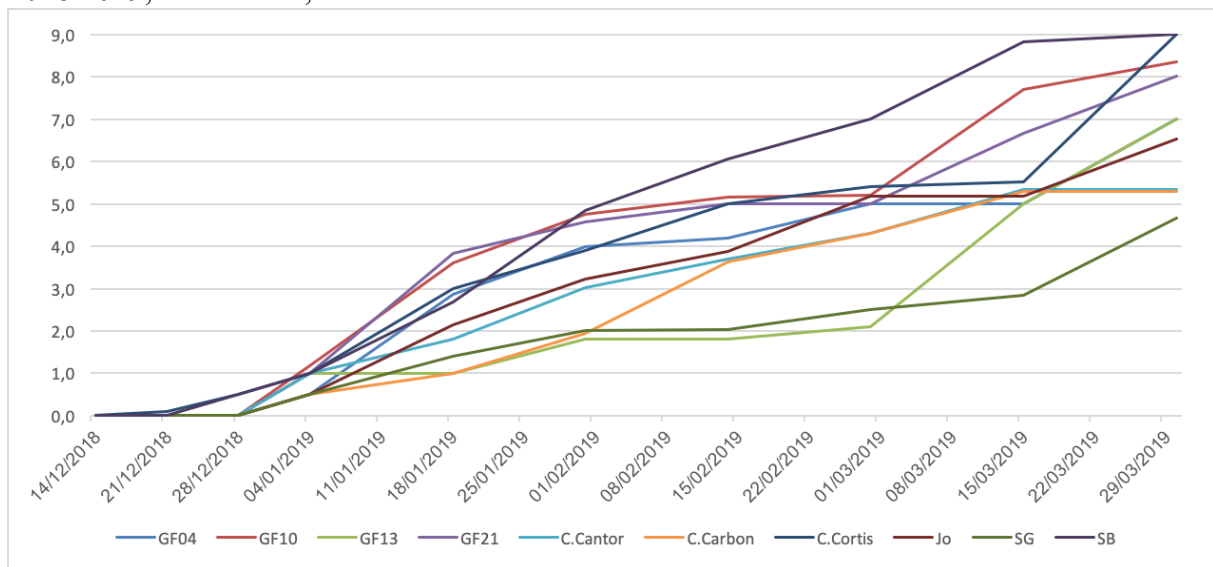


Figura 31 - Curvas de progresso da severidade do míldio da videira em cinco variedades e seis seleções PIWI e da testemunha suscetível, obtidas no uso da escala OIV-452, no ciclo 2018/2019 no ciclo 208/2019 em Curitibaanos, SC.

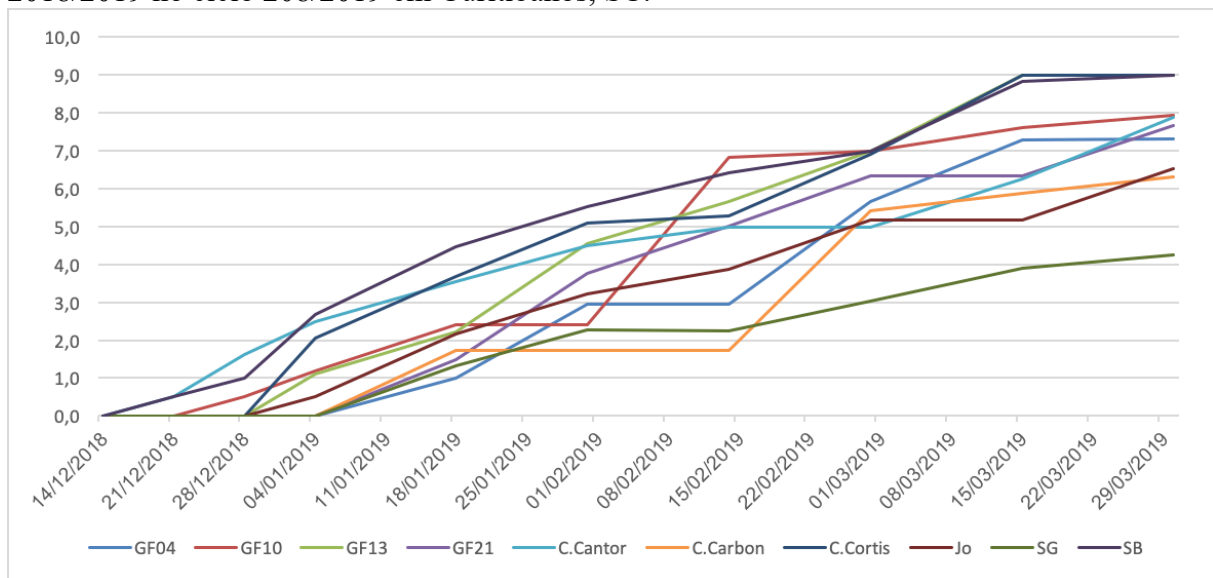


Figura 32 - Curvas de progresso da severidade do míldio da videira em cinco variedades e seis seleções PIWI e da testemunha suscetível, obtidas no uso da Escala diagramática Buffara, no ciclo 2018/2019 em Videira, SC. Fonte: Epagri/Ciram.

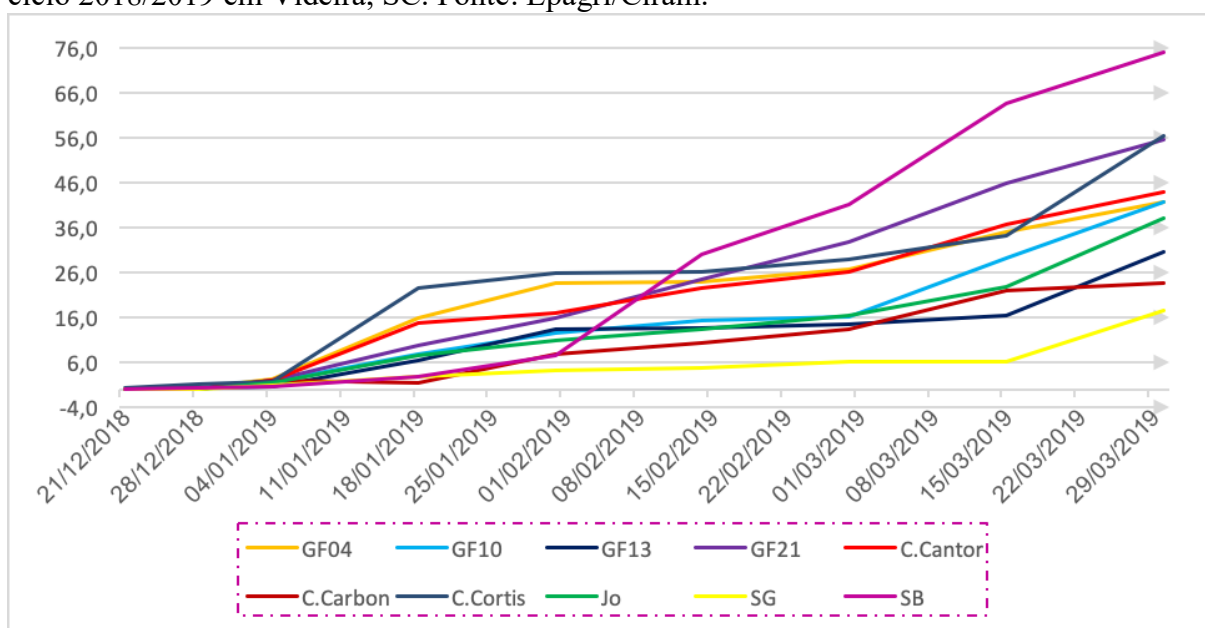
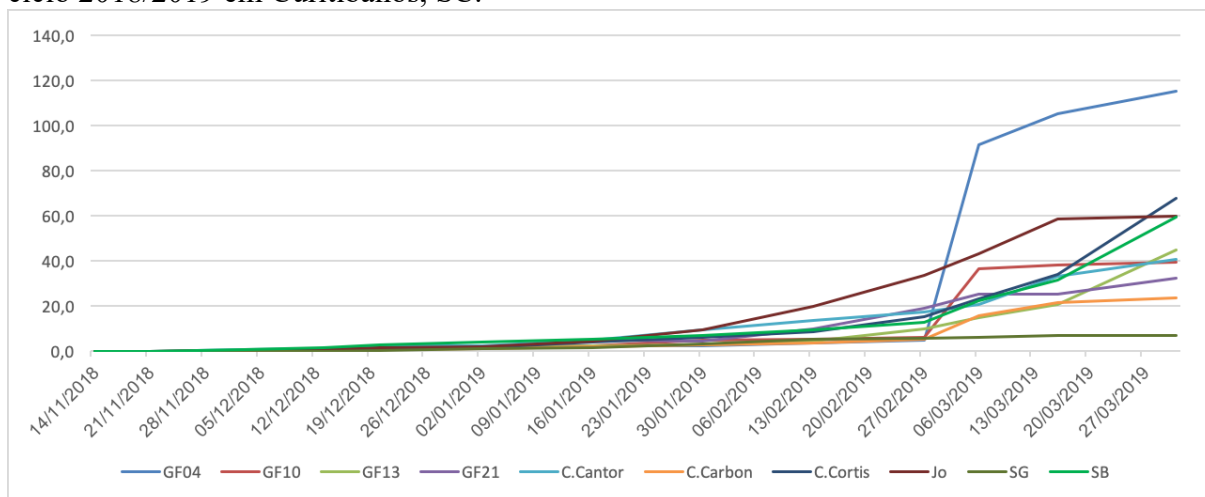


Figura 33 - Curvas de progresso da severidade do míldio da videira em cinco variedades e seis seleções PIWI e da testemunha suscetível, obtidas no uso da Escala diagramática Buffara, no ciclo 2018/2019 em Curitibaanos, SC.



Os resultados indicaram que o maior aumento da doença ocorreu após a colheita das uvas das variedades e seleções (Figuras 36-39, Tabela 6), assim, a doença neste ciclo de 2018/2019 não afetou a maturação dos frutos das variedades testadas.

Tabela 5 - Datas da colheita das variedades e seleções em ambas as estações do ciclo 2018/2019.

GENÓTIPO	LOCAL	DATA DA COLHEITA
Cabernet Carbon	Curitibanos	19/02/2019
	Videira	29/01/2019
Cabernet Cantor	Curitibanos	19/02/2019
	Videira	28/01/2019
Cabernet Cortis	Curitibanos	19/02/2019
	Videira	23/01/2019
Gf.2004-043-0004	Curitibanos	04/03/2019
	Videira	28/01/2019
Gf.2004-043-0010	Curitibanos	19/02/2019
	Videira	28/01/2019
Gf.2004-043-0013	Curitibanos	12/02/2019
	Videira	28/01/2019
Gf.2004-043-0021	Curitibanos	19/02/2019
	Videira	28/01/2019
Johanniter	Curitibanos	12/02/2019
	Videira	29/01/2019
Sauvignon Blanc	Curitibanos	_*
	Videira	21/02/2019
Souvignier Gris	Curitibanos	19/02/2019
	Videira	28/01/2019

*não produziu

O uso das duas escalas de avaliação (OIV-452 e Buffara) das distintas características associadas a doença produziu resultados similares. No entanto houve discrepâncias. Em termos de AACPD, a seleção Gf.2004-043-0013 e a variedade Johanniter exibiram valores médios distintos nas duas escalas, em Videira e em Curitibanos, respectivamente, que as colocam em grupos de médias distintos estatisticamente (Tabela 6 e 7).

Podemos classificar como mais resistentes em ambas as escalas, a Variedade Souvignier Gris. Pela escala da OIV, a mais suscetível em Curitibanos, foi a variedade Cabernet

Cantor e em Videira a seleção Gf.2004-043-0004. Já para a escala de Buffara, a mais suscetível tanto em Curitibaanos, quanto em Videira foi a Cabernet Cortis e a testemunha.

Resultados similares foram obtidos para o aparecimento dos primeiros sintomas (IAS). Tanto em Videira quanto em Curitibaanos as médias de IAS das seleções Gf.2004-043-0004 e Gf.2004-043-0013 são estatisticamente inferiores de outros grupos, mas os agrupamentos por média são distintos dependendo da Escala usada (Tabela 6). Distintas médias de Smin e Smax exibidas pelo uso das duas escalas (OIV-452 e Buffara) também ocorreram com a variedade Cabernet Carbon em ambos os locais, da Cabernet Cantor em Videira, da Cabernet Cortis em Curitibaanos. As médias de Smin exibidas pelas duas escalas usadas na avaliação da seleção Gf.2004-043-0010 foram estatisticamente diferentes em Videira e os de Smax em Curitibaanos. As médias de Smin também foram discrepantes quando avaliadas pelas escalas OIV-452 e Buffara na seleção Gf.2004-043-0021 em Videira e na Sauvignon Blanc em Curitibaanos (Tabela 6).

No presente estudo, na cidade de Curitibaanos, com o uso da escala Buffara, a maior média IAS foi exibida na seleção Gf.2004-043-0013 (42) e a menor na Cabernet Carbon (7), enquanto Smax alcançou a maior média na variedade Cabernet Carbon (85,8), e a média do TASMD foi maior na GF04 (116) e menor na Sauvignon Blanc (74) (Tabela 6).

A maior AACPD em genótipos que não se encontram piramidados, pela escala da OIV, alcançou o valor de 1106,47 na Gf.2004-043-0004 em Videira e 647,04 na Cabernet Cantor em Curitibaanos. Já pela escala de Buffara, o valor da AACPD foi de 2120,29 e 3398,66 na Gf.2004-043-0004 em Videira e Curitibaanos, respectivamente. A variedade testemunha foi susceptível em ambos os locais e exibiu valores de AACPD de 528,37 e 528,37, com a escala OIV; e de 1677,88 e 2688,88, pela Buffara, em Curitibaanos e Videira, respectivamente.

No presente estudo, genótipos avaliados no vinhedo de Curitibaanos foram os que obtiveram o menor Smax, pela escala Buffara: seleção Gf.2004-043-0010 (5) e variedade Souvignier Gris (5,4). Com o uso da escala OIV-452 somente a variedade Souvignier Gris exibiu o menor de Smax (4,4). No vinhedo de Videira, em ambas as escalas a variedade Souvignier Gris obteve Smax mais baixos (4,7 e 17,5) (Tabela 6).

Os menores valores de TASMD, na cidade de Curitibaanos, foram encontrados na variedade Cabernet Carbon (37) e nas seleções Gf.2004-043-0004 (38), Gf.2004-043-0013 (32), pela escala OIV; quando a Buffara foi usada, Sauvignon Blanc (74). Em videira, a seleção Gf.2004-043-0010 apresentou a média de TASMD de 26 pela escala OIV, Gf.2004-043-0013 de 85 pela Buffara e a testemunha Sauvignon Blanc 74, também pela escala Buffara. As demais variedades e seleções em ambos os locais, apresentaram TASMD maiores (Tabela 6).

Tabela 6 - Valores da área abaixo da Curva do Progresso da doença (AACPD), aparecimento do primeiro sintoma (IAS), Severidade mínima (Smin), severidade máxima (Smax) e tempo para atingir a máxima severidade da doença (TAMSD) de cinco variedades e quatro seleções PIWI e da testemunha suscetível, a partir de dados obtidos com o uso da Escala OIV- 452 (OIV) e da Escala diagramática Buffara (BUF), no ciclo 2018/2019 em Curitiba e Videira, SC.

Genótipo	Loco	Local	AACPD		IAS		Smin		Smax		TAMSD	
			OIV	BUF	OIV	BUF	OIV	BUF	OIV	BUF	OIV	BUF
Cabernet	<i>Rpv 3.1,</i>	Curitibanos	647,04 a	1650,80b	43 b	20 d	1,6 c	2,3 a	7,7 b	85,8 a	56,5 a	108 b
Cantor	<i>Rpv3.3,</i> <i>Rpv10</i>	Videira	351,16 b	2025,26 a	34,5 b	24 c	1 d	1,9 a	5,3 d	43,8 b	52 a	89 d
Cabernet	<i>Rpv10</i>	Curitibanos	251,07 c	831,20 c	75 a	5 f	1,7 c	0,4 c	6,1 c	23,7 c	37 b	101 c
Carbon		Videira	342,92 b	987,45 c	43 b	24 c	1 d	1,9 a	5,3 d	23,6 c	53 a	89 d
Cabernet	<i>Rpv 3.3,</i>	Curitibanos	475,94 a	1689,42 b	43,25	20 d	2 b	0,4 c	9 a	25 c	54,5 a	108 b
Cortis	<i>Rpv10</i>				b							
		Videira	463,09 a	2403,55 a	17,5 d	24 c	1 d	1,7 a	9 a	56,3 a	69,5 a	89 d
Gf.2004-043-0004	<i>Rpv1,</i> <i>Rpv3.1</i>	Curitibanos	460,39 a	3398,65 b	61 a	20 d	1 d	0,7 b	7,3 b	62,9 c	38 b	116 a
		Videira	1106,47 a	2120,29 a	17,5 d	15 e	2,9 b	2,3 a	8,3a	41,6 b	69,5 a	100 c
Gf.2004-043-0010	<i>Rpv1,</i> <i>Rpv3.1</i>	Curitibanos	438,07 a	1466,87 b	26 c	20 d	2,4 b	0,8 b	7,9b	5 d	32 b	108 b
		Videira	463,14 a	1497,92 b	59,5 a	21,5	1 d	1,8 a	7 b	41,7 b	26 c	105,2
						d						b
Gf.2004-043-0013	<i>Rpv1,</i> <i>Rpv3.1</i>	Curitibanos	456,74 a	1055,91 c	26 c	20 d	2,2 b	0,9	9 a	39,2 b	41b	108 b
		Videira	230,26 c	1154,41 c	17,5 d	42 a	1,2 d	0,7 b	8,3 a	30,4c	57 a	85 e

Gf.2004-043-0021	<i>Rpv1,</i> <i>Rpv3.1</i>	Curitibanos Videira	344,43 b 442,57 a	1385,24 b 2291,17 a	54 a 14 d	20 d 24 c	1,5 c 1 d	0,7 c 2,1 a	7,7 b 8 b	32,6 c 55,1 a	46 a 73 a	108 b 89 d
Johanniter	<i>Rpv 3.1</i>	Curitibanos Videira	335,56 b 313,36 b	2908,44 a 1315,44 b	40 b 31 c	20 d 24 c	5 a 2,1 b	0,9 b 1,3 a	9 a 6,5 c	26 c 38,1 b	45 a 55,5 a	108 b 89 d
Sauvignon Blanc	Testemunha	Curitibanos Videira	528,37 a 502,91 a	1677,87 b 2689,89 a	36,5 b 24,5 c	32 b 15 e	3 b 2,7 b	0,7 b 0,7 b	9 a 9 a	75 a 75 a	62,7 a 59,5 a	74 f 100 c
Souvignier Gris	<i>Rpv 3.2</i>	Curitibanos Videira	193,75 c 277,79 c	436,99 d 480,82 d	52 a 49 b	20 d 24 c	1,3 c 1,4 c	0 d 1 a	4,4 e 4,7 e	5,4 d 17,5 c	26 c 37 b	108 b 89 d

Tabela 7 – Interação genótipo versus ambiente das variedades e seleções do presente estudo, sendo a área abaixo da Curva do Progresso da doença (AACPD), aparecimento do primeiro sintoma (IAS), Severidade mínima (Smin), severidade máxima (Smax) e tempo para atingir a máxima severidade da doença (TAMSD), com o uso da Escala OIV- 452 (OIV) e da Escala diagramática Buffara (BUF), no ciclo 2018/2019 em Curitibanos e Videira, SC.

Severidade	AACPD		IAS		Smin		Smax		TAMSD	
	OIV	BUF	OIV	BUF	OIV	BUF	OIV	BUF	OIV	BUF
Genótipo	11,03e-08 **	2,5e-13 ***	3,15e-08 ***	<2e-16 ***	3,69e-09 ***	6,3e-09 ***	< 2e-16 ***	5,42e-14 ***	1,55e-09 ***	<2e-16 ***

Local	0,82	.	4,19e- 10 ***	<2e- 16 ***	1,10 e-06 ***	5,23e- 13 ***	1,53e-07 ***	4,42e- 07 ***	0,001**	<2e- 16 ***
Bloco	0,29	0,25	0,509 6	0,7	0,7	0,9	0,9	0,04 *	0,4	0,7
Genótipo*Local	0,0001***	0,004**	1,98e- 08 ***	<2e- 16 ***	1,64 e-06 ***	3,88e- 07 ***	5,95e-11 ***	7,68e- 08 ***	0.009155 **	<2e- 16 ***
Genótipo*Bloco	0,028766 *	0,29	0,04*	0,9	0,69 8	0,1	0,003**	0,6	0,0002** *	0,9
Local*Bloco	0,49	0,65	0,8	0,7	0,5	0,1	0,2	0,1	0,7	0,7
Genótipo*Local*Bloco	0,13	0,41	0,3	0,9	0,9	0,2	0,009**	0,3	0,6	0,9

4.4 DISCUSSÃO

As condições climáticas foram favoráveis para a infecção e desenvolvimento do míldio em ambas as unidades avaliadas. Nos meses de janeiro e fevereiro, na cidade de Curitiba, houve a precipitação mensal de 42,25 e 44,95 mm, UR de 87,43 e 88,7% e T_{máx} de 29,01 e 25,27°C, respectivamente (Figura 34). Em videira precipitação mensal alcançou 76,85 e 36,90 mm e a T_{máx} 30,51 e 27,43°C, respectivamente (Figura 35). Em razão de falha na estação meteorológica a UR não foi medida. O desenvolvimento do míldio e a ocorrência da esporulação são favoráveis em condições de temperatura entre 18 e 25°C, presença de água livre nos tecidos vegetais por um período mínimo de duas horas e umidade relativa do ar (UR%) acima de 95% (GRINDO; PEZET; VIRET, 2003).

Na epidemiologia comparativa, o parâmetro utilizado para diferenciar a suscetibilidade de plantas em diferentes condições é a taxa de progresso da doença (Figura 36-39). A quantificação de uma variável que expresse a severidade (intensidade) da doença é importante para descrever o progresso das epidemias ao longo do tempo e sua relação com o clima ou com diferentes formas de manejo, bem como para validação de modelos de previsão ou aplicação do manejo integrado (SPÓSITO, 2003). Além disso, a característica pode ser útil como critério de seleção em um programa de melhoramento genético.

É possível observar que há a influência das condições ambientais sob o míldio nas diferentes cidades avaliadas. De acordo com Zanguelini (2018) e Mecabo (2019), em estudos realizados no mesmo vinhedo objeto do presente estudo, o aparecimento dos sintomas em variedades e seleções PIWI mais sensíveis a doença, aconteceu no início do mês de janeiro/2017 e dezembro/2018, quando a temperatura média ultrapassou os 20°C com ocorrência de precipitação. No entanto, segundo Mecabo (2018), o genótipo mais precoce foi UFSC-2012-1-24 (usado como testemunha), seguido das variedades PIWI Calandro, Prior e Helios, com IAS iguais os da testemunha.

Os resultados obtidos pelo presente estudo indicam de forma inequívoca que as duas escalas utilizadas, OIV-452 e Buffara, para avaliar as mesmas características podem gerar médias estatisticamente distintas. Além disso, a análise estatística e de médias revelaram a existência da interação genótipo x ambiente. Portanto, a realização de estudos desta natureza em mais do que um local é imperativo para a compreensão da severidade do míldio e, conseqüentemente, do seu uso como critério de seleção em programas de melhoramento genético.

Estudo anterior com a escala Buffara em outros genótipos (Mecabo, 2018), encontrou a maior média de IAS na variedade Aromera (52,5) e menor na UFSC-2012-1-24 (7); maior média Smax na variedade Prior de 94,5, maior média de TASMD na UFSC-2012-1-24 (105) e menor na Baron (77), isso deve-se devido aos genes de resistência.

A resistência das cultivares ao míldio da videira, avaliadas no presente estudo, é controlada pelos locos de resistência *Rpv3.1* ou *Rpv10*, piramidados ou não. Considerando todas as características epidemiológicas avaliadas, a variedade Souvignier Gris, em ambas os locais de produção, revelou ser a mais resistente ao míldio. Esta variedade apresenta o loco de resistência *Rpv 3.2*. De acordo com Agrios (2005), o grau de suscetibilidade ou a resistência do hospedeiro ao agente patogênico é uma característica herdada pela progênie, podendo ser suscetível, resistente ou apresentar variados graus de resistência. No presente estudo, graus variados de resistência foram constatados e nenhuma das variedades ou seleções apresentou resistência completa ao míldio.

Estudos demonstram que os genótipos que contêm apenas um loco de resistência, apresentam resistência intermediária ao patógeno, quando comparadas a plantas com loco de resistência piramidados (EIBACH *et al.*, 2007; SCHWANDER *et al.*, 2012). Anteriormente e no mesmo vinhedo usado pelo presente trabalho, os genótipos contendo a combinação dos locos *Rpv1 + Rpv3.1* apresentaram valores de Smáx inferiores a 40%, do início do aparecimento dos sintomas da doença até a colheita (ZANGUELINI, 2018). O referido estudo demonstrou o efeito positivo da combinação dos locos de resistência na redução da doença.

Foi também possível identificar no presente estudo que todas as variedades e seleções apresentam um período de latência grande. Assim, as porcentagens foram próximas a zero (0%) de severidade da doença nas primeiras avaliações. Com o uso da escala da OIV- 452, o período de latência mudou a partir do dia 28/12/2018 em Videira (Figura 36), e em 21/12/2018 em Curitiba (Figura 37), diferentemente do que foi revelado pela escala de Buffara, pois o período de latência em Videira foi até o dia 04/01/2019 (Figura 38) e 23/01/2019 Curitiba (Figura 39). Parlevliet (1975) relatou que o início dos primeiros sintomas da doença, conhecido como período latente, é um componente de resistência importante, porque, em cultivares mais resistentes observa-se maior período de latência.

Estudos realizados por De Bem (2019), com as variedades PIWI, a severidade máxima foi em média 32,6% superior nas variedades Cabernet Cortis (36,01/ 2,06/ 14,5) e Sangiovese (34,4) em relação a Cabernet Carbon (1,48/ 0,26/ 3,99) e Regent (3,77 /66,6/ 8) nas safras 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018, respectivamente. A variedade Cabernet Sauvignon apresentou o maior valor de severidade máxima de 21,0, 8,99 e 35,1, respectivamente, diferindo

estatisticamente das variedades PIWI (Cabernet Cortis e Cabernet Carbon), nas condições climáticas de São Joaquim. No entanto, as variedades PIWI mostraram uma redução na severidade máxima (*S_{max}*) de 13,3%; 10,54% e 27,9% nas safras 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018, respectivamente.

A diferença anual na quantidade de chuva tem sido utilizada para explicar a diferença significativa nos sintomas da doença encontrados nas folhas e cachos. No presente trabalho, tanto as diferenças de precipitação como na temperatura média entre os dois locais testados podem ter interferido nos sintomas da doença observados a campo, bem como a evolução dos mesmos após a colheita das variedades e seleções. Durante um estudo realizado na região Trentina com variedades de videira resistentes, as temperaturas médias registradas durante as três safras de cultivo foram consideradas muito semelhantes, enquanto a pluviosidade foi bastante diferente em cada safra: 617 mm em 2011, 891 mm em 2012 e 900 mm em 2013 (VEZZULI *et al.*, 2017). Esta diferença anual na quantidade de chuva, mas não das temperaturas, segundo os autores, pode explicar a diferença significativa nos sintomas da doença encontrados nas folhas e cachos em 2011 (menos grave) do que 2012 e 2013 (mais grave).

Vanderplank (1963) classificou a resistência em plantas em horizontal ou vertical. A resistência horizontal atrasa o início da epidemia por meio da redução das infecções iniciais, ou tornando-a mais lenta após o seu início, através da diminuição da taxa de infecção ou de progresso (*r*). De certa forma, os resultados obtidos no presente trabalho sugerem a possibilidade da resistência apresentada por alguns genótipos seja também horizontal. Os valores do aparecimento do primeiro sintoma nas variedades Cabernet Carbon e Gf.2004-043-0004 em Curitiba, e Gf.2004-043-0010 e Cabernet Carbon em videira, avaliado pela escala OIV-452, foram de 75, 61, 59,5 e 43, respectivamente. Similarmente, os valores de IAS emergidos do uso da escala Buffara, a Gf.2004-043-0013 e Sauvignon Blanc em Curitiba; Gf.2004-043-0013 em Videira foram 32, 62,7 e 42, respectivamente. Nestes genótipos houve um atraso no início da epidemia.

Vezzulli *et al.* (2017) avaliando 28 híbridos na região Trentina da Itália, observaram que as variedades que apresentaram maior resistência foliar à campo ao míldio foram os híbridos: Bronner, Solaris, Prior e Muscaris. Posteriormente, Vezzulli *et al.* (2019) e March (2019) comprovaram que a variedade Bronner apresenta a piramidação de dois genes de resistência ao míldio, o gene (*Rpv3.3* e *Rpv10*).

No presente estudo, as variedades Cabernet Cantor e a Cabernet Cortis, que portam os genes *Rpv3.3* com o *Rpv10* piramidados, apresentaram menor resistência a doença comparado

com os demais genótipos. Schwander *et al.* (2012) comprovaram que existe um efeito aditivo no grau de resistência do míldio combinando a resistência do loco *Rpv3.1* com o *Rpv10* (proveniente da variedade Solaris), mostrando a importância da piramidação de genes de resistência para evitar que o patógeno supere uma única fonte de resistência.

Em 2010 demonstrou que um isolado Tcheco de *P. viticola* superou a resistência da variedade 'Bianca', a qual possui a resistência baseada no loco *Rpv3.1* (PERESSOTTI *et al.*, 2010). Da mesma forma, no trabalho de De Bem (2018), a variedade Cabernet Cortis, proveniente do cruzamento de 'Cabernet Sauvignon' x 'Solaris', não apresentou resistência ao míldio nos ensaios a campo e em condições controladas. Resultados similares foram obtidos no presente estudo.

A baixa resistência proporcionada pelo loco *Rpv10*, presente nas variedades Cabernet Cortis, Cabernet Cantor e Cabernet Carbon, demonstrada nas condições ambientais do Sul do Brasil pode estar relacionada a superação da resistência por alguma raça específica de *P. viticola* local. Alternativamente, fatores ambientais podem ter alterado a expressão de características fenotípicas das variedades testadas, como a maior densidade estomática detectada na Solaris por De Bem (2018), fator que pode ter contribuído para a maior suscetibilidade ao míldio nas condições edafoclimáticas do Sul do Brasil. O uso de variedades de videira que já possuem genes piramidados, como a 'Bronner' ou que sejam desenvolvidas pelos programas de melhoramento genético Brasileiros devem prever mais de uma fonte de resistência via piramidação dos genes de resistência já identificados (*Rpv1*, *Rpv2*, *Rpv3*, *Rpv10*, etc.), o que aumenta a durabilidade da resistência, também associada a um manejo adequado das variedades no campo.

4.5 CONCLUSÃO

As variedades PIWI, nas condições edafoclimáticas da região de altitude de Santa Catarina, devido a menor intensidade do míldio da videira do que em regiões mais quentes e úmidas, se constituem em alternativa para redução de danos ambientais e do custo de produção pelos viticultores da região.

A variedade PIWI Souvignier Gris apresentou o maior nível de resistência ao míldio da videira, demonstrando que o loco de resistência *Rpv3.2* confere maior resistência à doença quando comparado com loco de resistência *Rpv3.1*, presente nas outras cultivares PIWI.

A testemunha suscetível apresentou as maiores áreas severidade da doença, confirmando a sua suscetibilidade ao míldio e a ausência de mecanismo de resistência à doença.

A variedade Cabernet Cortis, que apresenta a fonte de resistência proveniente do loco *Rpv10*, não demonstrou resistência ao míldio nas condições edafoclimáticas do Sul do Brasil.

O uso de variedades PIWI, se torna uma ferramenta importante no cultivo de videiras, desde que associado a práticas de manejo que minimizem a dispersão de inóculos e reduzam ao máximo o uso mínimo de agrotóxicos.

REFERÊNCIAS

AGRIOS, G.N. How pathogens attack plants. In: AGRIOS, G.N. (Ed.). Plant pathology. 5.ed. New York: Academia. p.175- 205, 2005.

AGROFIT – Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários: Produtos Indicados.

ANJOS, L. M. dos. **Diversidade genética de *Plasmopara viticola* e mapeamento de QTLs de resistência ao míldio em videira (*Vitis spp.*)**. 2013. 277 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

BITENCOURT, C *et al.*, Ocorrência de oósporos de Plasmopara Viticola agente causal do míldio da videira na mesorregião serrana de Santa Catarina. 2019. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ecossistemas agrícolas e naturais), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

BRIGHENTI, A. F. **Avaliação de variedades de videira (*Vitis vinifera* L.) autóctones italianas no terroir de São Joaquim - SC. 2014**. 174 f. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

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

CONSORTIUM, R. Combining Selective Pressures to Enhance the Durability of Disease Resistance Genes. **Frontiers In Plant Science**, [S.I.], v. 7, p.1-8, dez. 2016.

DUARTE, V. N. Estudo da cadeia produtiva do vinho em Santa Catarina: Características e estágio atual. **Evidência – Ciência e Biotecnologia**, Joaçaba, v. 13, n. 1, p.41-56, 2013.

EIBACH, R. *et al.* The use of molecular markers for pyramiding resistance genes in grapevine breeding. **VITIS-GEILWEILERHOF**, v. 46, n. 3, p. 120, 2007.

EIBACH, R.; TÖPFER, R. Traditional grapevine breeding techniques. In: Grapevine Breeding Programs for the Wine Industry. Canadá: Woodhead Publishing, 2015. p. 3-22.

GALET, P. Les maladies et les parasites de la vigne. Tome I, Imprimerie Paysan du midi, Montpellier. França. 1977.

MOREIRA, F. M.; MADINI, A.; MARINO, R.; ZULINI, L.; STEFANINI, M.; VELASCO, R.; KOZMA, P.; GRANDO, M. S. Genetic linkage maps of two interspecific grape crosses (*Vitis spp.*) used to localize quantitative trait loci for downy mildew resistance. **Genetics & Genomes**, v. 7, n. 1, p. 153-167, 2011.

NETO, E. O míldio da videira. Patacão: Estação de Avisos agrícolas de Algave. DRAP Algarve, 2008. 17 p. (Boletim Técnico, 17).

OIV. Recueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des moûts. Paris: Office International de la Vigne et du Vin, 2009.

R: A LANGUAGE AND ENVIRONMENT FOR STATISTICAL COMPUTING. VIENNA, AUT: R Foundation for Statistical Computing. 2017.

ROUXEL, M.; MESTRE, P.; COMONT, G.; LEHMAN, B. L.; SCHILDER, A.; DELMOTTE, F. Phylogenetic and experimental evidence for host-specialized cryptic species in a biotrophic oomycete. *New Phytologist*, v. 197, n. 1, p. 251-263, 2013.

SAIFERT, L.; SÁNCHEZ-MORA, F. D.; ASSUMPÇÃO, W. T.; ZANGHELINI, J. A.; GIACOMETTI, R.; NOVAK, E. I.; DAL VESCO, L. L.; NODARI, R. O.; EIBACH, R.; WELTER, L. J. Marker-assisted pyramiding of resistance loci to grape downy mildew. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 53, n. 5, p. 602- 610, 2018.

SÁNCHEZ-MORA, F. D. *et al.* Behavior of grape breeding lines with distinct resistance alleles to downy mildew (*Plasmopara viticola*). *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 17, n. 2, p. 141-149, 2017.

TAVARES, S. C. C. H.; CRUZ, S. C. Doenças causadas por fungos. In: LIMA, M. F.; MOREIRA, W. A. *Frutas do Brasil: Uva de mesa: Fitossanidade*. Brasília, Embrapa informação Tecnológica, p.9-26. 2002.

TAVARES, S. C. C. H.; CRUZ, S. C. Doenças causadas por fungos. In: LIMA, M. F.; MOREIRA, W. A. *Frutas do Brasil: Uva de mesa: Fitossanidade*. Brasília, Embrapa informação Tecnológica, p. 9-26. 2002.

TÖPFER, R. *et al.* New horizons for grapevine breeding. **Methods in temperate fruit breeding. fruit, vegetable and cereal science and biotechnology**, v. 5, p. 79-100, 2011.

VENUTI, S.; COPETTI, D.; FORIA, S; FALGINELLA, L.; HOFFMANN, S.; BELLIN, D.; CINDRIC, P.; KOZMA, P.; SCALABRIN, S.; MORGANTE, M.; TESTOLIN, R.; DI GASPERO G. Historical introgression of the downy mildew resistance gene Rpv12 from the asian species *Vitis amurensis* into grapevine varieties. *PLoS ONE* 8(4): e61228. doi:10.1371/journal.pone.0061228. 2013.

VEZZULLI, S *et al.* Downy mildew resistance evaluation in 28 grapevine hybrids promising for breeding programs in Trentino region (Italy). *European Journal Of Plant Pathology*, [S.I.], v. 150, n. 2, p.485-495, jul. 2017.

VIANA, L. H. Fenologia e quebra de dormência da videira ‘Niagara Rosada’ cultivada na região norte fluminense em diferentes épocas de poda. 2009. 74 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2009.

WELTER, J. L. Melhoramento genético da videira com ênfase na resistência a doenças. In: Encontro Nacional Sobre Fruticultura de Clima Temperado. 15, 2017, Fraiburgo, SC. **Anais... Caçador: Epagri**, 2017. p. 89 -93.

WELTER, L. J.; GÖKTÜRK-BAYDAR, N.; AKKURT, M.; MAUL, E.; EIBACH, R.; TÖPFER, R.; ZYPRIAN, E. M. 2007. Genetic mapping and localization of quantitative trait

loci affecting fungal disease resistance and leaf morphology in grapevine (*Vitis vinifera* L). *Molecular Breeding*, v. 20, p. 359-374, Nov. 2007.

WIEDEMANN-MERDINOGLU, S.; PRADO, E.; COSTE, P.; DUMAS, V.; BUTTERLIN, G.; BOUQUET, A.; MERDINOGLU, D. Genetic Analysis of Resistance to Downy Mildew from *Muscadinia rotundifolia*. 9th Int.Conf. Grape Genet. Breed. Udine, Italy. 2006.

YUSTE, D. J. Factores de desequilibrio de la vid: alternativas para el manejo eficaz del potencial vegetativo hacia el equilibrio del viñedo. In: Control del Vigor y del Rendimiento en el Marco de una Viticultura de Calidad, v. 1, 2005, La Rioja. Anais. La Rioja: APROVI, 2005.

ZANGHELINI, J. A. Fenologia, exigência térmica e características vitícolas de genótipos de videira resistentes ao míldio (PIWI) em Santa Catarina. 2018. 83 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2018.

5 CAPÍTULO 3 – DIFERENTES RESPOSTAS DE VARIEDADES E SELEÇÕES PIWI DE VIDEIRA À INFECÇÃO NATURAL POR ANTRACNOSE EM DUAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS NO SUL DO BRASIL

RESUMO

A antracnose (*Elsinoë ampelina*) é uma das principais doenças fúngicas da viticultura no sul do Brasil. Uma alternativa sustentável no cultivo de videiras é o uso de variedades resistentes. Assim, o objetivo foi avaliar a influência da interação genótipo *versus* ambiente na resistência à antracnose da videira. Foram utilizados 20 genótipos com genes de resistência para míldio e oídio, cultivados em dois locais e anos. Os genótipos foram avaliados à campo quanto a incidência e severidade a partir do aparecimento dos primeiros sintomas, utilizando escala de nota e número de plantas infectadas pelo patógeno. O delineamento experimental foi trifatorial: Variedade (fator 1), Local (fator 2), Ano (fator 3). Os resultados indicaram que em Curitiba o maior valor de severidade foi exibido pela variedade Aromera (4,4) na safra 2018/2019 e pelas seleções Gf.2004-0430004 (6,2) e Gf.2004-0430021 (4,8) na safra 2019/2020. Já em Videira na safra de 2018/2019 foi também a variedade Aromera quem apresentou os maiores valores de severidade em ambas as safras (5,8 e 3,7), respectivamente, além da Felicia na safra 2018/2019 (5,1). Os menores valores para Smax foram constatados na seleção Gf.2004-0430024 em ambas as safras (1,3 e 0) em Curitiba; em Videira a variedade Sauvignier Gris (1,0 e 0,5) foi quem apresentou os menores valores para Smax. Os maiores valores de incidência foram observados em Curitiba em ambas as safras nas variedades Johanniter e Cabernet Carbon, e em Videira, nas variedades Aromera e Felicia. Os menores valores de incidência foram observados em 2018/2019 em ambas as localidades na variedade Sauvignier Gris e na safra 2019/2020 na Gf.2004-0430024 em Curitiba e em Videira na Sauvignier Gris. Os resultados também indicaram a significância estatística da interação genótipo *versus* local *versus* ano. De forma geral, as variedades e seleções testadas, embora tenham genes de resistência a míldio e oídio, demonstram ser suscetíveis à antracnose. No entanto, alguns genótipos possuem menor incidência e severidade a doença, dependendo das condições ambientais de cultivo.

Palavras-chave: *Elsinoë ampelina*, PIWI, *Vitis vinifera*

ABSTRACT

Anthracnose (*Elsinoë ampelina*) is one of the main fungal diseases of viticulture in southern Brazil. The cultivation of resistant varieties A sustainable alternative in the cultivation of vines is the use of varieties resistant to diseases. Thus, the objective of this work was to evaluate whether genotypes resistant to fungal diseases, mildew and powdery mildew, are resistant to anthracnose. In addition, the influence of the genotype and environment interaction related to this characteristic was evaluated. Twenty genotypes with resistance genes for mildew and powdery mildew were used, grown in two locations and years. The genotypes were evaluated in the field for the incidence and severity of anthracnose from the onset of the first symptoms, using a note scale and number of plants infected by the pathogen. The experimental design was three-factors: variety (factor 1), location (factor 2), year (factor 3). The data were submitted to analysis of variance with subsequent Tukey test. There was a significant interaction between genotype and environment regarding the severity and incidence of anthracnose of the vine. The highest severity was observed in Curitiba for the Aromera variety in the 2018/2019 harvest and selections Gf.2004-043-0004 and Gf.2004-043-0021 in the 2019/2020 growing season. In Videira, the Aromera variety showed greater severity in the two growing seasons, but there was no difference in relation to cultivar Felicia in the 2018/2019 growing seasons. The lowest severity was observed for the selection Gf.2004-043-0024 in both growing seasons in Curitiba; however, in Videira the variety Sauvignier Gris presented the least severity. As for the incidence, in Curitiba in both growing seasons the varieties Johanniter and Cabernet Carbon presented a greater number of attacked plants, however in Videira this was observed for the varieties Aromera and Felicia. Corroborating, in 2018/2019 in both locations the lowest incidence was observed in the Sauvignier Gris variety and in the 2019/2020 growing season the selection Gf.2004-043-0024 showed the lowest incidence in Curitiba and in Videira the same was observed for the cultivar Sauvignier Gris. It is concluded that the varieties and selections tested, although they have genes for resistance to mildew and powdery mildew, are susceptible to anthracnose. However, some genotypes have less severity and incidence of the disease depending on the environmental conditions of cultivation.

Keywords: *Elsinoë ampelina*, PIWI, *Vitis vinifera*

5.1 INTRODUÇÃO

O gênero *Vitis* é o de maior importância socioeconômica. Pertence a família Vitaceae, que possui aproximadamente 17 mil variedades, distribuídas em três centros de origem: asiático, americano e euro-asiático (LIU *et al.*, 2016). A videira é cultivada em todas as regiões temperadas e tropicais do mundo, sendo amplamente utilizada na indústria de vinho, frutas secas, frutas frescas e sucos (THIS *et al.*, 2006; LI *et al.*, 2018). No entanto, para a produção de vinho de alta qualidade, são recomendadas variedades da espécie *Vitis vinifera*, pois apresentam frutos com melhores características para a vinificação, sendo responsáveis por 90% dos vinhos produzidos no mundo (CHEN *et al.*, 2018). No entanto, essa espécie é mais sensível a doenças fúngicas, sendo uma alternativa sustentável à transferência de genes de resistência de outras espécies de *Vitis*, como *V. labrusca* e *V. amurensis* (NASCIMENTO-GAVIOLI *et al.*, 2019; GOMES *et al.*, 2019). Para esse fim, vários estudos foram realizados para piramidação de genes de resistência às principais doenças fúngicas, como o míldio e o oídio (TOPFER *et al.*, 2011; GIOVANNINI, 2014). No entanto, não existem estudos com mapeamento genético para antracnose e nível de resistência a essa doença entre variedades que possuem genes piramidados para outras doenças fúngicas, como o míldio (*Plasmopara viticola*) e oídio (*Unicula necator*).

A antracnose, geralmente atribuída ao agente causal *Elsinoë ampelina*, é uma das doenças mais importantes para a viticultura tropical e subtropical, causando danos principalmente em anos com alta precipitação, alta umidade relativa (acima de 80%) e longos períodos de umedecimento das folhas e frutos (SANTOS *et al.*, 2018). A antracnose se manifesta em todos os órgãos aéreos da planta. Os tecidos jovens, verdes e suculentos são os mais suscetíveis. Nas folhas, os sintomas aparecem como pequenas manchas marrom-escura, circulares e levemente deprimidas (1 a 5 mm de diâmetro) (LI *et al.*, 2019). As lesões são geralmente muito numerosas e podem coalescer, tomar parte expressiva do limbo ou permanecer isoladas, reduzindo a área foliar para a produção de fotoassimilados (SÔNEGO, 2000). Nos brotos e gavinhas jovens, inicialmente, formam-se manchas necróticas marrons escuras que se alargam gradualmente, aprofundando-se no centro, transformando-se em necroses, acinzentados na parte central, marrons escuros nas bordas e levemente salientes. Nas bagas, a doença se manifesta como manchas circulares, necróticas e isoladas. Quando totalmente desenvolvidas, as manchas atingem 5 a 8 mm de diâmetro, possuem centro acinzentado e bordas marrom-avermelhadas (BRAGA *et al.*, 2019).

Como alternativa ao manejo sustentável de variedades resistentes a doenças fúngicas, recomenda-se reduzir o uso de fungicidas e os custos de produção (WELTER *et al.*, 2017). Para

videiras, existem variedades chamadas variedades PIWI (do alemão "Pilzwiderstandsfähige Rebsorten", que significa "videiras resistentes a doenças fúngicas"), originárias do cruzamento de variedades de *Vitis vinifera* com espécies americanas ou asiáticas, que fornecem genes de resistência a doenças, mas de 85% de seu genoma pertence à espécie *Vitis vinifera* (ZANGHELINI *et al.*, 2019). No entanto, as variedades PIWI foram intencionalmente selecionadas apenas para genes com resistência ao míldio (*Rpv3.1*, *Rpv10*, *Rpv3.3* e *Rpv3.2*) e oídio (*Ren1*, *Ren3* e *Ren9*), uma vez que essas variedades foram desenvolvidas em programas de melhoramento estabelecido na Europa, onde a antracnose não é uma doença primária (AKKURT *et al.*, 2007; WELTER *et al.*, 2007; ZHANG *et al.*, 2009). Assim, é de fundamental importância que as variedades PIWI sejam avaliadas em diferentes condições edafoclimáticas, para verificar seu comportamento em relação à resistência à antracnose, considerada uma doença de importância econômica para a viticultura tropical e subtropical. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar as variedades e seleções PIWI quanto à resistência a antracnose, além da interação entre genótipo e ambiente para essa característica.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Localização dos experimentos e delineamento experimental

O experimento foi conduzido em vinhedos experimentais em duas localidades, sendo uma delas na Área Experimental Agropecuária da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), município de Curitibanos, Curitibanos, SC (latitude 27°27'36" Sul, longitude 50°50'31" Oeste e 1000 m de altitude), e na Estação Experimental Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) de Videira, Videira, SC (latitude 27°00' Sul, longitude 51°09' Oeste e 779 m de altitude).

O clima das duas unidades é do tipo Cfb (mesotérmico úmido e verão ameno), de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger (PEEL *et al.*, 2007). Ambos os vinhedos foram implantados em setembro de 2015 e 2017, enxertadas sobre porta-enxerto Paulsen 1103, sob o sistema de condução em espaldeira. O espaçamento entre fileiras é de 3,0 m e entre plantas nas linhas de 1,20 m. A poda foi realizada entre os dias 11 e 15 de setembro, de cada ano, em cada estação, onde permaneceu de 3 a 4 gemas, de acordo com o vigor das plantas.

O delineamento experimental utilizado foi trifatorial em blocos completamente casualizados, sendo os fatores: 1) Locais (Curitibanos e Videira), 2) Genótipos (14 variedades PIWI (Aromera, Baron, Calandro, Prior, Helios, Felicia, Calardis Blanc, Regent, Bronner, Sauvignier Gris, Johanniter, Cabernet Cantor, Cabernet Carbon, Cabernet Cortis) e 6 seleções avançadas de programas de melhoramento genético (Gf.2004-043-0004, Gf.2004-043-0010,

Gf.2004-043-0013, Gf.2004-043-0015, Gf.2004-043-0021, Gf.2004-043-0024) (Tabela 1, capítulo 2 e tabela 10 e 11) para os ciclos (2018/2019 e 2019/2020). As parcelas experimentais foram compostas por 10 plantas por genótipos, totalizando 50 plantas como réplicas em cada local. No presente estudo, cada unidade experimental, constituída de dois ramos por planta em três das 10 plantas (escolhidas aleatoriamente), nas 5 repetições, em ambos locais.

5.2.2 Monitoramento climático

O monitoramento climático neste estudo foi realizado diariamente durante as safras 2018/2019 e 2019/2020. Esses dados foram obtidos de estações meteorológicas da Epagri/CIRAM (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina) instaladas próximo a cada vinhedo. Quando houve falha na estação, os dados foram retirados do site Agricultura Conservacionista UFSC (<https://agriculturaconservacionista.ufsc.br/agrometeorologia/estacao-ufsccuritibanos>), os mesmos não aparecem nos gráficos e sim no texto.

5.2.3 Manejo do vinhedo

Em Curitibanos foi utilizado como cobertura do solo o plantio de aveias preta e branca nas entrelinhas, 80% e 20%, respectivamente. Na linha das videiras foram semeados trevos vermelho e branco, na proporção de 50%. Em Videira foi utilizado como cobertura do solo aveia preta nas entrelinhas, com a adição de fertilizantes recomendados para cada cobertura. Em ambos os locais foram utilizadas roçadeira e capina para manter as plantas invasoras abaixo de 20 cm de altura nas entrelinhas durante a safra.

5.2.4 Adubação

Os vinhedos foram adubados com base na análise de solo e nas recomendações do Manual de Calagem e Adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (CQFS, 2016) e Manual de Viticultura (GIOVANNINI, 2014). Do total recomendado, foi aplicado 50% no aparecimento da primeira ponta verde (estádio 5) e o restante durante o pleno florescimento (estádio 23). Foram utilizados como fonte de nutrientes os fertilizantes químicos: uréia (45% de N), cloreto de potássio (60% de K) e superfosfato simples (46% de P). Também foi aplicado adubo foliar a base de cálcio, boro e magnésio.

5.2.5 Tratamentos fitossanitários

As aplicações de fungicidas foram planejadas para manter baixos níveis de antracnose e outras doenças durante a safra avaliada, permitindo a diferenciação da mesma nas variedades PIWI. A primeira aplicação foi na brotação, depois a cada 10 dias até a floração (Tabela 8). A dosagem de fungicidas estava de acordo com a recomendação do fabricante. As aplicações foram realizadas após a detecção da doença no vinhedo e de modo a permitir a infecção do patógeno e, conseqüentemente, a avaliação e quantificação da doença.

Tabela 8 - Aplicações de formulações comerciais de fungicidas, por ingrediente ativo, nos vinhedos de Curitiba e Videiras, nas safras 2018/2019 e 2019/2020.

CURITIBANOS				
DATA	2018/2019	Ingrediente ativo	2019/2020	Ingrediente ativo
15/09/2018	Score	Difenoconazol		
24/09/2018	Delan	Ditianona		
06/10/2018	Metiltiofan	Tiofanato metílico		
02/11/2018	Dithane	Mancozebe		
27/09/2019			Metiltionfan	Tiofanato metílico
04/10/2019			Score	Difenoconazol
11/10/2019			Metiltiofan	Tiofanato metílico
07/11/2019			Score	Difenoconazol
12/11/2019			Dithane	Mancozebe
25/11/2019			Metiltiofan	Tiofanato metílico
12/12/2019			Metiltiofan	Tiofanato metílico
20/12/2019			Score	Difenoconazol
VIDEIRA				
10/09/2018	Delan	Ditianona		

20/09/2018	Metiltiofan	Tiofanato metílico		
27/09/2018	Delan	Ditianona		
05/10/2018	Metiltiofan	Tiofanato		
01/11/2019	Dithane	Mancozebe		
11/09/2019			Delan	Ditianona
25/09/2019			Delan	Ditianona
07/10/2019			Delan	Ditianona
22/10/2019			Delan	Ditianona
05/12/2019			Metiltiofan	Tiofanato metílico
06/12/2020			Captan	Captana
23/12/2020			Dithane	Mancozebe

5.3 Avaliações a Campo da incidência e severidade da doença

As avaliações da incidência foram realizadas de acordo com o número de plantas infectadas por bloco. Além disso, a severidade da doença foi avaliada em dezembro de cada safra, quando as variedades iniciaram a maturação, seguindo a escala diagramática OIV (Tabela 9), com uma adaptação: quando não havia doença foi dado nota 0 ao invés de 1.

Tabela 9 - Notas de sintomas de antracnose (*Elsinoë ampelina*) de acordo com a Escala diagramática OIV.

<i>Elsinoë ampelina</i> (Antracnose)	
1	Muito baixo
3	Baixo (pequenas manchas nas folhas > 1 mm de diâmetro)
5	Médio (várias folhas atacadas, manchas ligadas umas as outras, necroses nos brotos jovens)
7	Alto (sintomas fortes nas folhas, brotos, pecíolos e gavinhas, necrose nas brotações, cachos atacados, perda parcial na produção)
9	Muito alta (folhas, gavinhas, brotos e cachos totalmente atacados, causando morte dos brotos e a perda total da produção)

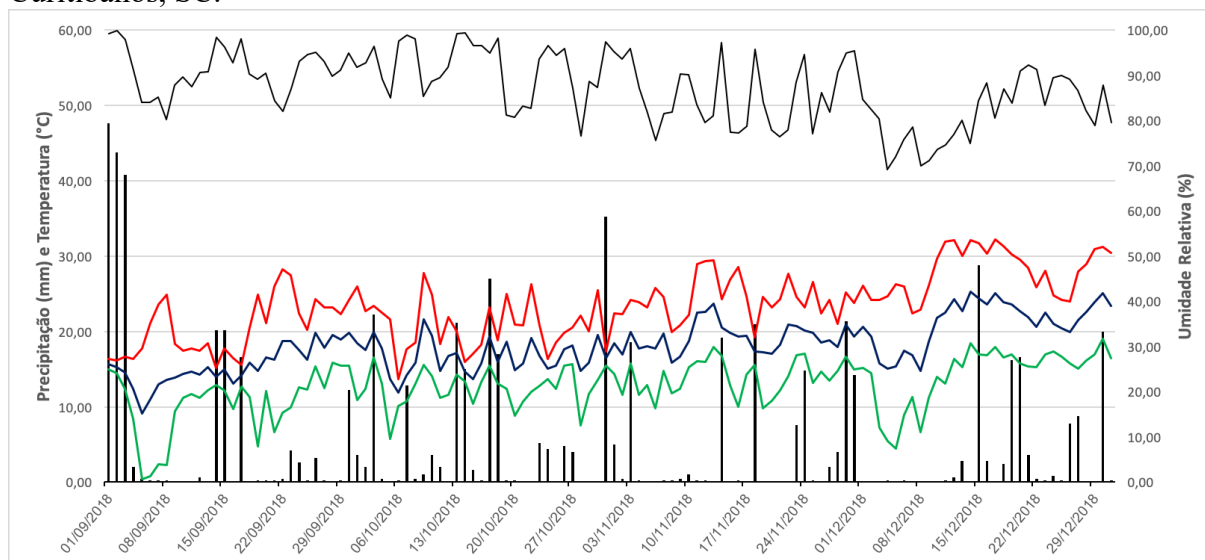
5.4 Análise Estatística

As análises estatísticas foram realizadas usando o *Agricolae* (DE MENDIBURU, 2009) para analisar a variação entre a interação dos fatores e Scott Knott (JELIHOVSCHI *et al.*, 2018), para comparação de múltiplas médias pelo teste de Scott Knott, ambos realizados com o software 'R', v. 3.4. 5 (R Core Team 2017).

5.5 RESULTADOS

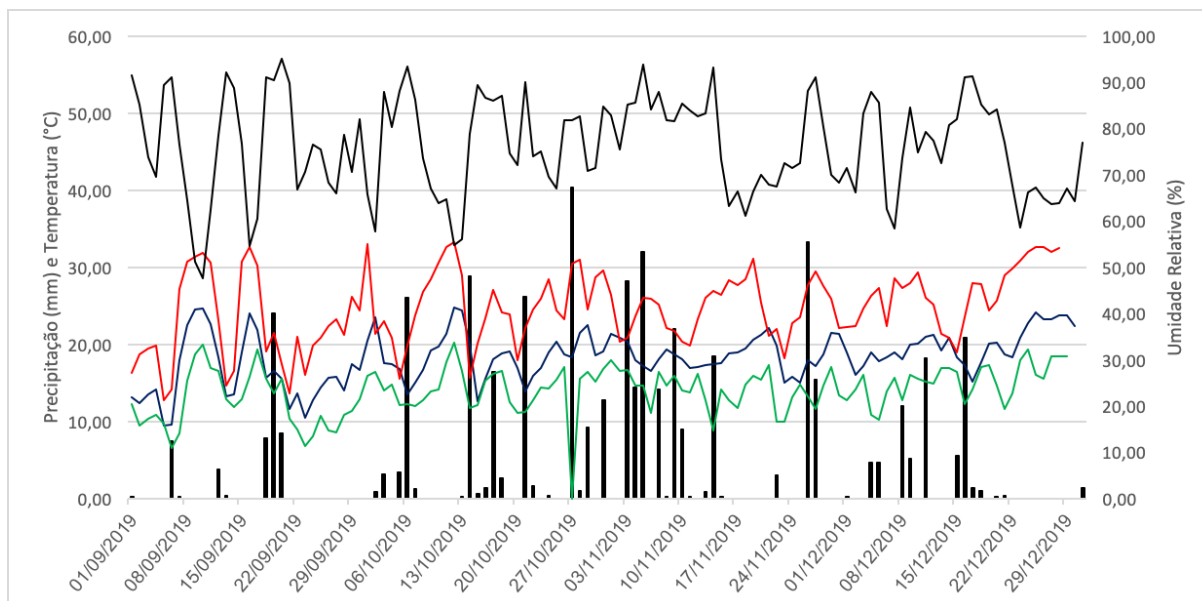
Durante o período de avaliação da doença, no mês de dezembro, em Curitibaanos, na safra 2018/2019 (Figura 41), a temperatura média foi de 20,66 °C, a precipitação mensal média foi de 26,68 mm e a UR de 83,01%. Na safra 2019/2020 (Figura 42), a temperatura média foi de 19,44 °C, a precipitação mensal média foi de 2,44 mm e a UR foi de 74,88%. Os dados coletados indicam que houve similaridade entre as duas safras para a temperatura média e UR, mas não para precipitação, pois na safra 2018/2019 choveu 10 vezes mais o volume de chuva em comparação com a safra do ano seguinte.

Figura 34 - Precipitação (mm) diária do início da safra até a avaliação da antracnose de precipitação (mm), barras pretas, temperatura (mínima, média e máxima, em °C), linhas verde, azul e vermelha, respectivamente, e umidade relativa (%), linha preta, no ciclo de 2018/2019, Curitibaanos, SC.



Fonte: Epagri/Ciram

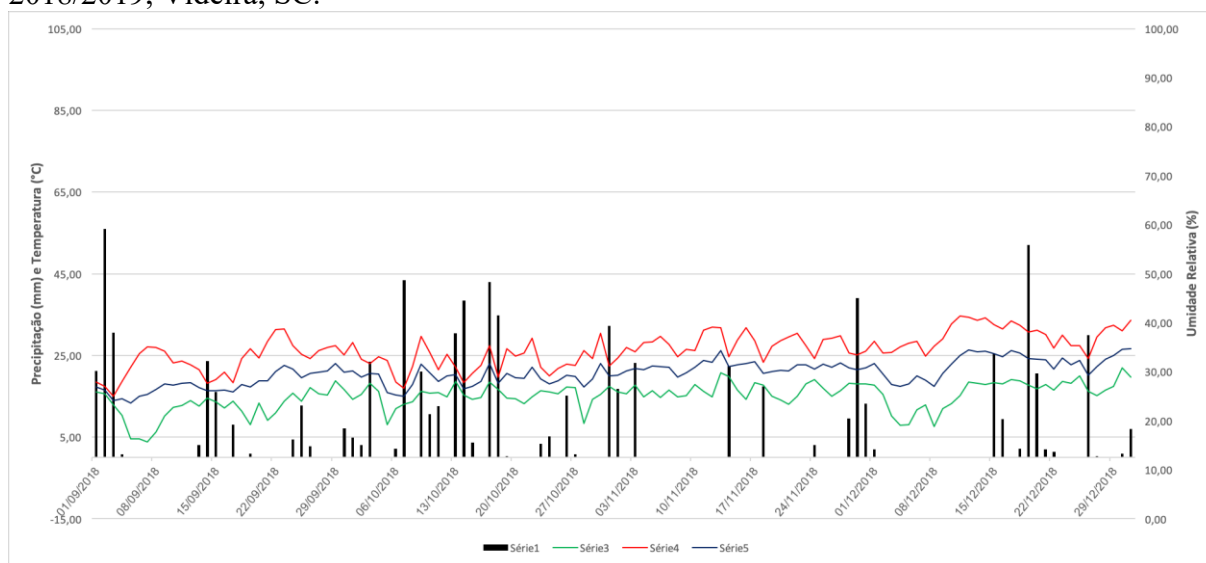
Figura 35 - Precipitação (mm) diária do início da safra até a avaliação da antracnose de precipitação (mm), barras pretas, temperatura (mínima, média e máxima, em °C), linhas verde, azul e vermelha, respectivamente, e umidade relativa (%), linha preta, no ciclo de 2019/2020, Curitibaanos, SC.



Fonte: Epagri/Ciram

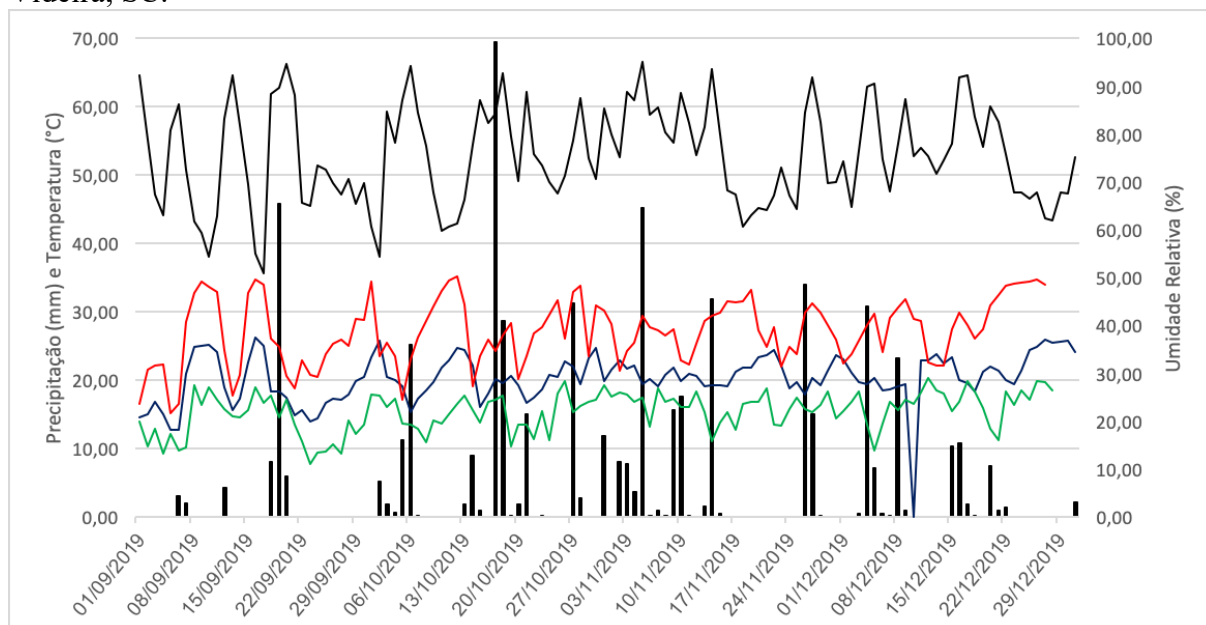
Já em Videira na safra 2018/2019 (Figura 43), a temperatura média foi de $22,62^{\circ}\text{C}$, a média de precipitação mensal foi de 41,76 mm e a UR foi de 73,68%. Na safra 2019/2020 (Figura 44), a temperatura média foi de $21,88^{\circ}\text{C}$, a média de precipitação mensal foi de 3,17 mm e a UR foi de 75,81%. Embora o comportamento dos dados climáticos foi similar nas duas safras, a precipitação foi 36% e 23% nas safras 2018/2019 e 2019/2020, maior em Videira do que em Curitibaanos, respectivamente.

Figura 36 - Precipitação (mm) diária do início da safra até a avaliação da antracnose de precipitação (mm), barras pretas, temperatura (mínima, média e máxima, em $^{\circ}\text{C}$), linhas verde, azul e vermelha, respectivamente, e umidade relativa (%), linha preta, no ciclo de 2018/2019, Videira, SC.



Fonte: Epagri/Ciram

Figura 37 - Precipitação (mm) diária do início da safra até a avaliação da antracnose de precipitação (mm), barras pretas, temperatura (mínima, média e máxima, em $^{\circ}\text{C}$), linhas verde, azul e vermelha, respectivamente, e umidade relativa (%), linha preta, no ciclo de 2019/2020, Videira, SC.



Fonte: Epagri/Ciram

Na primavera das safras de 2018/2019 e 2019/2020 em Curitiba a temperatura média foi de 15,37 e 16,16 $^{\circ}\text{C}$, a precipitação de 40,88 e 1,74 mm, e umidade relativa de 92,25

e 75,82%, respectivamente. Em Videira, a temperatura média foi de 17,83 e 18,51°C, a precipitação de 36,44 e 2,30 mm, e a umidade relativa de 79,44 e 73,18% nas duas safras, respectivamente. A temperatura da primavera tem influência no aparecimento dos sintomas, podendo anteceder ou retardar o surgimento da doença (BROOK, 1992).

Da mesma forma, como relatado por Brook (1992), a ocorrência de temperaturas mais altas e maior precipitação durante a primavera no ciclo, proporcionou que as diferentes variedades iniciassem os sintomas praticamente ao mesmo tempo em ambas as safras. No presente estudo, foram verificadas temperaturas máximas semanais na primavera na safra de 2018/2019 (Figura 41) em Curitibaanos, de 16,34, 19,49, 17,47, 21,81 e 23,28°C, média de 19,68°C; e precipitação de 47,60, 87,60, 41,00, 17,60 e 10,60 mm, média de 40,88 mm. Em Videira, na mesma safra (Figura 43), as temperaturas máximas semanais na primavera alcançaram 18,43, 21,82, 22,02 e 24,87°C, média de 22,88°C; e precipitação de 21,20, 88,20, 42,60, 9,80 e 20,40 mm, média de 36,44 mm. Na safra seguinte, em Curitibaanos (Figura 42), as temperaturas máximas semanais na primavera marcaram 16,30, 20,39, 25,56, 23,60 e 21,68°C, média de 21,50°C; e precipitação de 0,20, 1,09, 0,60, 5,74 e 0 mm, média de 1,53 mm. Na localidade de Videira (Figura 44), na mesma safra, as temperaturas máximas semanais na primavera foram 22,74, 28,10, 26, 24,92°C, média de 20,71°C; e precipitação de 0, 0,71, 0,60, 8,54 e 0 mm, média de 1,97 mm.

As duas características utilizadas para a quantificação da epidemia, incidência e severidade da doença, foram realizadas no mês de dezembro. A análise da variância revelou que há diferenças estatisticamente significativas na incidência e severidade da antracnose entre genótipos, locais e anos (Tabela 10). Da mesma forma, todas as interações simples e a interação tríplice foram igualmente estatisticamente significativas. O teste de separação de médias revelou também diferenças estatísticas entre médias de genótipos testados (Tabela 10 e 11).

Tabela 10 - Severidade mínima (Smin), Severidade máxima (Smáx), Incidência mínima (Imin) e Incidência máxima (Imax) da antracnose em variedades e seleções PIWI, testadas nas safras (2018/2019 e 2019/2020) e em dois locais (Curitibaanos e Videira).

Genótipo	Local/Ano	Severidade	Smin	Smax	Incidência	Imin	Imax	
Aromera	Cur 18	4,4	b	1	7	80,0	a	80,0
Aromera	Cur 19	4,4	b	1	7	66,7	b	60,0
Aromera	Vid 18	5,8	a	3	7	83,3	a	80,0
Aromera	Vid 19	3,7	f	3	7	66,7	b	60,0
Baron	Cur 18	1,2	e	1	3	63,3	b	50,0
Baron	Cur 19	1,5	f	1	3	76,7	b	70,0
Baron	Vid 18	1,0	f	1	1	50,0	c	40,0
Baron	Vid 19	1,0	e	1	3	46,7	c	40,0

Bronner	Cur	18	2,1	d	1	3	65,9	b	60,0	77,8
Bronner	Cur	19	2,5	c	1	3	76,7	b	50,0	100,0
Bronner	Vid	18	3,5	d	1	5	80,0	a	70,0	90,0
Bronner	Vid	19	2,9	f	1	5	53,3	c	50,0	60,0
Calandro	Cur	18	1,2	f	1	1	66,7	b	60,0	70,0
Calandro	Cur	19	1,0	f	1	1	70,0	b	60,0	80,0
Calandro	Vid	18	1,1	e	1	1	40,0	c	30,0	50,0
Calandro	Vid	19	1,1	f	1	5	30,0	c	30,0	50,0
Calardis Blanc	Cur	18	1,0	f	1	3	63,3	b	50,0	80,0
Calardis Blanc	Cur	19	1,0	f	1	1	13,3	d	10,0	20,0
Calardis Blanc	Vid	18	1,0	f	1	3	56,7	c	30,0	90,0
Calardis Blanc	Vid	19	1,9	f	1	3	30,0	c	30,0	30,0
Cabernet Cantor	Cur	18	1,3	f	1	3	66,7	b	60,0	80,0
Cabernet Cantor	Cur	19	2,6	d	1	7	66,7	b	60,0	80,0
Cabernet Cantor	Vid	18	1,0	f	1	1	40,0	c	30,0	50,0
Cabernet Cantor	Vid	19	2,4	d	1	7	33,3	c	30,0	40,0
Cabernet Carbon	Cur	18	1,6	e	1	3	86,7	a	80,0	90,0
Cabernet Carbon	Cur	19	3,3	c	1	7	96,7	a	90,0	100,0
Cabernet Carbon	Vid	18	1,0	f	1	1	30,0	c	30,0	30,0
Cabernet Carbon	Vid	19	2,9	d	1	7	40,0	c	40,0	40,0
Cabernet Cortis	Cur	18	1,0	f	1	1	93,3	a	80,0	100,0
Cabernet Cortis	Cur	19	1,0	f	1	1	93,3	a	80,0	100,0
Cabernet Cortis	Vid	18	1,0	f	1	1	43,3	c	40,0	50,0
Cabernet Cortis	Vid	19	1,0	f	1	1	40,0	c	40,0	40,0
Felicia	Cur	18	2,4	d	1	5	70,0	b	60,0	80,0
Felicia	Cur	19	3,0	d	1	5	86,6	a	70,0	100,0
Felicia	Vid	18	5,1	a	3	7	76,7	b	70,0	80,0
Felicia	Vid	19	2,0	e	1	5	60,0	b	60,0	60,0
Gf.2004-043-0004	Cur	18	3,9	c	1	7	83,3	a	80,0	90,0
Gf.2004-043-0004	Cur	19	6,2	a	3	9	73,3	b	60,0	100,0
Gf.2004-043-0004	Vid	18	1,7	e	1	5	66,7	b	50,0	90,0
Gf.2004-043-0004	Vid	19	2,5	d	1	5	60,0	b	60,0	60,0

Gf.2004-043-0010	Cur	18	2,7	d	1	7	93,3	a	80,0	100,0
Gf.2004-043-0010	Cur	19	2,6	d	1	5	60,0	c	0,0	100,0
Gf.2004-043-0010	Vid	18	1,0	f	1	1	33,3	c	30,0	40,0
Gf.2004-043-0010	Vid	19	1,2	f	1	3	30,0	c	30,0	30,0
Gf.2004-043-0013	Cur	18	2,2	d	1	3	66,7	b	30,0	90,0
Gf.2004-043-0013	Cur	19	2,9	d	1	5	73,3	b	40,0	100,0
Gf.2004-043-0013	Vid	18	1,0	f	1	1	36,7	c	30,0	40,0
Gf.2004-043-0013	Vid	19	1,9	e	1	3	40,0	c	30,0	40,0
Gf.2004-043-0015	Cur	18	2,3	e	1	7	60,0	b	50,0	70,0
Gf.2004-043-0015	Cur	19	3,1	c	1	5	66,7	b	40,0	90,0
Gf.2004-043-0015	Vid	18	1,3	f	1	3	46,7	c	40,0	60,0
Gf.2004-043-0015	Vid	19	1,7	e	1	3	46,7	c	40,0	60,0
Gf.2004-043-0021	Cur	18	3,6	c	1	7	80,0	a	70,0	90,0
Gf.2004-043-0021	Cur	19	4,8	b	1	9	80,0	a	60,0	100,0
Gf.2004-043-0021	Vid	18	2,0	e	1	5	60,0	b	50,0	80,0
Gf.2004-043-0021	Vid	19	2,4	d	1	5	46,7	c	40,0	60,0
Gf.2004-043-0024	Cur	18	1,3	f	1	5	93,3	a	90,0	100,0
Gf.2004-043-0024	Cur	19	0,0	g	0	0	0,0	e	0,0	0,0
Gf.2004-043-0024	Vid	18	1,2	f	1	3	33,3	c	30,0	40,0
Gf.2004-043-0024	Vid	19	1,6	e	1	3	33,3	c	30,0	40,0
Helios	Cur	18	1,1	f	1	3	73,3	b	60,0	80,0
Helios	Cur	19	1,8	e	1	5	40,0	c	30,0	60,0
Helios	Vid	18	1,1	f	1	3	40,0	c	30,0	60,0
Helios	Vid	19	2,3	d	1	5	30,0	c	30,0	30,0
Johanniter	Cur	18	1,4	e	1	3	93,3	a	90,0	100,0
Johanniter	Cur	19	3,0	d	1	9	96,7	a	90,0	100,0
Johanniter	Vid	18	1,3	f	1	3	46,7	c	30,0	70,0
Johanniter	Vid	19	1,0	f	1	1	30,0	b	30,0	30,0
Prior	Cur	18	1,3	f	1	3	63,3	b	40,0	90,0
Prior	Cur	19	2,5	d	1	3	73,3	b	60,0	80,0
Prior	Vid	18	1,0	f	1	1	43,3	c	40,0	50,0
Prior	Vid	19	1,7	f	0	5	40,0	c	40,0	40,0

Regent	Cur	18	2,2	e	1	5	90,0	a	90,0	90,0
Regent	Cur	19	2,5	d	1	3	50,0	c	30,0	60,0
Regent	Vid	18	1,5	e	1	3	40,0	c	30,0	60,0
Regent	Vid	19	1,0	f	0	3	30,0	c	30,0	30,0
Souvignier Gris	Cur	18	1,0	f	1	1	60,0	b	50,0	80,0
Souvignier Gris	Cur	19	2,1	e	1	7	53,3	c	40,0	70,0
Souvignier Gris	Vid	18	1,0	f	1	1	36,7	c	30,0	40,0
Souvignier Gris	Vid	19	0,5	g	0	1	30,0	c	30,0	30,0

Tabela 11 – Interação genótipo *versus* ambiente, da antracnose em variedades e seleções PIWI, testadas nas safras (2018/2019 e 2019/2020) e em dois locais (Curitibanos e Videira).

Soma dos quadrados (x^2)	Severidade	Incidência
Genótipo	82,90*	151,09*
Local	3,47*	146,84*
Ano	5,87*	31,89*
Genótipo/Local	21,37*	86,7*
Genótipo/Ano	14,51*	84,63*
Local/Ano	1,52*	1,73*
Genótipo/Local/Ano	0,495*	81,6*

Nota: Médias com letra diferente foram significativas no teste de Scott Knott ($p > 0,05$).

(*) Diferenças significativas para a soma dos quadrado ($p > 0,01$).

Desta maneira, em relação a severidade nas safras, as variedades podem ser categorizadas de acordo com a média de notas obtidas nos experimentos realizados (Tabela 12).

Tabela 12 - Atribuição do grau de resistência aos 20 genótipos testados em relação a severidade máxima de acordo com a escala de notas.

Baixa ¹	Intermediária ²	Alta ³
Baron	Bronner	Aromera
Cabernet	Calandro	Cabernet
Cantor		Cantor
Cabernet	Gf.2004-043-0010	Felicia
Cortis		
Calardis Blanc	Gf.2004-043-0013	Gf.2004-043-0004
	Gf.2004-043-0015	Gf.2004-043-0021
	Gf.2004-043-0024	
	Helios	
	Johanniter	
	Prior	
	Regent	
	Souvignier Gris	

¹ Genótipos com severidade máxima 1 a 3 em locais e anos;

² Genótipos com severidade máxima diferente em locais ou anos;

³ Genótipos com severidade máxima 5 a 9 em locais e anos.

5.5 DISCUSSÃO

A região de elevada altitude de Santa Catarina (SC) é caracterizada por apresentar grande disponibilidade de radiação solar e baixas temperaturas noturnas, o que contribui na produção de uvas com maior qualidade enológica (WURZ *et al.*, 2017). O período de monitoramento da entrada da doença obtido no presente estudo, coincidiu com estudos já realizados anteriormente (ex: NAVES *et al.*, 2006), que abrange desde o estágio de ponta verde até o estágio de início da compactação de cacho, período em que há maior suscetibilidade da videira à antracnose. Em ambos os ciclos avaliados, ocorreram condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da antracnose da videira (Figuras 41, 42, 43, 44).

Estudos anteriores mostraram que temperaturas médias próximas as 15⁰C são favoráveis ao crescimento do fungo (BOTELHO *et al.*, 2009). Bonin (2018), em um estudo realizado em São Joaquim, na safra 2016/2017, com temperatura média de 13,4⁰C, UR de 73% e precipitação de 429,6 mm concluiu que ocorreram condições favoráveis ao desenvolvimento do patógeno, devido ao elevado volume de precipitação de 277,9 mm no mês de outubro e 87,4 mm no mês de dezembro. A combinação de alta precipitação e umidade constante, especialmente na primavera e no verão, possibilitam a infecção (BOTELHO *et al.*, 2009).

No presente estudo, o índice de severidade médio variou de 0 (Gf.2004-043-0024) o que indica praticamente imunidade, a 6,2 (Gf.2004-043-0004), indicando susceptibilidade (Tabela 10).

Genótipos com diferentes médias de índice de incidência apresentaram o valor máximo em uma safra ou local. Por exemplo, a variedade Johanniter apresentou, na safra 2019/2020 em Curitiba, índice médio de severidade de 3,0 (moderadamente resistente, mas apresentou também índice de severidade máximo de 9 (altamente suscetível), enquanto a seleção Gf.2004-043-0004 apresentou o índice de severidade médio de 6,2 (moderadamente suscetível) e máximo de 9 (altamente suscetível). Já a variedade Cabernet Cortis apresentou sempre o mesmo valor para o índice de severidade médio e máximo em ambas as safras. Desta forma, o background genético e o ambiente devem contribuir para afetar esta característica. Este resultado ilustra a interação genótipo x anos, pois comparando-se diferentes safras, os valores dos índices de severidade exibiram comportamentos distintos (Tabela 10 e 11).

Da mesma forma, a interação genótipos x locais apresentou significância estatística. Enquanto o valor de 1,4 para o índice de severidade a variedade Johanniter na safra 2018/2019 em Curitiba saltou para 3,0 na safra seguinte, mas em Videira o referido valor decresceu de

1,3 para 1,0 nas mesmas safras. Por sua vez a variedade Prior apresentou o menor índice de severidade da doença na primeira safra em ambos os locais. Este comportamento diferencial de distintos genótipos em diferentes ambientes justifica porque existe a interação entre genótipo x ambiente.

A variação de $S_{máx}$ e $S_{mín}$, possivelmente justifica-se em relação a quantidade de inóculo inicial na área e a ocorrência de condições climáticas favoráveis, de acordo com a safra, geraram uma pressão de inóculo maior e influenciaram na expressão da resistência as diferentes variedades.

Quanto a $S_{máx}$ da doença no ciclo 2018/2019 e 2019/2020, na cidade de Curitiba, as variedades Calandro e Cabernet Cortis, mantiveram-se com $S_{máx}$ até 1, Baron e Bronner até 3, Felicia até 5, Aromera até 7, as demais variedades variando de 0 a 9. Já em Videira, Gf.2004-0004, Gf.2004-0015, Regent variou de 1 até 3 e Aromera até 7; as demais variedades variando de 0 a 7. Vale ressaltar que a variedade Aromera, em ambas as cidades e safras obteve o mesmo resultado. Bem como Calandro em ambas as safras em Curitiba e na safra 2018/2019 em Videira, com um aumento no $S_{máx}$ na safra 2019/2020, na mesma.

Os genótipos que apresentaram maiores valores de severidade máxima de antracnose foram Gf.2004-0004, Gf.2004-0021 e Johanniter, em Curitiba na safra 2019/2020. No entanto, na mesma localidade e safra, a seleção Gf.2004-0024, estava imune a antracnose.

A $I_{máx}$ das variedades e seleções, variou de 30 a 100, em ambas as safras e locais, sendo que Aromera variou de 66,7 a 83,3. O menor valor de $I_{máx}$ foi constatado na variedade Sauvignier Gris, que variou de 30 a 60, em ambas as safras e locais, sendo menor em Videira, onde exibiu os valores 36,7 (2018/2019) e 30 (2019/2020).

Na safra 2018/2019 em Curitiba a Gf.2004-0024 apresentou o valor de $I_{máx}$ de 93,3, e safra seguinte de 0, demonstrando ser resistente a doença. Já em Videira, a mesma seleção teve um $I_{máx}$ de 33,3 em ambas as safras, com variação 1 a 3 ($S_{mín}$ e $S_{máx}$, respectivamente).

Em geral os estudos realizados indicam que a antracnose pode infectar um largo espectro de genótipos de videira. Em um deles, todas as 133 seleções de videira avaliadas, incluindo *V. vinifera* e Híbridos americanos, apresentaram sintomas da doença, porém com ampla variação no número e tamanho das lesões (KONO *et al.*, 2013). Resultados similares foram obtidos por Bonin (2018), onde nenhuma variedade PIWI apresentou alta resistência ou imunidade a doença. A fase de maior suscetibilidade das videiras à antracnose é da brotação até o estágio de início de compactação do cacho, pois coincide com o aparecimento dos sintomas da doença (NAVES *et al.*, 2006; BONIN, 2018).

Bonin (2018), com o uso da Escala de notas para avaliação e severidade da antracnose da videira por Pedro Junior *et al.*, (1998), estudou 4 variedades semelhantes as do presente estudo, porém com escala diferente, na cidade de São Joaquim em duas safras, sendo 2016/2017 e 2017/2018, sendo elas Cabernet Cortis, Cabernet Carbon, Bronner e Regent. Na safra 2016/2017 encontrou I_{max} de 40% na variedade Regent, 18,3% na variedade Bronner, 18,5% na variedade Cabernet Carbon e 21,4% na Cabernet Cortis. Para a S_{max}, encontrou valor médio na variedade Regent (33,3%). Já na safra 2017/2018 encontrou I_{max} de 41,7% na variedade Regent, 20,1% na variedade Bronner, 23,3% na variedade Cabernet Carbon e 33,3% na Cabernet Cortis. Para a S_{max}, encontrou valor médio na variedade Regent (25%). Os resultados de Bonin (2018), corroboram com os do presente estudo, com resultados aproximados nas variedades Regent e Cabernet Cortis.

Tomando-se em conjunto os resultados obtidos no presente estudo, as variedades e seleções PIWI se mostraram suscetíveis a antracnose e apresentaram suscetibilidade superior comparativamente às variedades Europeias Chardonnay (I_{max} 20% e S_{max} 17,5%; I_{max} 46,7% e S_{max} 41,6%), Cabernet Sauvignon (I_{max} 20,7% e S_{max} 17,7%; I_{max} 21,6% e S_{max} 17,5%), Muscaris (I_{max} 35% e S_{max} 25%; I_{max} 40% e S_{max} 33,3%), Poloskei (I_{max} 46,6% e S_{max} 33,3%; I_{max} 28,3% e S_{max} 25%) nas safras 2016/2017 e 2017/2018, respectivamente (Bonin, 2018). Além disso, houve precipitações maiores na segunda safra avaliada do estudo de Bonin (2018), fator este que pode ter favorecido o desenvolvimento da doença de forma progressiva, o que também ocorreu no presente estudo.

Bonin (2018) encontrou no seu estudo na safra 2017/2018, valores de I_{max} nas variedades PIWI Nero (45,2%), Regent (41,7%) e Muscaris (40%), sendo os valores da variedade Regent, semelhantes ao do presente estudo, onde a mesma obteve I_{max} de 60% na safra 2019/2020 em Curitiba e na safra 2018/2019 em Videira e I_{max} de 30% na safra 2019/2020 em Videira. Segundo Galet (1990), a variedade Cabernet Sauvignon apresenta sensibilidade a *Elsinoë ampelina*.

A variedade PIWI Aromera, no presente estudo, apresentou alta susceptibilidade ao patógeno (S_{max} 7) em ambas as safras e locais. Da mesma forma, na safra 2019/2020 Curitiba, as seleções Gf.2004-0004 e Gf.2004-0021 e variedade Johanniter (S_{max} 9) também evidenciaram alta susceptibilidade ao patógeno.

Quando comparada às variedades e seleções PIWI, as variedades viníferas Chardonnay e Cabernet Sauvignon apresentaram suscetibilidade a antracnose superior ou semelhante nas duas safras avaliadas (Bonin, 2018). As características varietais associadas às condições climáticas locais determinam o número de tratamentos necessários para o controle do fungo

(NAVES *et al.*, 2006). Seu controle deve ser realizado desde o início da brotação, uma vez que os tecidos tenros aliados à alta umidade favorecem a infecção (GRIGOLETTI JUNIOR e SONEGO, 1993; SONEGO, 2000). As variedades viníferas já são amplamente distribuídas na região do planalto, assim as medidas de controle da antracnose com fungicidas já são adotadas para essas variedades.

Na safra 2018/2019 em Curitiba, houve precipitações maiores no mês de setembro, novembro e dezembro, comparativamente aos demais, temperaturas médias de 14°C nesses mesmos meses e UR de 80%. Já em Videira nos meses de outubro e novembro, houve também precipitações maiores e temperatura média de 18°C com UR de 80%. Assim, chuvas distribuídas ao longo do mês, temperaturas próximas a 12 a 18°C com UR de 75%, são condições altamente favoráveis ao desenvolvimento do fungo causador da antracnose.

Segundo Brook (1973), o período crítico para que haja infecção pelo fungo é de 7 a 10 horas de molhamento foliar a uma temperatura de 12°C na primavera ou de 3 a 4 horas de molhamento foliar a 21°C no verão. A produção abundante de conídios ocorre após 14 dias a 12°C e após 5 dias a 21°C. Os esporos podem ser dispersados pelo vento ou respingos de água a até 7 metros de distância. O estudo levantado acima corrobora com os dados climáticos levantados no presente estudo; sendo assim, é possível justificar a ocorrência da doença e relacionar com as diferentes respostas das plantas.

A antracnose provoca mais danos durante anos chuvosos, sendo alta UR e a precipitação os principais fatores influenciam o desenvolvimento da doença. A precipitação é importante para a primeira infecção; porém novas infecções ocorrem com chuvas de 1-2 mm (BROOK, 1992). Deste modo, sendo semelhante as condições climáticas do presente estudo durante os dois ciclos avaliados para que ocorresse infecção da doença durante todo o período, o que resultou em elevada severidade da doença em algumas variedades e seleções avaliadas, mesmo com a realização de tratamentos com fungicidas na tentativa de controlar a doença.

Brook (1992), também relatou no seu estudo que a infecção primária ocorreu no final de setembro a início de outubro, exatamente coincidente com a brotação das variedades e seleções avaliadas no presente estudo.

Como a avaliação da severidade e incidência da antracnose do presente estudo ocorreu no mês de dezembro, foi possível observar a campo que as variedades e seleções obtiveram os valores mais altos de I_{max} e S_{max} no período avaliado, mas não houve queda prematura das folhas antes do final do ciclo. Carisse e Morissette-Thomas (2013), estudaram a relação entre o clima, doença e o hospedeiro com a consequente queda prematura das folhas de videira atingidas pela antracnose. Os resultados obtidos sugeriram que para evitar a queda prematura

das folhas é necessário manter a severidade abaixo de 25%, adotando medidas de controle da quantidade de inóculo, principalmente em folhas jovens.

Levando em consideração a característica Smax, é possível concluir que Cabernet Cortis se destacou por apresentar melhor resposta quanto a resistência à antracnose em ambas as safras, diferindo dos resultados obtido por Bonin (2018). Quando é considerado a safra 2018/2019, destaca-se em ambas os locais as variedades Calandro e Souvignier Gris. Calandro manteve a Smax em 2019/2020 em Curitibaanos e Souvignier Gris em Videira, na mesma safra.

A maioria das espécies de uvas silvestres tropicais, podem ser fonte de resistência moderada a antracnose (FENNELL, 1948). Da mesma forma, Mortensem (1981) relatou que as espécies *V. aestivalis* ssp. *Simpsoni*, *V. aestivalis* ssp. *Smalliana*, *V. caribaea* (Syn. *V. tiliifolia* Humb. & Bonpl.) *V. champini* Planch, *V. labrusca* L., *V. munsoniana* Simps, *V. rotundifolia*, *V. rupestris*, *V. shuttleworthii* House e *V. vulpina* L., são fontes de resistência à antracnose. Tian *et al.*, (2008) consideraram as espécies asiáticas e chinesas *V. amurensis*, *V. quinquangularis*, *V. romanetii*, *V. adstricta*, *V. pseudoreticulata*, *V. piasezkii*, *V. davidii*, *V. davidii* var. *cyanocarpa*, *V. liubanensis*, *V. qinlingensis*, *V. bashanica*, *V. yeshanensis*, *V. hancockii*, *V. coignetiae* e *V. Thunbergii* como recursos genéticos de resistência à antracnose. Menon (2016), em um estudo com acessos na região de Curitibaanos, conclui que *V. shuttleworthii* também foi considerado resistente à antracnose. Entretanto, *V. vulpina* e *V. thunbergii*, que foram consideradas resistentes pelos autores citados, no presente estudo foram consideradas moderadamente resistente e suscetível, respectivamente. Possivelmente isso pode ter ocorrido, devido a presença de raças diferentes do patógeno. De qualquer forma, há muitas fontes de resistência. No entanto, são necessários estudos para a identificação da base genética destas fontes de resistência a antracnose, bem como o mapeamento genético dos genes envolvidos.

As variações de Smáx e Smin estão relacionadas à quantidade de inóculo inicial na área e à ocorrência de condições climáticas favoráveis, de acordo com a colheita, resultando em maior ou menor severidade da doença nas diferentes variedades (BARROS *et al.*, 2015). Em geral, os estudos realizados indicam que a antracnose pode infectar um grande número de genótipos de videira (MURRIA *et al.*, 2018). Observou-se que 133 seleções de videira avaliadas, incluindo *V. vinífera* e híbridos americanos, apresentaram sintomas da doença, porém com grande variação no número e tamanho das lesões (KONO *et al.*, 2013). Resultados semelhantes foram obtidos por Bonin (2018), onde nenhuma variedade PIWI mostrou alta resistência ou imunidade a doenças. O uso da escala de classificação para avaliar a severidade da antracnose na videira é uma das principais ferramentas disponíveis para a classificação da resistência à antracnose (BONIN, 2018). No entanto, as variedades avaliadas no presente estudo têm graus diferentes quando avaliadas em diferentes regiões, por exemplo, 4 variedades

também usadas no presente estudo, Cabernet Cortis, Cabernet Carbon, Bronner e Regent, apresentam nível de severidade diferente quando avaliadas em outra região (São Joaquim, Brasil) e anos. No entanto, apesar da diferença nos valores de Smax e Imax, as variedades Regent e Cabernet Cortis apresentaram o mesmo nível de ataque encontrado no presente estudo, severidade moderada e baixa, respectivamente.

Nos países tropicais e subtropicais, as variedades de vinho já são amplamente distribuídas; portanto, medidas para controlar a antracnose com fungicidas já são adotadas para essas variedades de maneira preventiva (WADEKAR *et al.*, 2015). A queda prematura das folhas de videira afetadas pela antracnose está relacionada a uma severidade acima de 25%, portanto medidas de controle devem ser adotadas antes desse nível de ataque, principalmente em folhas jovens (CARISSE e MORISSETTE-THOMAS, 2013, SANTOS e SPÍPIO, 2018). A produção abundante de conídios ocorre após 14 dias a 12°C e após 5 dias a 21°C (SANTOS *et al.*, 2018).

As espécies tropicais de uvas selvagens podem ser uma fonte de resistência moderada à antracnose (FENNELL, 1948; MORTENSEN, 1981). Espécies americanas, *V. aestivalis* ssp. *Simpsoni*, *V. aestivalis* ssp. *Smalliana*, *V. caribaea* (Syn. *V. tiliifolia* Humb. & Bonpl.) *V. champini* Planch, *V. labrusca* L., *V. munsonian* Simps, *V. rotundifolia*, *V. rupestris*, *V. shuttleworthii* House e *V. vulpina* L., são fontes de resistência à antracnose (MORTENSEN, 1981). Corroborando, as espécies asiáticas *V. amurensis*, *V. quinquangularis*, *V. romanetii*, *V. adstricta*, *V. pseudoreticulata*, *V. piasezkii*, *V. davidii*, *V. davidii* var. *cyanocarpa*, *V. liubanensis*, *V. qinlingensis*, *V. bashanica*, *V. yeshanensis*, *V. hancockii*, *V. coignetiae* e *V. Thunbergii* são considerados recursos genéticos para uso na resistência à antracnose (WANG *et al.*, 1998, TIAN *et al.*, 2008). No Brasil, em um estudo na mesma região deste estudo, a espécie *V. shuttleworthii* também foi considerada resistente à antracnose (MENON, 2016). Entretanto, *V. vulpina* e *V. thunbergii*, consideradas resistentes na Ásia, apresentaram-se moderadamente resistentes e suscetíveis, respectivamente, quando avaliadas nas condições de Curitiba, Brasil (MENON, 2016). Considerando que o clima na região estudada se apresenta como ideal para o desenvolvimento da doença, além de possíveis raças diferentes de patógenos (SANTOS *et al.*, 2018b). No entanto, existem muitas fontes de resistência a doenças, mas são necessários estudos para identificar a base genética dessas fontes de resistência à antracnose, bem como o mapeamento genético dos genes envolvidos (LI *et al.*, 2008; KIM *et al.*, 2008).

A resistência é a capacidade que uma variedade tem para reduzir a ação do patógeno devido ao efeito de cada gene envolvido, que atua em diferentes mecanismos, como imunidade, redução do tamanho das lesões, redução da capacidade de multiplicação do patógeno, aumento

do período de incubação, redução do número de gerações do patógeno em um ciclo de cultivo, entre outros (PETIT-HOUDENOT e FUDAL, 2017). A combinação desses componentes de resistência permite que a variedade seja classificada de acordo com a quantidade de sintomas da doença (DODDS *et al.*, 2020). Dessa forma, em relação à severidade das colheitas, as variedades podem ser categorizadas de acordo com as notas médias obtidas nos experimentos realizados (Tabela 10).

Devido a fonte de resistência ao míldio e oídio das variedades e seleções PIWI, a antracnose pode vir a ser considerada uma doença primária para esses genótipos já que os mesmos se mostram susceptíveis as infecções da doença (BAVARESCO, 2018; AKKURT *et al.*, 2019). Assim, variedades PIWI que requerem menos aplicações de pesticidas, facilitando o aparecimento de doenças fúngicas consideradas secundárias quando realizadas aplicações frequentes para o controle de míldio e oídio (ZANGHELINI *et al.*, 2019). Muitos pesticidas usados para controlar o míldio e oídio na videira também têm um ingrediente ativo que controla a antracnose (GEOVANNI *et al.*, 2014; WADEKAR *et al.*, 2015). Portanto, o uso de variedades PIWI resistentes apenas a essas duas doenças pode resultar em alta gravidade da antracnose, devido ao menor controle com fungicida e suscetibilidade aos genótipos (TOPFER e EIBACH, 2016).

A viticultura tropical e subtropical tem mostrado grande potencial na produção de vinho (SILVA *et al.*, 2019). A busca de variedades que se adaptem às condições climáticas dessas regiões é um fator de grande importância para a sustentabilidade da atividade vitivinícola ao longo do tempo, melhorando a competitividade dos vinhos, bem como a saúde dos consumidores e reduzindo os impactos ambientais da atividade vitivinícola (WURZ *et al.*, 2017).

A região de altitude de Santa Catarina vem se apresentando com grande potencial na viticultura. A busca por variedades que se adaptem às condições climáticas diferenciadas da região é um fator de grande importância para a sustentabilidade da atividade vitivinícola ao longo do tempo.

5.6 CONCLUSÃO

Houve diferenças significativas na incidência e a severidade entre os genótipos PIWI avaliados, que mostraram-se suscetíveis a antracnose em ambos os ciclos avaliados, com condições climáticas propícias ao desenvolvimento do patógeno.

A significativa interação entre genótipo x ambiente indica o comportamento diferencial de um mesmo genótipo, comparativamente a outros, em diferentes ambientes. Assim, a seleção para resistência a antracnose deverá ser realizada em um grande numero de locais.

Medidas integradas de controle de doenças, principalmente no período pós-brotamento, até o estágio em que os cachos começam a se compactar, que é o período em que as videiras são mais suscetíveis à antracnose, são extremamente importantes.

REFERÊNCIAS

- AKKURT, M., TAHMAZ, H., & VEZIROĞLU, S. (2019). Recent developments in seedless grapevine breeding. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 40(2), 1-1.
- AKKURT, M., WELTER, L., MAUL, E., TÖPFER, R., & ZYPRIAN, E. (2007). Development of SCAR markers linked to powdery mildew (*Uncinula necator*) resistance in grapevine (*Vitis vinifera* L. and *Vitis* sp.). *Molecular Breeding*, 19(2), 103-111.4
- BARROS, L. B., BIASI, L. A., CARISSE, O., & DE MIO, L. L. M. (2015). Incidence of grape anthracnose on different *VITIS labrusca* and hibrid cultivars and rootstocks combination under humid subtropical climate. *Australasian Plant Pathology*, 44(4), 397-403.
- BAVARESCO, L. (2018, July). Impact of grapevine breeding for disease resistance on the global wine industry. In *XII International Conference on Grapevine Breeding and Genetics 1248* (pp. 7-14).
- BOTELHO, R. V. ; MAIA, A. J. ; PIRES, E. J. P. ; TERRA, M. M. Effect of garlic extract on breaking dormancy of grape buds and in vitro control of the causal agent of anthracnose (*Elsinoë ampelina* Shear). **Revista Brasileira de Fruticultura**, 31: 96-102, 2009.
- BRAGA, Z. V., DOS SANTOS, R. F., AMORIM, L., & APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. (2019). Histopathology of infection and colonisation of *Elsinoë ampelina* on grapevine leaves. *European Journal of Plant Pathology*, 154(4), 1009-1019.
- BROOK, P.J. **Epidemiology of grapevine anthracnose and downy mildew in Auckland.** New Zealand vineyards, New Zealand Journal of Horticulture Science. 20 : 37-49. 1992.
- CARISSE, O., & MORISSETTE-THOMAS, V. (2013). Epidemiology of grape anthracnose: Factors associated with defoliation of grape leaves infected by *Elsinoë ampelina*. *Plant disease*, 97(2), 222-230.
- CARISSE, O.: LEFEBVRE, A. A model to estimate the amount of primary inoculum of *Elsinoë ampelina*. **Plant Disease**, 95:1167-1171, 2011.
- CHEN, W. K., HE, F., WANG, Y. X., LIU, X., DUAN, C. Q., & WANG, J. (2018). Influences of berry size on fruit composition and wine quality of *Vitis vinifera* L. cv.'Cabernet Sauvignon'grapes. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 39(1), 67-76.
- DE MENDIBURU, F. (2009). *Agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research*. R package version 1.3-1. Accessed 20 March 2020
- DODDS, P. N., LAWRENCE, G. J., PRYOR, A., & ELLIS, J. G. (2020). Genetic analysis and evolution of plant disease resistance genes. In *Molecular Plant Pathology* (pp. 88-107). CRC Press.
- FENNELL, J.L. 1948. Inheritance studies with the tropical grape. *J. Hered.* 39:54– 64.

GALET, P. **Cépages et vignobles de France**. Tome II. L'ampélographie Française, 2o Edição, Dehan Montpellier. França, 400p., 1990.

GIOVANNINI, E. Manual de viticultura. Porto Alegre: Bookman, 2014.

GOMES, B. R., BOGO, A., COPATTI, A., GUGINSKI-PIVA, C. A., DE MORAIS, A. C., ZANGHELINI, J. A., ... & DAL VESCO, L. L. (2019). Assessment of grapevine germoplasm collection for resistance to grape leaf rust (*Phakopsora euvtis*) using a leaf disc assay. *Euphytica*, 215(12), 194.

GRIGOLETTI JUNIOR, A.; SÔNEGO, O.R. Principais doenças fúngicas da videira no Brasil. **Circular Técnica 17**, Embrapa Uva e Vinho. Bento Gonçalves, 36p. 1993.

GRIMALT, S., & DEHOUCK, P. (2016). Review of analytical methods for the determination of pesticide residues in grapes. *Journal of Chromatography A*, 1433, 1-23.

JELIHOVSCHI, E., FARIA, J. C. eand ALLAMAN, I. B. (2018) Scott Knott: Division of an ANOVA experiment treatment means into homogeneous distinct groups using the clustering method of Scott & Knott. R package version 1.2-7. Accessed 20 March 2020

JKI – Julius Kühn-Institut. Vitis International Variety Catalogue (VIVC). 2020.

KIM, G. H., YUN, H. K., CHOI, C. S., PARK, J. H., JUNG, Y. J., PARK, K. S., ... & KANG, K. K. (2008). Identification of AFLP and RAPD markers linked to anthracnose resistance in grapes and their conversion to SCAR markers. *Plant breeding*, 127(4), 418-423.

LI, D., WAN, Y., WANG, Y., & HE, P. (2008). Relatedness of resistance to anthracnose and to white rot in Chinese wild grapes. *Vitis*, 47(4), 213-215.

LI, H., WANG, H., LI, H., GOODMAN, S., VAN DER LEE, P., XU, Z., ... & YANG, P. (2018). The worlds of wine: Old, new and ancient. *Wine Economics and Policy*, 7(2), 178-182.

LI, Z., ZHANG, S., HAN, R., ZHANG, H., LI, K., & WANG, X. (2019). Infection process and host responses to *Elsinoë ampelina*, the causal organism of grapevine anthracnose. *European Journal of Plant Pathology*, 155(2), 571-582.

LIU, X. Q., ICKERT-BOND, S. M., NIE, Z. L., ZHOU, Z., CHEN, L. Q., & WEN, J. (2016). Phylogeny of the Ampelocissus–Vitis clade in Vitaceae supports the New World origin of the grape genus. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 95, 217-228.

MAUL *et al.* (2010): Vitis International Variety Catalogue - www.vivc.de – (acessado em janeiro de 2020)

MORTENSEN, J. A. (1981). Sources and inheritance of resistance to anthracnose in *Vitis*. *Journal of Heredity*, 72(6), 423-426.

MURRIA, S., KAUR, N., ARORA, N., & MAHAL, A. K. (2018). Field reaction and metabolic alterations in grape (*Vitis vinifera* L.) varieties infested with anthracnose. *Scientia Horticulturae*, 235, 286-293.

- NASCIMENTO-GAVIOLI, M. C. A., ROCKENBACH, M. F., WELTER, L. J., & GUERRA, M. P. (2019). Histopathological study of resistant (*Vitis labrusca* L.) and susceptible (*Vitis vinifera* L.) cultivars of grapevine to the infection by downy mildew. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 1-11.
- NAVES, R.L.; GARRIDO, L.R.; SÔNAGO, O.R.; FORCHESATO, M. Antracnose da videira: sintomatologia, epidemiologia e controle. **Circular técnica 69**. Bento Gonçalves, RS. Dezembro, 2006.
- PETIT-HOUDENOT, Y., & FUDAL, I. (2017). Complex interactions between fungal avirulence genes and their corresponding plant resistance genes and consequences for disease resistance management. *Frontiers in plant science*, 8, 1072.
- R Core Team (2017) R: A Language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna. Austria. <http://www.r-project.org>
- RIAZ, S; DANGL, G. S.; EDWARDS, K. J.; MEREDITH, C. P. A microsatellite marker based framework linkage map of *Vitis vinifera* L. *Theoretical and Applied Genetics*, v. 108, p. 864-872, 2004.
- SANTOS, R. F. D., SPÓSITO, M. B., AYRES, M. R., & SOSNOWSKI, M. R. (2018b). Phylogeny, morphology and pathogenicity of *Elsinoë ampelina*, the causal agent of grapevine anthracnose in Brazil and Australia. *Journal of Phytopathology*, 166(3), 187-198.
- SANTOS, R. F., & SPÓSITO, M. B. (2018). Improving assessments of anthracnose severity on grapevine leaves through the development of a standard area diagram set. *Australasian Plant Pathology*, 47(4), 357-364.
- SANTOS, R. F., CIAMPI-GUILLARDI, M., AMORIM, L., MASSOLA, N. S., & SPÓSITO, M. B. (2018). Aetiology of anthracnose on grapevine shoots in Brazil. *Plant Pathology*, 67(3), 692-706.
- SILVA, J. N. D., PONCIANO, N. J., SOUZA, C. L. M., SOUZA, P. M. D., & VIANA, L. H. (2019). Characterization of tropical viticulture in the fluminense north and northwest regions. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 41(6).
- SÔNAGO, O.R. Principais doenças fúngicas da videira no Brasil e medidas de controle. **Instrução Técnica 3**, Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves. 5p., 2000.
- THIS, P.; LACOMBE, T.; THOMAS, M. R. Historical origins and genetic diversity of wine grapes. *Trends in Genetics*, v. 22, n. 9, p. 511-519, Sep. 2006.
- TÖPFER, R. *et al.* New horizons for grapevine breeding. **Methods in temperate fruit breeding. fruit, vegetable and cereal science and biotechnology**, v. 5, p. 79-100, 2011.
- Topfer, R., & Eibach, R. (2016). Pests and diseases: Breeding the next-generation disease-resistant grapevine varieties. *Wine & Viticulture Journal*, 31(5), 47.

WADEKAR, N. B., SHARMA, P. K., & SAPKALE, N. S. (2015). Detection and controlling of grape leaf diseases using image processing and embedded system. *SSRG Int. J. Elect. Electron. Eng.*, 2(10), 13-15.

WANG, Y. J., LIU, Y. L., HE, P. C., LAMIKANRA, O., & LU, J. (1998). Resistance of Chinese *Vitis* species to *Elsinoë ampelina* (de Bary) shear. *HortScience*, 33(1), 123-126.

WELTER, L. J., GÖKTÜRK-BAYDAR, N., AKKURT, M., MAUL, E., EIBACH, R., TÖPFER, R., & ZYPRIAN, E. M. (2007). Genetic mapping and localization of quantitative trait loci affecting fungal disease resistance and leaf morphology in grapevine (*Vitis vinifera* L). *Molecular Breeding*, 20(4), 359-374.

WELTER, L., TISCH, C., KORTEKAMP, A., TÖPFER, R., & ZYPRIAN, E. (2017). Powdery mildew responsive genes of resistant grapevine cultivar 'Regent'. *Vitis*, 56, 181-188.

WURZ, D.A.; BEM, B.P.; ALLEBRANDT, R.; BONIN, B.; DALMOLIN, L.G.; CANOSA, A.T.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A.A. New wine-growing regions of Brazil and their importance in the evolution of Brazilian Wine. **BIO Web of Conferences**, v.9, p.1-4, 2017.

ZANGHELINI, J. A., BOGO, A., DAL VESCO, L. L., GOMES, B. R., MECABÔ, C. V., HERPICH, C. H., & WELTER, L. J. (2019). Response of PIWI grapevine cultivars to downy mildew in highland region of southern Brazil. *European Journal of Plant Pathology*, 154(4), 1051-1058.

ZHANG, J., HAUSMANN, L., EIBACH, R., WELTER, L. J., TÖPFER, R., & ZYPRIAN, E. M. (2009). A framework map from grapevine V3125 (*Vitis vinifera* 'Schiava grossa'×'Riesling')× rootstock cultivar 'Börner'(*Vitis riparia*× *Vitis cinerea*) to localize genetic determinants of phylloxera root resistance. *Theoretical and applied genetics*, 119(6), 1039-1051.