

Cristian Valdenir Mecabô

**CARACTERIZAÇÃO VITÍCOLA DE GENÓTIPOS COM  
RESISTÊNCIA AO MÍLDIO DA VIDEIRA NO PLANALTO  
CENTRAL DE SANTA CATARINA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais (PPGEAN) do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus de Curitibanos, para a obtenção do Grau de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Lírio Luiz Dal Vesco  
Coorientador: Prof. Dr. Leocir José Welter

Curitibanos - SC  
2019

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

Mecabô, Cristian Valdenir

Caracterização vitícola de genótipos com resistência ao míldio da videira no planalto central de Santa Catarina / Cristian Valdenir Mecabô ; orientador, Lírio Luiz Dal Vesco, coorientador, Leocir José Welter, 2019.

141 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais, Curitibanos, 2019.

Inclui referências.

1. Ecossistemas Agrícolas e Naturais. 2. Cultivares PIWI. 3. Fenologia. 4. Requerimento térmico. 5. Incidência e Severidade. I. Dal Vesco, Lírio Luiz. II. Welter, Leocir José. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais. IV. Título.

Cristian Valdenir Mecabô

**CARACTERIZAÇÃO VITÍCOLA DE GENÓTIPOS COM  
RESISTÊNCIA AO MÍLDIO DA VIDEIRA NO PLANALTO  
CENTRAL DE SANTA CATARINA**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre” e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais.

Curitiba, 26 de fevereiro de 2019.

---

Prof. Alexandre Ten Caten, Dr.  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Lírio Luiz Dal Vesco, Dr.  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof.<sup>a</sup> Adriana Terumi Itako, Dr.<sup>a</sup>  
Examinadora Interna  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Aparecido Lima da Silva, Dr.  
Examinador Externo  
Universidade Federal de Santa Catarina



Dedico este trabalho aos meus familiares, fonte de meus conhecimentos e saberes. Graças a eles, tornei-me uma pessoa capaz de lutar para que meus sonhos e objetivos fossem sempre alcançados, sem jamais desanimar. Considero-me forte, porque, eles me ensinaram a ser forte.



## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por estar guiando meu caminho em mais uma etapa da minha vida, por estar sempre presente e permitir que pela fé se concretizasse mais essa realização.

À protetora dos estudantes “Santa Catarina de Alexandria” pela qual tenho muita devoção.

Agradecimento especial aos meus pais (Valdenir e Adriana), minha irmã (Jeanny), minha nona (Iolita) e minha namorada (Leticia), pelo apoio.

Agradecimento especial a todos os familiares (tios, primos, madrinha e padrinho) que sempre torceram por esta conquista.

A Universidade Federal de Santa Catarina, aos professores e colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais, pela oportunidade e ensinamentos.

Aos professores Dr. Lírio Luiz Dal Vesco, pela orientação, e ao Dr. Leocir José Welter pela coorientação, obrigado pelos ensinamentos e contribuições durante o mestrado.

Aos membros e suplentes da banca, por aceitarem o convite de participar desta etapa de minha formação.

Aos colegas do Núcleo de Estudos da Uva e do Vinho do Campus Curitibanos (Andriele, Andressa, Beatriz, Camila, Claudemar, Diogo A., Diogo S., Jean, Kelen, Wilson), pelas risadas, companheirismo, auxílios a campo e no laboratório.

A todos os colegas do PPGEAN pela oportunidade de conhecê-los e construir novas amizades. Obrigado por todos os momentos em que fomos estudiosos, brincalhões, parceiros e amigos.

Ao Programa de Bolsas Universitárias de Santa Catarina – UNIEDU, pela concessão da bolsa de estudos durante parte do curso.

Obrigado a todos que, mesmo não estando citados aqui, tanto contribuíram para a conclusão desta etapa e para a pessoa que sou hoje.



“Não diga que a vitória está perdida se é de batalhas que se vive a vida...”.

(Raul Seixas, 1983)



## RESUMO

A região Sul do Brasil apresenta elevado potencial para a produção de uvas viníferas (*Vitis vinifera* L.). A partir dos anos 2000, no Estado de Santa Catarina, novas regiões entre 900 e 1.400 m de altitude, vem se destacando para a produção de vinhos finos de qualidade. No entanto, as condições ambientais encontradas na região Sul, favorecem o desenvolvimento de doenças fúngicas, especialmente o míldio da videira, causado pelo oomiceto *Plasmopara viticola*. Tais fatores, dificultam, especialmente o cultivo de cultivares tradicionais europeias, que requerem aplicações preventivas massivas de fungicidas para o controle do patógeno. Diante desta problemática, nos últimos anos, pesquisadores europeus desenvolveram, via melhoramento genético, através de cruzamentos entre cultivares europeias (viníferas) com espécies americanas e asiáticas (resistentes a doenças), um grupo de cultivares denominadas de PIWI. Os cultivares PIWI, apresentam locos que conferem resistência ao míldio, e quando há locos combinados em uma mesma planta, apresentam efeito aditivo, aumentando o nível de resistência à doença. Além disso, quando comparados aos cultivares tradicionais, apresentam boa qualidade de uva e potencial enológico. O presente estudo objetivou caracterizar a fenologia, determinar a exigência térmica, acompanhar a maturação tecnológica, estimar o desempenho produtivo e avaliar a resistência a campo ao míldio da videira, de seis cultivares PIWI. O experimento foi conduzido na Área Experimental Agropecuária da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitiba, SC, altitude 1000 m acima do nível do mar, no ciclo 2017/18. O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados (BIC), com seis cultivares PIWI ('Aromera', 'Baron', 'Calandro', 'Helios', 'Prior' e 'Regent'). Na avaliação de resistência ao míldio a campo, uma testemunha suscetível (UFSC-2012-1-24) do mesmo vinhedo foi considerada. Cada unidade experimental foi constituída de dez plantas, com quatro repetições. O vinhedo foi implantado em 2015, os cultivares foram enxertados sobre o porta enxerto 'Paulsen 1103' e conduzidos em espaldeira. A poda adotada foi do tipo mista. O manejo de adubação seguiu as recomendações para a cultura. Os tratamentos fitossanitários foram realizados de modo que permitissem a infecção natural do patógeno e

consequentemente, a avaliação e quantificação da doença. Os dados climáticos durante o ciclo foram obtidos de uma estação meteorológica instalada a cerca de 20 m do vinhedo. O acompanhamento da fenologia foi realizado duas vezes por semana, utilizando-se de escala fenológica. A partir disso, determinou-se a duração de cada subperíodo/período fenológico, em dias, para cada cultivar. Os dados climáticos, expressos em graus-dias (GD), foram utilizados para determinar a exigência térmica para cada subperíodo/período fenológico, calculando-se a partir de dois métodos: 1) Índice de Winkler e, 2) M3.3. Para a incidência e severidade do míldio, as avaliações ocorreram quinzenalmente, a partir do aparecimento dos primeiros sintomas no vinhedo. Estes dados, foram plotados curvas de progresso da doença, comparativamente entre os diferentes cultivares PIWI e o genótipo suscetível (testemunha), em relação ao: 1) início do aparecimento dos sintomas (IAS); 2) valor máximo da incidência e severidade ( $I_{m\acute{a}x}$  e  $S_{m\acute{a}x}$ ); 3) o tempo para atingir a máxima incidência e severidade da doença (TAMID e TAMSD) e, 4) a área abaixo da curva de progresso da incidência e severidade da doença (AACPID e AACPSD). A duração do ciclo fenológico dos cultivares, foi de 140 a 157 dias. A soma térmica apresentou diferença entre os dois métodos calculados (Winkler e M3.3). O teor de SST dos cultivares PIWI 'Aromera', 'Calandro', 'Prior' e 'Regent' atendem os padrões recomendados. Porém, a ocorrência de precipitação antes da colheita do cv. 'Helios' e a baixa produção do cv. 'Baron', afetaram o teor de SST, entretanto, ficaram muito próximos dos padrões exigidos. O cv. 'Helios' apresentou os melhores índices produtivos, bem como, melhor condição de adaptação genótipo/ambiente, apresentando, portanto, elevado potencial vitícola. O cv. 'Baron' com loco de resistência *Rpv10* apresentou os menores valores para  $I_{m\acute{a}x}$ ,  $S_{m\acute{a}x}$ , AACPID e AACPSD, mostrando-se mais resistente que os demais cultivares PIWI. Todos os cultivares PIWI apresentaram menor quantidade de doença quando comparados à testemunha suscetível. A partir disso, pode-se observar, no presente estudo que, a resistência genética é uma importante estratégia a ser utilizada no manejo integrado de doenças. Além disto, contribui significativamente, com a redução do uso de agroquímicos, preservando o meio ambiente, a saúde dos animais e do homem.

**Palavras-chave:** Cultivares PIWI. Fenologia. Requerimento térmico. Incidência e Severidade. *Plasmopara viticola*. Potencial vitícola.



## ABSTRACT

The Southern region of Brazil has a high potential for the production of grapes (*Vitis vinifera* L.). Since 2000, in the State of Santa Catarina, new regions between 900 and 1.400 m altitude, has been outstanding for the production of fine quality wines. However, the environmental conditions found in the Southern region favor the development of fungal diseases, especially downy mildew, caused by the oomycete *Plasmopara viticola*. These factors make it particularly difficult to grow traditional European cultivars that require massive preventive applications of fungicides to control the pathogen. Faced with this problem, in recent years, European researchers have developed, through breeding between European cultivars (*vinifera*) with American and Asian (disease resistant) species, a group of cultivars called PIWI. The cultivars PIWI, present loci that confer resistance to mildew, and when there are combined loci in the same plant, present additive effect, increasing the level of resistance to the disease. In addition, when compared to traditional cultivars, they present good grape quality and enological potential. The present study aimed to characterize the phenology, to determine the thermal requirement, to monitor the technological maturation, to estimate the productive performance and to evaluate the resistance to field to the mildew of the vine of six PIWI cultivars. The experiment was conducted at the Agricultural Experimental Area of the Federal University of Santa Catarina, Curitibanos Campus, SC, altitude 1000 m above sea level, in the 2017/18 cycle. The experimental design was complete randomized blocks (RCB), with six cultivars PIWI ('Aromera', 'Baron', 'Calandro', 'Helios', 'Prior' and 'Regent'). A susceptible control (UFSC-2012-1-24) was included in the evaluation of resistance to downy mildew. Each experimental unit consisted of ten plants, with four replicates. The vineyard was implanted in 2015, the cultivars were grafted under the 'Paulsen 1103' grafted port and led on a vertical trellis. Pruning was of mixed type. The management of fertilization followed the recommendations for the crop. Phytosanitary treatments were performed in a way that allowed the infection of the pathogen and, consequently, the evaluation and quantification of the disease. The meteorological data during the cycle were obtained from a meteorological station installed at about 20 m from the vineyard. Phenology monitoring was

performed twice a week using a phenological scale. From this, the duration of each subperiod/period phenological, in days, was determined for each cultivar. The climatic data, expressed in degrees-days (DD), were used to determine the thermal requirement for each subperiod/period phenological, calculated from two methods; 1) Winkler Index and, 2) M3.3. For the incidence and severity of mildew, evaluations occurred biweekly, from the onset of early symptoms in the vineyard. These data were plotted progress curves of the disease, comparing between the different PIWI cultivars and the susceptible genotype (control), in relation to: 1) onset of symptoms (BSA); 2) maximum value of incidence and severity (Imax and Smax); 3) the time to reach the maximum incidence and severity of the disease (TRMID and TRMSD) and 4) the area below the disease incidence and severity progression curve (AUSDPC and AUSDPC). The duration of the phenological cycle of the cultivars was from 140 to 157 days. The thermal sum presented difference between the two calculated methods (Winkler and M3.3). The SSC content of the cultivars PIWI 'Aromera', 'Calandro', 'Prior' and 'Regent' meet the recommended standards. However, the occurrence of precipitation before harvesting cv. 'Helios' and the low production of cv. 'Baron', affected the SSC content, however, were very close to the required standards.. The cv. 'Helios' presented the best productive indexes, as well as, better condition of genotype/environment adaptation, thus presenting high viticulture potential. The cv. 'Baron' with locus of resistance *Rpv10* presented the lowest values for Imax Smax, AUIDPC and AUSDPC, showing to be more resistant than the other cultivars PIWI. All PIWI cultivars had a lower amount of disease when compared to the susceptible control. From this, it can be observed in the present study that genetic resistance is an important strategy to be used in integrated disease management. In addition, it contributes significantly, with the reduction of the use of agrochemicals, preserving the environment, the health of animals and man.

**Keywords:** Cultivars PIWI. Phenology. Thermal requirement. Incidence and Severity. *Plasmopara viticola*. Wine potential.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição das espécies do gênero <i>Vitis</i> no mundo. ....	32
Figura 2 - Localização do município de Curitibanos em Santa Catarina, Brasil. ....	35
Figura 3- Ciclo do míldio da videira, causado pelo oomiceto <i>P. viticola</i> .	47
Figura 4 - Folha de videira com sintomas de míldio. A) Parte adaxial apresentando manchas-de-óleo (ver setas). B) Parte abaxial apresentando esporangióforos e esporângios de cor branca e aspecto cotonoso – mancha mofo (ver setas). ....	48
Figura 5 - Genealogia do cultivar 'Aromera'. ....	53
Figura 6 - Genealogia do cultivar 'Baron'. ....	53
Figura 7 – Genealogia do cultivar 'Calandro'. ....	54
Figura 8 - Genealogia do cultivar 'Helios'. ....	54
Figura 9 - Genealogia do cultivar 'Prior'. ....	55
Figura 10 - Genealogia do cultivar 'Regent'. ....	56
Figura 11. Genealogia do genótipo UFSC-2012-1-24. ....	56
Figura 12 – Aspecto geral do vinhedo, localizado na Área Experimental Agropecuária da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Campus de Curitibanos, Curitibanos, SC, ciclo 2017/18. ....	78
Figura 13 - Precipitação mensal (mm), temperaturas mínima, média e máxima (°C), e umidade relativa (%), no ciclo 2017/18 para os seis cultivares PIWI ( <i>Vitis vinifera</i> L.), UFSC, Campus de Curitibanos, SC. ....	86
Figura 14 – Danos causados pela ocorrência de geada tardia, em 23/out/2017, nos cultivares PIWI ( <i>V. vinifera</i> L.): A) parte aérea cv. 'Aromera'; B) parte aérea cv. 'Regent'; C) parte aérea cv. 'Calandro' e; D) abortamento floral cv. 'Aromera', UFSC, Campus de Curitibanos, SC. ....	87
Figura 15 - Duração cronológica em dias para cada subperíodo/período fenológico (PV – Ponta Verde; PF – Pleno Florescimento; IM – Início da Maturação; MP – Maturação Plena), para os cultivares PIWI ( <i>V. vinifera</i> L.): 'Aromera', 'Baron', 'Calandro', 'Helios', 'Prior' e 'Regent', no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitibanos, SC. ....	90
Figura 16 - Requerimento térmico (GD) através do Índice de Winkler para os cultivares PIWI ( <i>V. vinifera</i> L.): 'Aromera', 'Baron', 'Calandro', 'Helios', 'Prior' e 'Regent', em cada subperíodo/período fenológico (PV – Ponta Verde; PF – Pleno Florescimento; IM – Início da Maturação; MP –	

	Maturação Plena), no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitibanos, SC.....	92
Figura 17 -	Requerimento térmico (GD), calculado através do Método M3.3 para os seis cultivares PIWI ( <i>V. vinifera</i> L.): 'Aromera', 'Baron', 'Calandro', 'Helios', 'Prior' e 'Regent', em cada subperíodo/período fenológico (PV – Ponta Verde; PF – Pleno Florescimento; IM – Início da Maturação; MP – Maturação Plena), no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitibanos, SC.....	95
Figura 18 -	Evolução dos teores de sólidos solúveis totais – SST (°Brix), evolução da acidez total titulável – ATT (mEq. L <sup>-1</sup> ) e precipitações pluviométricas entre datas, para os cultivares PIWI ( <i>V. vinifera</i> L.): 'Regent', 'Aromera', 'Calandro', 'Prior', 'Baron' e 'Helios', no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitibanos, SC.....	96
Figura 19 –	Aspecto geral do dossel e da produção dos cultivares PIWI ( <i>V. vinifera</i> L.): (A) 'Helios'; (B) 'Calandro'; (C) 'Regent'; (D) 'Prior'; (E) 'Aromera' e; (F) 'Baron', no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitibanos, SC.....	101
Figura 20 –	Acumulado médio de duas semanas anteriores à data da avaliação, (Precipitação - mm), (Temperaturas mínima, média e máxima - °C), (Umidade relativa - %), no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitibanos, SC.....	121
Figura 21 –	Imagem representativa dos primeiros sintomas de míldio observados no genótipo UFSC-2012-1-24, no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitibanos, SC.....	122
Figura 22 -	Curva do progresso e área abaixo da curva de incidência do míldio para seis cultivares PIWI ( <i>V. vinifera</i> L.): 'Baron', 'Helios', 'Aromera', 'Regent', 'Prior', 'Calandro' e, testemunha suscetível (UFSC-2012-1-24), no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitibanos, SC.....	126
Figura 23 –	Curva do progresso e área abaixo da curva da severidade do míldio para seis cultivares PIWI ( <i>Vitis vinifera</i> L.): 'Baron', 'Helios', 'Aromera', 'Regent', 'Prior', 'Calandro' e, testemunha suscetível (UFSC-2012-1-24), no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitibanos, SC.....	127
Figura 24 -	Ajuste do modelo Logístico para severidade do míldio da videira para a testemunha suscetível (UFSC-2012-1-24) e, seis cultivares PIWI ( <i>V. vinifera</i> ): 'Regent', 'Calandro', 'Aromera', 'Prior', 'Helios' e 'Baron', no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitibanos, SC.....	130

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Tratamentos fitossanitários realizados no vinhedo, no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitiba, SC. .... 81
- Tabela 2 - Datas de ocorrência dos estágios fenológicos (PV, PF, IM e MP), para os cultivares PIWI (*V. vinifera* L.): 'Prior', 'Helios', 'Regent', 'Baron', 'Aromera' e 'Calandro', no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitiba, SC. .... 88
- Tabela 3 – Determinação do ciclo fenológico (dias) e do requerimento térmico (GD) para os principais subperíodos/períodos fenológicos (PV – Ponta Verde; PF – Pleno Florescimento; IM – Início da Maturação; MP – Maturação Plena) para os cultivares PIWI (*V. vinifera* L.): 'Calandro', 'Regent', 'Baron', 'Helios', 'Prior' e 'Aromera', no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitiba, SC. .... 94
- Tabela 4 - Parâmetros da maturação tecnológica na colheita, SST (°Brix) e acidez (mEq/L<sup>-1</sup>) para os cultivares PIWI (*V. vinifera* L.): 'Regent', 'Aromera', 'Calandro', 'Prior', 'Baron' e 'Helios', no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitiba, SC. .... 97
- Tabela 5 - Valores médios dos índices de produtividade para os cultivares PIWI (*V. vinifera* L.): 'Helios', 'Calandro', 'Regent' e 'Prior', no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitiba, SC. .... 100
- Tabela 6 – Início médio do aparecimento dos sintomas - IAS (dias), incidência máxima média - Imáx (%), severidade máxima média - Smáx (%), tempo médio para atingir a máxima incidência da doença - TAMID (dias), tempo médio para atingir a máxima severidade da doença - TAMSD (dias), área abaixo da curva do progresso da severidade da doença - AACPSD, área abaixo da curva do progresso da incidência da doença - AACPID ao mildio, nos cultivares PIWI (*V. vinifera* L.): 'Aromera', 'Baron', 'Calandro', 'Helios', 'Prior' e 'Regent' e na testemunha suscetível UFSC-2012-1-24, no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitiba, SC. .... 123
- Tabela 7 - Coeficiente de determinação ajustado (R<sup>2</sup>) pelos modelos Monomolecular, Logístico e Gompertz, para severidade do mildio em seis cultivares PIWI (*V. vinifera* L.) e, testemunha suscetível (UFSC-2012-1-24), no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitiba, SC. .... 129



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AACPID – 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  
ATT – Acidez Total Titulável  
C.V. – Coeficiente de Variação  
CIRAM – Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina  
cv. – Cultivar  
cvs. – Cultivares  
DAPA – Dias Após Primeira Avaliação  
EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina  
g – Grama  
GD – Graus Dia  
GDD – Growing Degree Days  
ha – Hectare  
IAS – Início do Aparecimento dos Sintomas  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IBRAVIN – Instituto Brasileiro do Vinho  
IM – Início da Maturação  
Imáx – Incidência Máxima  
Kg – Quilograma  
Km – Quilômetro  
L – Litro  
LSPA - Levantamento Sistemático da Produção Agrícola  
m – Metro  
M – Molar  
M3.3 Método de Soma Térmica  
MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento  
Máx. - Máxima  
Méd. – Média  
mEq – Miliequivalente  
Mín. – Mínima  
mL – Mililitro  
mm – Milímetro  
MP – Maturação Plena  
NaOH – Hidróxido de Sódio

OIV – Organização Internacional da Vinha e do Vinho  
PF – Pleno Florescimento  
PIWI – Resistência a Doenças Fúngicas  
PV – Ponta Verde  
QTLs - *Quantitative Trait Loci*  
 $R^{*2}$  – Coeficiente de Determinação Ajustado  
 $R^2$  – Coeficiente de Determinação  
Rpv - *Resistance to Plasmopara viticola*  
S – Sul  
SC – Santa Catarina  
Smáx – Severidade Máxima  
SS – Sólidos Solúveis  
SST – Sólidos Solúveis Totais  
STd – Soma Térmica Diária  
T – Temperatura  
TAMID – Tempo médio para atingir a máxima incidência da doença  
TAMSD – Tempo médio para atingir a máxima severidade da doença  
Tb – Temperatura de Base Inferior  
TB – Temperatura de Base Superior ou Máxima  
 $T_{máx}$  – Temperatura Máxima  
 $T_{méd}$  – Temperatura Média  
 $T_{mín}$  – Temperatura Mínima  
Ton - Tonelada  
Tot- Temperatura Ótima  
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina  
UR – Umidade Relativa  
W – Oeste  
 $\mu$  - Micro  
 $\Sigma$  – Somatório  
% - Por Cento  
°Brix – Graus Brix  
°C – Graus Celsius

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>27</b>
1.2	OBJETIVOS .....	29
<b>1.2.1</b>	<b>Objetivo geral .....</b>	<b>29</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Objetivos específicos .....</b>	<b>29</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>31</b>
2.1	A VIDEIRA.....	31
2.2	A VITICULTURA NO BRASIL.....	32
2.3	A VITIVINICULTURA EM SANTA CATARINA .....	33
2.4	EFEITOS CLIMÁTICOS NA VITICULTURA.....	35
<b>2.4.1</b>	<b>Temperatura.....</b>	<b>36</b>
<b>2.4.2</b>	<b>Radiação Solar .....</b>	<b>37</b>
<b>2.4.3</b>	<b>Precipitação pluviométrica .....</b>	<b>38</b>
<b>2.4.4</b>	<b>Umidade relativa do ar.....</b>	<b>38</b>
<b>2.4.5</b>	<b>Vento.....</b>	<b>39</b>
2.5	ÍNDICES BIOCLIMÁTICOS .....	39
2.6	EXIGÊNCIA TÉRMICA .....	41
2.7	COMPORTAMENTO DA VIDEIRA.....	41
2.8	CARACTERIZAÇÃO FENOLÓGICA DA VIDEIRA ....	42
2.9	COMPONENTES NA MATURAÇÃO TECNOLÓGICA DA UVA .....	43
<b>2.9.1</b>	<b>Análise de Sólidos Solúveis Totais – SST .....</b>	<b>44</b>
<b>2.9.2</b>	<b>Acidez Total Titulável – ATT .....</b>	<b>44</b>
2.10	MÍLDIO DA VIDEIRA ( <i>PLASMOPARA VITICOLA</i> ) ....	45
<b>2.10.1</b>	<b>Biologia do patógeno .....</b>	<b>46</b>
<b>2.10.2</b>	<b>Sintomas da doença .....</b>	<b>47</b>
<b>2.10.3</b>	<b>Controle da doença.....</b>	<b>49</b>
2.11	MELHORAMENTO GENÉTICO VISANDO RESISTÊNCIA A DOENÇAS.....	49
<b>2.11.1</b>	<b>Hibridação.....</b>	<b>50</b>
<b>2.11.2</b>	<b>Retrocruzamentos.....</b>	<b>50</b>
<b>2.11.3</b>	<b>Piramidação dos locos .....</b>	<b>51</b>
2.12	CULTIVARES “PIWI” .....	52
<b>2.12.1</b>	<b>Descrição dos cultivares PIWI.....</b>	<b>52</b>
2.12.1.1	‘Aromera’ .....	52
2.12.1.2	‘Baron’ .....	53
2.12.1.3	‘Calandro’ .....	53
2.12.1.4	‘Helios’ .....	54
2.12.1.5	‘Prior’ .....	55
2.12.1.6	‘Regent’ .....	55

2.12.1.17	UFSC 2012-1-24 .....	56
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>57</b>
<b>3</b>	<b>CAPÍTULO 1 - CARACTERIZAÇÃO FENOLÓGICA, EXIGÊNCIA TÉRMICA E PRODUTIVIDADE DE SEIS CULTIVARES PIWI NO PLANALTO CENTRAL CATARINENSE.....</b>	<b>73</b>
3.1	INTRODUÇÃO .....	75
3.2	MATERIAL E MÉTODOS .....	77
<b>3.1.1</b>	<b>Local do experimento.....</b>	<b>77</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Material vegetal .....</b>	<b>78</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Dados meteorológicos .....</b>	<b>78</b>
<b>3.1.4</b>	<b>Tratos culturais .....</b>	<b>79</b>
3.1.4.1	Poda .....	79
3.1.4.2	Cobertura do solo e manejo de plantas invasoras .....	79
3.1.4.3	Adubação .....	80
3.1.4.4	Tratamentos fitossanitários.....	80
<b>3.1.5</b>	<b>Fenologia .....</b>	<b>82</b>
<b>3.1.6</b>	<b>Índice Bioclimático e Requerimento Térmico .....</b>	<b>82</b>
<b>3.1.7</b>	<b>Avaliação da maturação tecnológica .....</b>	<b>83</b>
3.1.7.1	Sólidos Solúveis Totais – SST (°Brix) .....	84
3.1.7.2	Acidez Total Titulável – ATT .....	84
<b>3.1.8</b>	<b>Avaliações da produtividade .....</b>	<b>84</b>
<b>3.1.9</b>	<b>Análise estatística.....</b>	<b>85</b>
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	85
<b>3.3.1</b>	<b>Dados meteorológicos .....</b>	<b>85</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Fenologia .....</b>	<b>88</b>
<b>3.3.3</b>	<b>Índice Bioclimático e Requerimento Térmico .....</b>	<b>91</b>
<b>3.3.4</b>	<b>Avaliação dos Sólidos Solúveis Totais (SST).....</b>	<b>96</b>
<b>3.3.5</b>	<b>Acidez Total Titulável (ATT).....</b>	<b>98</b>
<b>3.3.6</b>	<b>Avaliações da produtividade .....</b>	<b>99</b>
3.4	CONCLUSÕES .....	103
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>105</b>
<b>4</b>	<b>CAPÍTULO 2 - RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE VIDEIRA PIWI (<i>V. vinifera</i>) AO MÍLDIO DA VIDEIRA NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO PLANALTO CENTRAL CATARINENSE.....</b>	<b>113</b>
4.1	INTRODUÇÃO .....	116
4.2	MATERIAL E MÉTODOS .....	117
<b>4.2.1</b>	<b>Local do experimento e delineamento experimental.....</b>	<b>117</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Material vegetal .....</b>	<b>117</b>

4.2.3	Monitoramento climático.....	118
4.2.4	Avaliações a campo da incidência e severidade da doença.....	118
4.2.5	Análise do progresso da doença .....	119
4.2.6	Controle de doenças.....	119
4.2.7	Análise estatística.....	120
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	120
4.3.1	Monitoramento Climático.....	120
4.3.2	Incidência e severidade de <i>P. viticola</i> .....	121
4.3.3	Análise do progresso da doença .....	129
4.4	CONCLUSÃO.....	131
	REFERÊNCIAS.....	133
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	137
	ANEXO A – ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DE DESENVOLVIMENTO DA VIDEIRA.....	139
	ANEXO B – ESCALA DIAGRAMÁTICA DA VIDEIRA COM SETE NÍVEIS DE MÍLDIO (OS NÚMEROS REPRESENTAM A PORCENTAGEM DA ÁREA DA FOLHA DOENTE).....	141



## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A viticultura no Brasil vem se destacando nos últimos anos, isso se deve principalmente pela expansão nas áreas de cultivo e das tecnologias adotadas na produção e elaboração de vinhos (ANJOS, 2013).

A região Sul do Brasil apresenta elevado potencial para a produção de uvas viníferas (*Vitis vinifera* L.). No Estado de Santa Catarina, a partir dos anos 2000, novas regiões entre 900 e 1.400 m de altitude, vem se destacando na produção de uvas para a produção de vinhos finos de qualidade (PROTAS; CAMARGO, 2011). Inúmeras pesquisas relatam que as regiões de altitude de Santa Catarina apresentam características próprias e distintas das demais regiões do Brasil (ROSIER, 2006; FALCÃO, 2007; GRIS et al., 2010).

Na safra 2018, o Brasil cultivou 74.440 ha de videira e obteve uma produção de 1.386.579 toneladas, sendo o Rio Grande do Sul o Estado com maior área de vinhedos e maior produção. O Estado de Santa Catarina se destacou como o 4º maior produtor e o 5º maior em área (IBGE, 2018).

Nas principais regiões vitícolas do mundo, a produção de vinhos finos provém principalmente de cultivares tradicionais europeias (*Vitis vinifera* L.), como, Merlot, Cabernet Sauvignon, Sauvignon Blanc, Chardonnay e Pinot Noir, entre outros. Estes cultivares são cultivados, especialmente, devido ao elevado potencial enológico para a produção de vinhos finos de qualidade. Entretanto, são altamente suscetíveis a doenças fúngicas, especialmente o míldio da videira, causado pelo oomiceto *Plasmopara viticola* [(Berk. & Curtis) Berl. & de Toni], necessitando de aplicações massivas de fungicidas para o controle da doença, o que aumenta os custos de produção, causa danos ao meio ambiente e riscos à saúde humana e animal (MUNIZ, 2017).

Esse patógeno pode infectar todos os órgãos vegetativos e reprodutivos da videira. Pode provocar, a partir disto, sérios prejuízos caso medidas preventivas de controle não sejam adotadas, especialmente no período de florescimento (TAVARES; CRUZ, 2002; NETO, 2008). De acordo com Agrios (2005), o ciclo do míldio pode levar de 5 a 18 dias, tendo em vista que depende da temperatura, umidade relativa do ar e suscetibilidade do cultivar.

Diante disso, nos últimos anos, surgiu na Europa, um grupo de cultivares, obtidas via melhoramento genético, oriundas de cruzamentos entre cultivares europeias (viníferas) e, espécies americanas e asiáticas resistentes a doenças, chamadas de PIWI (PAVLOUŠEK, 2015). Os cultivares PIWI, apresentam locos que conferem resistência ao míldio, e estes, quando combinados em uma mesma planta, apresentam efeito aditivo, aumentando o nível de resistência à doença (TÖPFER, et al. 2011).

Embora, quando comparados aos cultivares tradicionais, apresentem boa qualidade de uva e potencial enológico, a principal vantagem dos cultivares PIWI, está associada à redução do uso de agroquímicos nos tratamentos fúngicos, tornando os vinhedos um sistema de cultivo mais sustentável (PETGEN, 2016),

Em Santa Catarina, o projeto “Avaliação vitivinícola de genótipos de videira nas condições edafoclimáticas de Santa Catarina” vem sendo desenvolvido desde 2013 em associação com a Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC (Curitibanos e Florianópolis), a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI (Videira, Urussanga e São Joaquim), o Instituto Julius Kühn (Alemanha) e a Fundação Edmund Mach (Itália). Em 2015, cultivares PIWI foram implantados nos municípios de Água Doce, Curitibanos, São Joaquim, Videira e Urussanga, objetivando avaliar o desempenho vitícola nessas regiões.

O cultivo em diferentes ambientes pode apresentar resultados distintos, pois, o ambiente corresponde aos fatores que afetam o desenvolvimento da planta que não são oriundos da origem genética. A diferença encontrada no comportamento dos genótipos em ambientes distintos é denominada interação genótipo x ambiente, que resultará em um determinado fenótipo (BORÉM; MIRANDA, 2009; EIBACH; TÖPFER, 2015).

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi caracterizar a fenologia, determinar a exigência térmica, acompanhar a maturação tecnológica, estimar o desempenho produtivo e avaliar a resistência a campo ao míldio da videira, dos cultivares PIWI: ‘Aromera’, ‘Baron’, ‘Calandro’, ‘Helios’, ‘Prior’ e ‘Regent’. A avaliação de resistência considerou um genótipo testemunha, suscetível à doença, denominado, UFSC-2012-1-24, localizado no mesmo vinhedo. O experimento foi conduzido na Área

Experimental Agropecuária da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitibanos, Curitibanos, SC, no ciclo 2017/18.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

O presente trabalho teve por objetivo a caracterização vitícola e avaliação da resistência ao míldio em diferentes cultivares PIWI de videira (*Vitis vinifera* L.), em Curitibanos, Santa Catarina.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- a) Determinar os estádios fenológicos, índices bioclimáticos e estimar o requerimento térmico, da poda até a colheita, de seis cultivares PIWI;
- b) Acompanhar a maturação tecnológica, avaliar e estimar os índices de produtividade dos cultivares;
- c) Avaliar a incidência e severidade do míldio a campo nos cultivares PIWI;
- d) Calcular a curva de progresso da incidência e da severidade do míldio nos cultivares PIWI em relação à testemunha suscetível.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

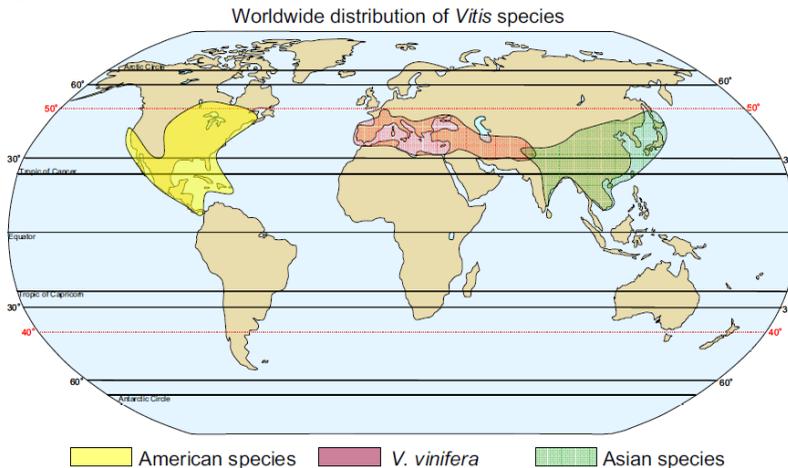
### 2.1 A VIDEIRA

A videira é uma planta pertencente ao grupo das Cormófitas, divisão Spermatophyta, subdivisão Angiosperma, classe Dicotyledoneae, ordem Rhamnales, da família Vitaceae, cujas principais variedades comerciais pertencem ao gênero *Vitis* (GIOVANNINI, 2014). E, é considerada a mais antiga fruta de domesticação que se tem conhecimento ao longo da história (SOUSA, 1996). Atualmente o gênero *Vitis* é o de maior importância socioeconômica, apresentando cerca de 70 spp. (30 americanas; 40 da Ásia e uma na Ásia Menor) e estima-se que existam de 8.000 a 12.000 cultivares de videira em todo o mundo (TÖPFER et al., 2011).

O provável centro de origem paleontológico da videira é a atual Groelândia, local onde foram encontrados os mais antigos fósseis de seus ancestrais, que devido à grande glaciação, extinguiu-se do local (BUSIN, 2002). A distribuição das espécies do gênero *Vitis* no mundo, a partir do centro de origem (Figura 1), de acordo com Töpfer et al. (2011), ocorreu em duas principais direções: 1) Américo Asiática, dando origem as videira americanas, mais rústicas quanto à suscetibilidade a doenças, chamadas *Vitis labrusca* L., e: 2) Euro-asiática, originando as europeias mais sensíveis a doenças fúngicas e responsável por 90% dos vinhos fabricados no mundo, chamadas *Vitis vinifera* L.

A videira (*V. vinifera* L.) é uma planta hibernar que frutifica em ramos de um ano, conforme o cultivar, os cachos e as bagas têm formas e dimensões diferenciadas, apresenta variação na coloração da casca, consistência, sabor e aroma. Planta trepadeira, lenhosa e de porte arbustivo, apresenta 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 racimos (SOUSA, 1996).

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



Fonte: Töpfer et al. (2011).

Os cultivares de *V. vinifera* são os mais cultivados no mundo, produzindo uvas de alta qualidade para vinho, mesa, licores, suco, vinagre, geleia, passas e, entre outros produtos. Atualmente, a espécie é cultivada em regiões tropicais, subtropicais e em algumas áreas temperadas do planeta, promovendo a indústria mundial de vinhos finos e derivados (RIAZ et al., 2004; THIS; LACOMBE; THOMAS, 2006). A suscetibilidade às doenças fúngicas (Antracnose, Escoriose, Ferrugem, Míldio, Oídio, Podridão-cinzenta, etc.) podem ocasionar a redução da quantidade e qualidade dos derivados, além da elevação de custos de produção e colheita. Em regiões com condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento destas doenças, resulta no uso de grande quantidade de produtos para o seu controle. Este fator, pode chegar a 30% do custo total da produção, dentre essas doenças, destaca-se o míldio (*Plasmopara viticola*) (SÔNEGO; GARRIDO, 2005).

## 2.2 A VITICULTURA NO BRASIL

A vitivinicultura brasileira iniciou-se a partir da chegada dos colonizadores portugueses, no século XVI. Entretanto, a cultura tornou-se uma atividade comercial no país a partir do início do século XX, iniciada pelos imigrantes italianos que se instalam no

Sul do Brasil em 1875 (CAMARGO; TONIETTO; HOFFMANN, 2011).

Historicamente, consideram-se alguns períodos importantes nesse processo. De 1870 à 1920, foi o período de implantação da vitivinicultura no país, com destaque para a produção de vinhos de uvas americanas. Entre 1930 e 1960 houve a diversificação de produtos com a introdução de vinhos de híbridos e viníferas. Entre 1970 e 1990 ocorreu o incremento da qualidade e a oferta de vinhos varietais e, a partir dos anos 2000 se constata a identidade do vinho brasileiro e a produção de vinhos de qualidade produzidos em algumas regiões do país (TONIETTO, 2003).

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<sup>-1</sup>. O Estado gaúcho foi responsável por 60,5% da produção, seguido pelo Estado de Pernambuco com 17,0%, 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%, os demais Estados brasileiros não apresentaram registros de produção (IBGE, 2018). A produção de uvas no Brasil representa apenas 1,8% da produção mundial e 1,0% da área cultivada (LOPES; ALVES; TAVARES, 2010).

Segundo o Instituto Brasileiro do Vinho - IBRAVIN (2018), existem mais de 1,100 vinícolas espalhadas pelo país, sendo a maioria em propriedades com média de dois hectares. O país se consolida como o quinto maior produtor da bebida no Hemisfério Sul, sendo o ramo da viticultura, um dos mercados que mais cresce no mundo.

## 2.3 A VITIVINICULTURA EM SANTA CATARINA

A diversidade geográfica e climática do Estado de Santa Catarina, aliada a diversidade cultural, tem contribuído para um cenário de oportunidades na cultura da videira, principalmente a elaboração de vinhos e demais derivados da uva (SANTA CATARINA, 2005).

De acordo com Duarte (2013) a produção de uva e vinho em Santa Catarina pode ser dividida em três regiões, Tradicional, Nova e Super Nova. A Tradicional abrange municípios do 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) municípios com produção de vinhos coloniais. A região Nova (Rodeio, Nova Trento e municípios próximos a Chapecó) produz vinhos coloniais e pequena quantidade de vinhos finos. A região considerada Super Nova (Municípios localizados no Planalto Serrano, Água Doce e São Joaquim) apresenta condições climáticas favoráveis para a produção de vinhos finos de altitude.

Em grande parte das regiões, a produção de uva e vinho é desenvolvida por pequenos e médios produtores, cuja mão de obra é familiar. Os municípios (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).

Conforme dados do zoneamento agroecológico 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  $\leq 7,2^\circ\text{C}$  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).

Na safra 2018, o Estado de Santa Catarina possuía uma área plantada com videira de aproximadamente 4.257 hectares, onde foram colhidos em torno de 61.256 toneladas de uva, se destacando como o 4º maior produtor de uvas (IBGE, 2018). Atualmente, novas regiões produtoras de uva estão surgindo, 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 com temperaturas mais amenas, favorecendo o cultivo da videira (GAVIOLI, 2011).

Diante destas peculiaridades, estudos vêm sendo desenvolvidos em Curitibaanos (Figura 2), no Planalto Central Catarinense que, permitirá a indicação futura das potencialidades da região para a produção de uvas viníferas e de mesa. Tais estudos permitem identificar os cultivares mais bem adaptados ao comportamento edafoclimático da região, assim como, aprimorar as práticas culturais de cada cultivar (GRIS et al., 2010; BORGHEZAN et al., 2011; BRIGHENTI et al., 2013), períodos de colheita e o planejamento das atividades agrícolas (NUNES; LEITE; CASTRO, 2016).

Figura 2 - Localização do município de Curitibaanos em Santa Catarina, Brasil.



Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Curitibaanos>

## 2.4 EFEITOS CLIMÁTICOS NA VITICULTURA

O clima é um fator de influência sobre a videira em todas as suas fases de desenvolvimento, bem como, na maturação das uvas e na qualidade das mesmas. Como principais elementos desta interferência, podemos citar a temperatura, a radiação solar, a precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar e o vento. A produtividade final da cultura é o resultado da interação destes elementos com o ambiente, solo, cultivar e as técnicas de

cultivo da videira (TONIETTO; MANDELLI, 2003; DELOIRE et al., 2005).

Ao se escolher uma área para implantação de vinhedos, a altitude do local é bastante considerada, tendo em vista que é um fator que influencia diretamente nas características das uvas e vinhos (FALCÃO et al., 2008). Segundo Rizzon e Miele (2003), o clima interfere na relação açúcar/ácido, acidez total e conteúdo de compostos fenólicos das uvas. Para Tonietto e Mandelli (2003), o efeito mais importante da altitude para a viticultura está relacionado com a amplitude térmica, pois, para cada 100 metros de elevação se tem a diminuição de aproximadamente 0,6°C na temperatura média do ar.

As principais regiões produtoras de uva no mundo apresentam invernos rigorosos, com a maioria dos dias ensolarados e baixas precipitações durante o ciclo vegetativo e reprodutivo. Estas características, no entanto, são pouco evidenciadas nas condições climáticas do Brasil. No Estado de Santa Catarina, algumas regiões apresentam microclimas potenciais para o desenvolvimento da vitivinicultura, é o caso das regiões de São Joaquim, Água Doce e Campos Novos (BACK; DELLA BRUNA; FELIPETTO, 2014), entretanto, a produção nessas regiões de altitudes mais elevadas ainda é recente (FALCÃO et al., 2008; BORGHEZAN et al., 2011).

### **2.4.1 Temperatura**

Na videira, existem uma diversidade de estudos que afirmam a faixa ideal de cultivo entre 25 e 32°C (JACKSON, 2001). Quando é cultivado em temperaturas abaixo desta faixa ideal, observa-se que há interferência no crescimento vegetativo, bem como, temperaturas superiores à da faixa ideal, reduzem a taxa fotossintética da videira devido ao aumento da respiração (GLADSTONE, 1992). De acordo, com este autor em regiões de clima ameno, a taxa fotossintética ótima ocorreria aos 24°C, enquanto para regiões de clima quente aos 28°C.

O desenvolvimento da videira e o início da brotação ocorrem a partir do momento em que ocorrem temperaturas situadas entre 7 a 11°C (JACKSON; SPURLING, 1988; FITZHARRIS; ENDLICHER, 1996). Entretanto, esse limite de temperatura pode ser influenciado pela latitude, cultivar e ano safra (GALET, 2000). Com o aumento da temperatura acima

desse limite, o crescimento aumenta até atingir a taxa de crescimento ótima (JACKSON, 2001).

A viticultura pode ser limitada por temperaturas extremas. Baixas temperaturas podem causar danos, lesões e morte nas plantas, sendo que, a tolerância depende do estágio fenológico e da variedade. Quando as plantas encontram-se em dormência, suportam até  $-20^{\circ}\text{C}$ , durante o ciclo vegetativo, a videira resiste de  $-1$  a  $1^{\circ}\text{C}$  na abertura de gemas, até  $-0,5^{\circ}\text{C}$  na plena floração, e até  $-0,5^{\circ}\text{C}$  quando o fruto é jovem. As altas temperaturas também limitam o cultivo, temperaturas superiores, entre  $39$  a  $45^{\circ}\text{C}$ , observa-se uma redução progressiva nas atividades vitais da planta, acima destas, as atividades cessam, tornando-se letais as plantas quando atinge  $55^{\circ}\text{C}$  (JACKSON, 2001; GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

Outro fator importante a ser observado, é a temperatura no período de maturação da uva. Enquanto que, temperaturas diurnas amenas acarretam em uma maturação mais lenta, favorecendo sua qualidade. Da mesma forma, em noites frias, favorecem o acúmulo de polifenóis, especialmente as antocianinas nos cultivares tintos e a intensidade dos aromas nos cultivares brancos (TONIETTO; MANDELLI, 2003).

### **2.4.2 Radiação Solar**

A planta da videira necessita de grande quantidade de radiação solar, sendo que a intensidade e a duração desta, influência diretamente sobre a fenologia e a fisiologia da planta (GALET, 2000).

Além disto, o número de horas de radiação solar é extremamente importante para que a fotossíntese da videira ocorra normalmente. De forma geral, durante o período vegetativo as videiras necessitam de 1.200 a 1.400 horas de radiação acumulada, o que é encontrado em todas as regiões do Brasil. E, na maturação, a alta luminosidade favorece a elevação do teor de açúcar e o baixo teor de ácidos, melhorando, significativamente, a qualidade da uva (GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

A localização dos vinhedos, relação altitude e longitude, características fenológicas associadas às condições térmicas, diferem, quanto à quantidade e a intensidade da radiação solar

disponível. Devido a menor massa de ar, a radiação solar é maior em altitudes elevadas (GAVIOLI, 2011).

### **2.4.3 Precipitação pluviométrica**

A cultura da videira apresenta melhor desenvolvimento em clima seco, com precipitações anuais entre 400 a 600 mm, entretanto, se desenvolvem 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. 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 (GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

Na viticultura, a demanda hídrica da planta varia em função das diferentes fases do ciclo vegetativo, assim como, do tipo de solo e da cobertura vegetal presente (TONIETTO; MANDELLI, 2003). A precipitação pluviométrica, pode exercer influência sobre a sanidade das plantas, acidez e teor de açúcares dos frutos. Quando em excesso, durante todo o ciclo da cultura, as plantas ficam suscetíveis às doenças fúngicas, causando danos, quando no início do desenvolvimento ocorre o ataque de patógenos nas folhas mais jovens, contribuindo negativamente com a 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, e provocando perdas na produção final (TEIXEIRA; MOURA; ANGELOTTI, 2010).

### **2.4.4 Umidade relativa do ar**

A umidade relativa do ar pode estar relacionada a diversas atividades metabólicas da videira. Quando em baixa umidade relativa do ar, leva a planta a ter uma maior absorção de água, assim como, eleva a taxa de respiração e transpiração (GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

Em geral, condições de alta umidade relativa do ar favorecem a incidência de doenças fúngicas (Míldio, Podridão-

amarga, Podridão-da-uva-madura, etc.), condições estas são encontradas nas regiões vitícolas no Sul do Brasil (JACKSON, 2001; GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

Para a cultura da videira, a umidade relativa do ar considerada ideal, está compreendida entre 62 e 68% (GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

### **2.4.5 Vento**

Os ventos fortes podem ser danosos à cultura 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 conseqüentemente, diminuir a incidência de míldio e podridões (GIOVANNINI, 2014).

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, assim como, a produtividade ser reduzida (SMART, 1985). Desta forma, o microclima do vinhedo pode ser alterado pelo vento, interferindo na taxa de crescimento da videira devido à perda de água (JACKSON, 2001).

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). De acordo com Brighenti (2014), 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.

## **2.5 ÍNDICES BIOCLIMÁTICOS**

Na viticultura a aplicação de índices bioclimáticos, visa entender a variabilidade do clima na viticultura a nível mundial, relacionando as exigências do cultivar, à qualidade da colheita e à tipicidade dos vinhos. Entre os mais utilizados podemos citar o Índice de Winkler (MANDELLI, 2002; TONIETTO; CARBONNEAU, 2004).

Este índice foi desenvolvido por Winkler em 1980 e, relaciona a temperatura do ar e o desenvolvimento vegetal

através do total de graus-dia acumulados (GD) (WINKLER, 1980). Considerando, também a soma de temperaturas acima da condição mínima e abaixo da máxima necessária para a planta finalizar cada subperíodo de desenvolvimento. A equação considera temperaturas mínimas ( $T_{\min}$ ) e máximas ( $T_{\max}$ ), além da temperatura base ( $10^{\circ}\text{C}$ ). O somatório é referente aos dias entre os meses de outubro e abril no hemisfério sul (HALL; JONES, 2010), de acordo com a fórmula abaixo:

$$\sum_{d=1}^n \max[(T_{\max} + T_{\min})/2 - 10, 0]$$

Este índice ainda classifica as regiões de cultivo em sete categorias, a partir de valores encontrados para a soma térmica expressa em graus-dias (GD).

- Região muito fria:  $< 850^{\circ}\text{C}$
- Região I:  $850 - 1389^{\circ}\text{C}$
- Região II:  $1389 - 1667^{\circ}\text{C}$
- Região III:  $1667 - 1944^{\circ}\text{C}$
- Região IV:  $1944 - 2222^{\circ}\text{C}$
- Região V:  $2222 - 2700^{\circ}\text{C}$
- Região muito quente:  $>2700^{\circ}\text{C}$

Para Nendel (2010), esse índice apresenta algumas limitações no cálculo de requerimento térmico de cultivares de videira. Como temperatura base utiliza-se  $10^{\circ}\text{C}$ , porém algumas videiras apresentam temperaturas de  $5,1^{\circ}\text{C}$  para quebrar dormência e iniciar a brotação. Para Jackson (2008), a principal limitação é a ausência de uma temperatura de base superior.

Considerando estas limitações, Tomazetti et al. (2015) propuseram o método de soma térmica (M3.3), o qual apresenta em sua equação as temperaturas mínimas ( $T_{\min}$ ), médias ( $T_{\text{méd}}$ ) e máximas ( $T_{\max}$ ), além de temperatura de base inferior ( $T_b=10^{\circ}\text{C}$ ), temperatura ótima ( $T_{\text{ot}}=25^{\circ}\text{C}$ ) e temperatura de base superior ( $T_B=35^{\circ}\text{C}$ ), sendo o método de cálculo da soma térmica diária (STd) descrito a seguir:

- $\text{STd} = [(T_{\max} - T_b)0,5] \times 1 \text{ dia}$ , quando  $T_{\text{méd}} < T_{\text{ot}}$  e  $T_{\min} < T_b$ ;
- $\text{STd} = (0) \times 1 \text{ dia}$ , quando  $T_{\max} < T_b$ ;
- $\text{STd} = (T_{\text{méd}} - T_b) \times 1 \text{ dia}$ , quando  $T_{\text{méd}} < T_{\text{ot}}$  e  $T_{\min} > T_b$ ;
- $\text{STd} = \{(T_{\text{ot}} - T_b) \cdot [(T_B - T_{\text{méd}}) / (T_B - T_{\text{ot}})]\} \times 1 \text{ dia}$ , quando  $T_{\text{méd}} > T_{\text{ot}}$  e  $T_{\max} < T_B$ ;

- $STd = \{(TB - Tot) \times [(TB - T_{méd}) / (TB - Tot)]\} \times 1$  dia, quando  $T_{méd} > Tot$  e  $T_{máx} > TB$ , se  $T_{máx} > TB$ , então  $T_{máx} = TB$ .

Segundo Tomazetti et al. (2015), métodos que consideram as três temperaturas cardinais apresentam maior precisão no requerimento térmico, especialmente no período entre *veraison* (mudança de cor das bagas) e maturação, onde as temperaturas são mais altas e a planta passa por um maior estresse hídrico.

## 2.6 EXIGÊNCIA TÉRMICA

O conhecimento da exigência térmica é indispensável quando se trabalha com a implantação de um novo cultivar. Através da caracterização da exigência térmica de um determinado cultivar, para completar os estágios fenológicos naquela região, é possível ao viticultor programar a data provável de colheita (PEDRO JÚNIOR; SENTELHAS, 2003).

A soma térmica expressa em GD é o método mais utilizado para contabilizar o desenvolvimento de uma cultura, tendo em vista que é considerado o efeito da temperatura sobre o desenvolvimento das plantas (STRECK et al., 2005). E, os GD são obtidos pela diferença entre a temperatura média diária e a temperatura base, excluindo-se os dias em que a média basal é maior do que a temperatura média durante o ciclo vegetativo ou subperíodo desejado (MANDELLI, 2002). No Brasil, para a cultura da videira, a maioria dos estudos utilizam como temperatura base 10°C.

## 2.7 COMPORTAMENTO DA VIDEIRA

O crescimento vegetativo adequado e a produção controlada proporcionam às plantas expressarem as características mais desejadas de cada cultivar naquela região (INTRIERI; FILIPETTI, 2007). O controle do vigor das plantas pode ser controlado a partir da escolha do porta-enxerto, estendendo-se ao sistema de condução do vinhedo, as condições do solo e as práticas de manejo das plantas (SANTOS, 2006). E, a realização do desponte dos ramos, é uma das práticas mais utilizadas na viticultura durante o período vegetativo e produtivo, visando à regulação do equilíbrio das plantas (PONI; GIACHINO; MAGNANINI, 2001).

O adequado equilíbrio e desenvolvimento da planta pode ser mensurado por meio de índices que relacionam o crescimento vegetativo e as características produtivas. O mais conhecido é o Índice de Ravaz, desenvolvido em 1911, o qual determina a relação entre produção de frutos por planta e o peso do material podado no inverno (kg de fruto por planta/kg de ramos por planta) (RAVAZ, 1911). Os valores para este índice variam de 3 a 10, sendo o equilíbrio, considerado ótimo para produção e desenvolvimento, quando a relação está entre 5 e 7 (VASCONCELOS; CASTAGNOLI, 2000). Para Yuste (2005), o vinhedo se encontra em equilíbrio quando os valores estão entre 4 e 7, onde índice maior que 7 indica excesso de produção dos frutos na planta, e índice menor que 4 indica vigor excessivo da planta.

A área foliar influencia na quantidade e na qualidade das uvas produzidas (PORRO et al., 2000). Além disso, tem grande importância na realização da fotossíntese das plantas, auxiliando no acúmulo de reservas e também na maturação adequada das bagas. Dentro da viticultura é fundamental buscar o equilíbrio entre a área foliar, a produtividade e a qualidade das uvas (KLIEWER; DOKOOZLIAN, 2005; MYERS; WOLPERT; HOWELL, 2008; HECKLER, 2009).

## 2.8 CARACTERIZAÇÃO FENOLÓGICA DA VIDEIRA

O ciclo vegetativo da cultura da videira ocorre anualmente e compreende o intervalo de tempo entre o início da brotação e a queda total das folhas (VIANA, 2009).

O estudo da fenologia da videira desempenha papel fundamental na introdução de novos cultivares, caracterizando, como o clima local e as variações sazonais podem interagir com a duração das fases de desenvolvimento da planta (JONES; DAVIS, 2000). A fenologia da videira varia em função do cultivar implantado, da região, disponibilidade térmica e temperatura do ar daquela região (LEÃO; SILVA, 2004). E, os estudos de comportamento fenológico possibilitam ao viticultor planejar os possíveis manejos e as prováveis datas de colheita (JONES; DAVIS, 2000).

Na viticultura, três sistemas de escalas fenológicas são referências para a cultura: 1) A escala de 'Baggiolini' (subdivididos em 16 estádios, de A a P); 2) A 'BBCH'

(subdivididos em 31 estádios, de 09 a 97) e; 3) O sistema de 'Eichhorn e Lorenz' (subdivididos em 22 estádios, de 01 a 47). Durante o ciclo vegetativo da videira, os estádios mais importantes a serem avaliados, são: brotação, florescimento, início da maturação e maturação total das bagas (colheita) (BAILLOD; BAGGIOLINI, 1993).

A escala fenológica descrita por Eichhorn e Lorenz (1977), pode ser compreendida pelos seguintes estádios de desenvolvimento: PO – PV, poda até ponta verde (brotação) (estádios 01 a 05); PV – PF, 1ª folha separada até pleno florescimento (floração) (estádios 07 a 23); PF – IM, 80 % das flores abertas até início de maturação (início da maturação) (estádios 25 a 33); IM – MP, início da maturação até a maturação plena (colheita) (estádios 35 a 38); MS – QF, maturação dos sarmentos até o final da queda das folhas (senescência) (estádios 31 a 47).

## 2.9 COMPONENTES NA MATURAÇÃO TECNOLÓGICA DA UVA

A uva é considerada uma fruta não climatérica, de baixa taxa respiratória, não evoluindo sua maturação após a colheita (NEIRA, 2005). Desta forma, após a colheita, os teores de açúcares e de ácidos permanecem inalterados, sendo o ponto de maturação da uva extremamente importante para o processo de vinificação. A realização da colheita na época certa garante o acúmulo suficiente de açúcares. A colheita antecipada resulta na insuficiência de açúcares acumulados e origina um vinho aguado de baixa qualidade. A colheita tardia, após o ponto ideal de maturação, resulta em um vinho de alto teor alcoólico, porém de baixa acidez (FERREIRA; ROSINA, MOCHIUTTI, 2010).

A partir do estádio de Início da Maturação, começa o monitoramento a campo, buscando avaliar o momento ideal para a colheita, que abrange o ponto de vista enológico e o estado fitossanitário das uvas (JACKSON, 2008; GIOVANNINI; MANFROI, 2009). A qualidade fitossanitária do vinhedo é fundamental no processo de elaboração de vinhos, tendo em vista que podridões interferem na cor e no aroma, consequentemente na qualidade final dos vinhos (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Diversas análises são utilizadas para acompanhar o ponto de colheita das uvas, podendo variar de acordo com a região, safra e destino do produto final. Dentre elas, os teores de sólidos solúveis totais (SST), expresso em °Brix (acúmulo de açúcares) e a acidez total titulável (ATT). Quando as análises de teor de açúcares e acidez total são realizadas conjuntamente, permite uma relação mais ampla entre açúcar/acidez, possibilitando escolher com precisão o melhor momento para a colheita (BEVILAQUA, 1995; GUERRA; ZANUS, 2003).

### **2.9.1 Análise de Sólidos Solúveis Totais – SST**

O açúcar presente nas bagas de uvas são o produto final resultante da fotossíntese nos vegetais, processo biológico o qual possibilita o aproveitamento da energia a partir da luz solar (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006; SANTOS, 2006; CONDE et al., 2007).

O acúmulo de açúcar é dependente da fotossíntese e da importação de sacarose das folhas, hidrolisada em glicose e frutose nas bagas. A partir deste acúmulo, ocorre uma mudança na translocação dos produtos fotossintetizados. Com o início da maturação, o teor de sólidos solúveis pode ser influenciado pelo teor de ácidos orgânicos constantes nas bagas, estes com a evolução da maturação, tendem a diminuir, e a de açúcares aumentarem, em função da degradação do ácido málico e do aumento da síntese de sacarose nas folhas (MULLINS; BOUQUET, WILLIAMS, 2007).

O teor de açúcar nas bagas pode ter influência do clima. A ocorrência de verões quentes leva uma maturação mais cedo das bagas, com maiores teores de açúcar e menor acidez. Já verões úmidos, com dias frescos, a maturação pode ser atrasada e incompleta, resultando em frutos com teores mais altos de ácidos e teores mais baixos de açúcares (NILSON, 2010).

### **2.9.2 Acidez Total Titulável – ATT**

A determinação da acidez total é realizada através da titulação ácido-base, que consiste, basicamente, na neutralização dos ácidos por solução alcalina (NaOH 0,1M) na presença de um indicador. Os resultados são expressos em

gramas de ácido tartárico por litro (g/L ác. tartárico) ou miliequivalente por litro (mEq.L<sup>-1</sup>) (OIV, 2009).

A acidez total do mosto é resultado de todas as funções de ácidos presentes. Os ácidos, tartárico e málico, são os principais encontrados nas uvas e correspondem a 90% da acidez total, e em menor quantidade os ácidos cítrico, ascórbico e fosfórico (MOTA et al., 2006; CONDE et al., 2007; LIMA, 2009). A concentração de ácidos orgânicos nos vinhos pode variar de acordo com o cultivar, as condições ambientais do local e a ocorrência dos processos metabólicos durante a vinificação e o armazenamento (BATISTA et al., 2010).

Conforme Manfroi et al. (2004), o balanço em SST e acidez podem estar ligados a adaptação do cultivar naquela região. Para uvas viníferas, os teores aceitáveis de acidez total variam entre 55,0 a 130,0 mEq.L<sup>-1</sup> (BRASIL, 1988).

## 2.10 MÍLDIO DA VIDEIRA (*PLASMOPARA VITICOLA*)

Introduzido acidentalmente na Europa juntamente com espécies silvestres de *Vitis*, durante o século XIX, o *P. viticola* é nativo da América do Norte (GALET, 1977). O incidente aconteceu na França, durante a década de 1870, juntamente com porta-enxertos de *Vitis* Norte-americanos resistentes ao inseto filoxera (*Daktulosphaira vitifoliae*), considerado como principal praga da viticultura e responsável pela destruição de inúmeros vinhedos na França em 1860 (LAFON; CLERJEAU, 1994; ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996).

Atualmente sua distribuição é mundial, colonizando especialmente cultivares suscetíveis de *V. vinifera* (MASSOLA JR.; KRUGNER, 2011). No Brasil, sua descrição ocorreu pela primeira vez em videiras americanas no ano de 1891, no Instituto Agrônomo de Campinas, em São Paulo (SOUSA, 1996).

O míldio é considerado uma das principais doenças da videira no mundo (MOREIRA et al., 2011; ROUXEL et al., 2013). Esta doença pode causar perdas parciais ou totais de safras e apresenta vários impactos ambientais secundários significativos, devido a repetidas aplicações de fungicidas (GRENVILLE-BRIGGS; WEST, 2005). Os cultivares derivados de *V. vinifera* são altamente suscetíveis a *P. viticola*, enquanto que, a espécie *V. muscadinia* e inúmeros cultivares das espécies americanas e

asiáticas apresentam variados níveis de resistência (BELLIN et al., 2009).

Estratégias tecnológicas foram desenvolvidas para auxiliar o controle do míldio. No ano de 2018, a Epagri/CIRAM – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, implantou o sistema de previsão para o míldio da videira, disponibilizado na plataforma Agroconnect. Esta ferramenta pode ser utilizada por pesquisadores, produtores, técnicos e extensionistas, servindo de suporte para o controle e tratamento fitossanitário da doença. O sistema funciona on-line estando disponível por meio do link: [ciram.epagri.sc.gov.br/agroconnect/](http://ciram.epagri.sc.gov.br/agroconnect/). A partir do link, o usuário tem acesso a um mapa com os dados de várias estações meteorológicas dos três Estados do Sul do Brasil. Após a escolha do local desejado, por meio de ícones, o sistema alerta o produtor indicando o nível de risco para entrada da doença na cultura, podendo ser: sem risco; leve; moderado e; severo. Esse monitoramento permite ao viticultor a redução do uso e dos custos com agroquímicos, além de melhorar a sustentabilidade do vinhedo e do meio ambiente (EPAGRI, 2018).

### **2.10.1 Biologia do patógeno**

O míldio da videira é causado pelo oomiceto *Plasmopara viticola* [(Berk. & Curtis) Berl. & de Toni] pertence ao reino Chromista, filo Oomycota, classe Oomycetes, ordem Peronosporales e família Peronosporaceae. É um parasita obrigatório que necessita de tecido vivo para completar seu ciclo de vida, podendo causar importantes prejuízos (RIBEIRO, 2003; AMORIM; KUNIYUKI, 2005).

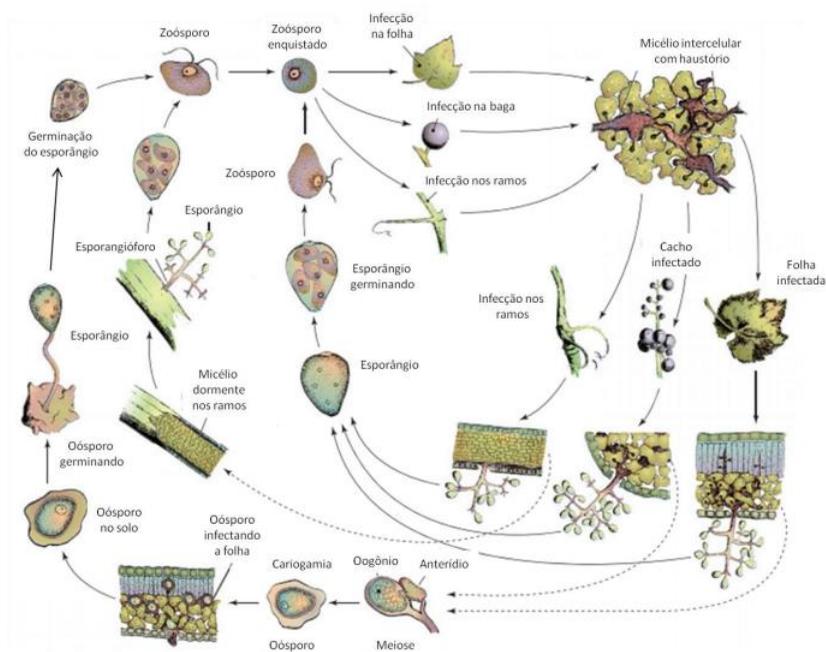
Esse patógeno pode infectar todos os órgãos vegetativos e reprodutivos da videira. Pode provocar sérios prejuízos, tornando-se crítico quando infecta a planta no início do florescimento até a frutificação, pois, infecta as bagas jovens levando a redução da produção. Condições de alta umidade no florescimento podem ocasionar perdas de até 100% da produção se não forem tomadas medidas eficientes de controle (TAVARES; CRUZ, 2002; NETO, 2008).

O desenvolvimento deste fungo 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 ou no solo a baixa profundidade. Na Primavera/Verão ocorre a fase assexuada, caracterizada pela produção de zoósporos assexuais, biflagelados (NETO, 2008).

De acordo com Agrios (2005), o ciclo do míldio (Figura 3), pode levar de 5 a 18 dias, tendo em vista que depende da temperatura, umidade relativa do ar e suscetibilidade do cultivar. Em condições ótimas de temperatura (18 a 25 °C), umidade relativa do ar entre 95 e 100%, precipitação acima de 10 mm e mínimo de duas horas de molhamento foliar, podem ocorrer vários ciclos secundários em um mesmo ciclo de cultivo.

Figura 3 - Ciclo do míldio da videira, causado pelo oomiceto *P. viticola*.



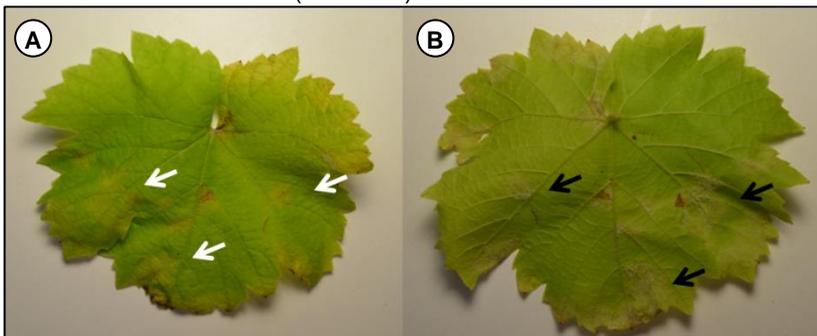
Fonte: Anjos 2013, adaptado de Agrios (2005).

### 2.10.2 Sintomas da doença

Os sintomas da doença iniciam-se por manchas verdeclaras na parte adaxial das folhas, chamadas de mancha-de-óleo

(Figura 4 A). 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” (Figura 4 B). Com o passar do tempo às áreas infectadas tornam-se marrons devido à morte celular, tornando a folha seca. Quando a infecção do fungo é muito intensa, as folhas doentes podem cair prematuramente. Folhas com área superior a 75% de necrose, geralmente caem, causando uma desfolha precoce e reduzindo 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).

Figura 4 - Folha de videira com sintomas de míldio. A) Parte adaxial apresentando manchas-de-óleo (ver setas). B) Parte abaxial apresentando esporangióforos e esporângios de cor branca e aspecto cotonoso – mancha mofo (ver setas).



Fonte: Autor, 2018.

O período crítico de infecção na planta é considerado no início da floração e formação das bagas. Na floração, o patógeno provoca o escurecimento e a destruição das flores afetadas. Durante a pré-floração e em bagas pequenas, o fungo é capaz de penetrar pelos estômatos paralisando a passagem da seiva e água, levando ao escurecimento e secamento dos órgãos. Os frutos no início de formação são muito suscetíveis e em caso de infecção se desprendem facilmente dos cachos (LIMA et al., 2009).

### 2.10.3 Controle da doença

O controle da doença inicia-se com a escolha do local a ser instalado o vinhedo, evitando-se 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-los longe do vinhedo (KENNELLY et al., 2005).

Uma das principais formas de manejo da doença é o controle químico. Segundo o AGROFIT (2019) são 115 produtos registrados para o míldio da videira. O manejo da doença também pode ser realizado utilizando cultivares resistentes. De acordo com Grigoletti Júnior e Sônego (1993), outra forma de manejar o míldio é a utilização de cobertura plástica. Segundo Zanghelini (2018), a combinação de dois ou mais dos manejos citados acima, favorece o controle do míldio da videira.

## 2.11 MELHORAMENTO GENÉTICO VISANDO RESISTÊNCIA A DOENÇAS

O melhoramento de plantas existe desde que o homem é civilizado e, prática a agricultura, contribui para o aumento da produtividade, melhoria da qualidade dos produtos, resistência a doenças e adaptação a fatores ambientais. Nos últimos 100 anos, uma grande contribuição pode ser observada no melhoramento genético da videira, destacando-se entre as espécies frutíferas que mais obteve cultivares melhoradas (GUERRA et al., 2005).

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

Em vários países os programas de melhoramento genético visam o desenvolvimento de novos cultivares resistentes as principais doenças da videira. De acordo com Anjos (2013), os principais programas são desenvolvidos por Instituições

Governamentais de Pesquisa em colaboração com Universidades Federais.

No Brasil, em 1943, teve início o primeiro programa de melhoramento desenvolvido pelo IAC (Instituto Agrônomo de Campinas), no Estado de São Paulo, com foco a obtenção de cultivares de uvas de vinho e mesa, e porta-enxertos (FERRI; POMMER, 1995). Atualmente vários setores públicos e privados, de pesquisa e extensão estão engajados na contribuição de estudos de melhoramento da videira no Brasil.

Segundo Eibach e Töpfer (2015), os programas de melhoramento são exemplos de sucesso no lançamento de novos cultivares, como exemplo, o cv. 'Traminette' lançado nos EUA, 'Bianca' e 'Kunbarat' desenvolvido na Hungria e 'Regent' na Alemanha. Estes cultivares, combinam resistência a doenças com elevada qualidade de vinho.

### **2.11.1 Hibridação**

Como exemplificação do melhoramento, podemos citar a hibridação em videiras, a qual tem proporcionado à obtenção de cultivares que combinam várias características. Entre estas, adaptação a ambientes específicos, produtividade, resistência a pragas e doenças, e a qualidade compatível com as diferentes exigências de mercado (CAMARGO; RITSCHER, 2008). A técnica de hibridação permite combinar em um mesmo indivíduo, dois ou mais fenótipos desejáveis, que se encontram em indivíduos diferentes. E, em seguida, por meio do cruzamento desses indivíduos, obtém-se uma população com variabilidade genética, proporcionando indivíduos que reúnam caracteres de interesse (FARIAS et al., 2016).

No último século, utilizando-se da hibridação, foram desenvolvidos novos cultivares resistentes a patógenos, especialmente ao míldio e oídio, com destaque aos cultivares PIWI. A relação de estes novos cultivares resistentes é possível ser observada na bibliografia de Töpfer et al. (2011).

### **2.11.2 Retrocruzamentos**

Os híbridos são gerados a partir de cruzamentos entre *V. vinifera* e um parental que confere resistência genética a doenças. Entretanto, esses híbridos são mal aceitos pela

indústria, em relação aos cultivares de uvas tradicionais, que apresentam melhor aceite na comercialização (BISSON et al. 2002). Após a introdução de um ou mais loco de interesse, tem-se a necessidade da realização de inúmeros retrocruzamentos modificados com cultivares de *V. vinifera*, o que pode levar até 30 anos para reintroduzir e agregar atributos de qualidade em um novo cultivar (ADAM-BLONDON et al., 2004; LEÃO; BORGES, 2009).

Neste contexto, as regiões genômicas que contêm os genes estão associadas a uma característica quantitativa em particular, conhecidas como locos de características quantitativas QTLs (*Quantitative Trait Loci*). Muitas das características, como produtividade, qualidade e fontes de resistência a doenças são controladas por genes, conhecidos como caracteres quantitativos de importância agrônômica (COLLARD et al., 2005).

Estudos recentes de mapeamento genético identificaram QTLs de resistência a doenças. Os QTLs de resistência ao míldio foram denominados *Rpv* (*Resistance to Plasmopara viticola*), sendo os mais explorados o *Rpv1*, localizado no cromossomo 12 de *M. rotundifolia* (MERDINOGLU et al., 2003), *Rpv3* localizado no cromossomo 18 de *M. rotundifolia*, (WELTER et al., 2007; BELLIN et al., 2009), *Rpv8* e *Rpv12* localizados no cromossomo 14 de *V. amurensis* (BLASI et al., 2011; VENUTI et al., 2013), *Rpv10* localizado no cromossomo 9 de *V. amurensis* (SCHWANDER et al., 2012) e *Rpv14* localizado no cromossomo 5 e derivado de *V. cinerea* (OCHSSNER; HAUSMANN; TÖPFER, 2016).

### 2.11.3 Piramidação dos locos

A piramidação consiste na incorporação de vários locos de resistência em uma mesma planta, permitindo desenvolver novos cultivares com alta resistência ao míldio, estes locos apresentam efeito aditivo quando combinados, aumentando o nível de resistência à doença (TÖPFER et al., 2011). Alguns autores encontraram esses efeitos aditivos em combinações, como: *Rpv1* + *Rpv3* (EIBACH et al., 2007), *Rpv3* + *Rpv10* (SCHAWANDER et al., 2012) e *Rpv3* + *Rpv10* (VENUTI et al., 2013).

## 2.12 CULTIVARES “PIWI”

Os cultivares PIWI do termo alemão Pilzwiderstandsfähige, que significa resistência a doenças fúngicas, caracterizam-se por um grupo de cultivares de uvas obtidas nos últimos anos, via melhoramento genético, oriundas de cruzamentos entre cultivares europeias (viníferas), e espécies americanas e asiáticas resistentes a doenças. Nos cultivares PIWI, é possível encontrar em uma só planta a qualidade das viníferas, associada a resistência a doença das americanas e asiáticas. Através de cruzamentos convencionais, associados às técnicas moleculares, foi possível criar novos cultivares com 90% de vinífera e apenas o gene de resistência das americanas e asiáticas (SOUZA, 2018).

Na Europa as uvas PIWI já são consideradas viníferas, apresentando resistência a patógenos fúngicos e produzindo vinhos de alta qualidade. Além disso, em diversos países europeus esses cultivares tornaram-se a base para a viticultura orgânica e biodinâmica (PAVLOUŠEK, 2015).

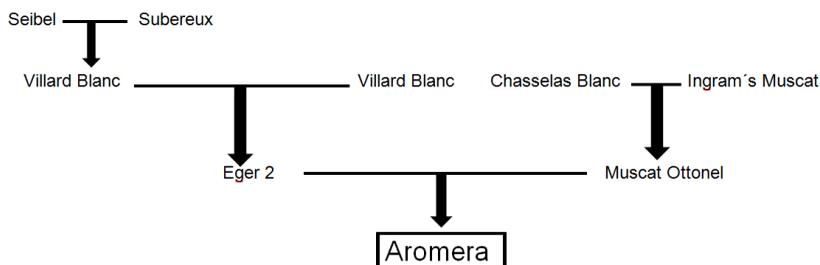
Embora os cultivares PIWI comparados com os cultivares tradicionais, apresentem boa qualidade de vinho, os consumidores ainda preferem os vinhos tradicionais. Entretanto, a principal vantagem dos cultivares PIWI está associada à redução do uso de agroquímicos nos tratamentos fúngicos, o que contribui para a preservação do meio ambiente, a saúde pública e a qualidade de vida do consumidor (PETGEN, 2016).

### 2.12.1 Descrição dos cultivares PIWI

#### 2.12.1.1 ‘Aromera’

O cultivar ‘Aromera’ é um ‘híbrido’ branco, originário da Itália, criado pelo Instituto InnoVitis (Figura 5) (JKI, 2018). Possui loco *Rpv3.1* de resistência ao míldio da videira (MARCO STEFANINI, comunicação pessoal). Apresenta alta resistência ao míldio e *Botrytis* e média resistência ao oídio. A cor da pele da baga é branca de tamanho médio. O vinho apresenta uma agradável fragrância, tipo moscatel (WINE PLANT, 2018).

Figura 5 - Genealogia do cultivar 'Aromera'.



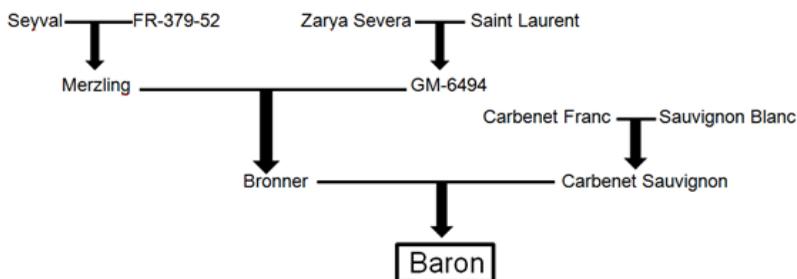
Fonte: JKI (2018), adaptado pelo autor.

### 2.12.1.2 'Baron'

O cultivar 'Baron' é um 'híbrido' tinto, originário da Alemanha, criado por Norbert Becker em 1983, no Instituto Nacional de Viticultura em Freiburg (Figura 6). Sua proteção foi registrada no ano de 2005 (JKI, 2018).

Este cultivar apresenta alta resistência ao míldio e boa resistência ao oídio. O vinho possui coloração tinto intenso, com alta concentração de compostos fenólicos, aroma frutado e de especiarias (WINE PLANT, 2018). A cor da pele da baga é preta com tamanho médio (JKI, 2018). Possui loco *Rpv10* de resistência ao míldio da videira (RUEHL et al., 2015).

Figura 6 - Genealogia do cultivar 'Baron'.



Fonte: JKI (2018), adaptado pelo autor.

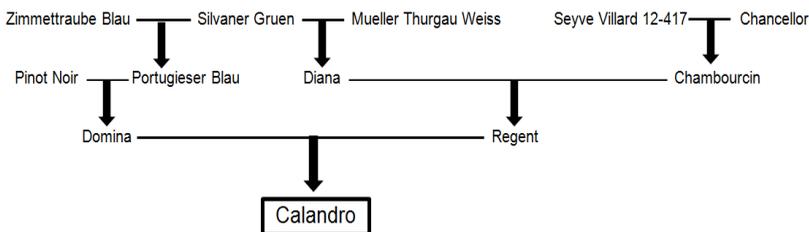
### 2.12.1.3 'Calandro'

O cultivar 'Calandro' é um 'híbrido' tinto, originário da Alemanha, criado por Rudolf Eibach e Reinhard Töpfer no ano de

1984, no Instituto Julius-Kühn (Figura 7), sua proteção foi registrada no ano de 2009 (JKI, 2018).

Esse cultivar tem boa resistência ao míldio e *Botrytis*. Possui cor de baga preta, produzindo um vinho encorpado e tânico, com aromas defumados e de frutas vermelhas, apresenta bom potencial de guarda (ROBINSON; HARDING; VOUILLAMOZ, 2012; JKI, 2018). Possui loco *Rpv3.1* de resistência ao míldio da videira (RUEHL et al., 2015).

Figura 7 – Genealogia do cultivar 'Calandro'.

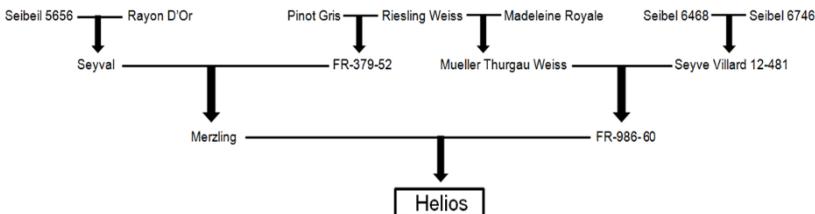


Fonte: JKI (2018), adaptado pelo autor.

#### 2.12.1.4 'Helios'

O cultivar 'Helios' é um 'híbrido' branco, originário da Alemanha, criado por Norbert Becker, no ano de 1973, no Instituto Nacional de Viticultura de Freiburg (Figura 8), sua proteção foi registrada no ano de 2004 (JKI, 2018). A cor da pele da baga é branca com tamanho pequeno (JKI, 2018). Apresenta boa resistência ao míldio, oídio e *Botrytis* (ROBINSON; HARDING; VOUILLAMOZ, 2012). Possui loco *Rpv3.1* de resistência ao míldio da videira (RUEHL et al., 2015).

Figura 8 - Genealogia do cultivar 'Helios'.



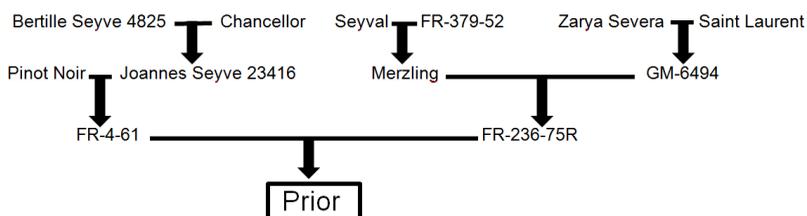
Fonte: JKI (2018), adaptado pelo autor.

### 2.12.1.5 'Prior'

O cultivar 'Prior' é um 'híbrido' tinto, originário da Alemanha, criado por Norbert Becker no ano de 1987, no Instituto Nacional de Viticultura em Freiburg (Figura 9), 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).

O cultivar apresenta alta resistência ao míldio, entretanto é suscetível ao oídio e *Botrytis* (ROBINSON; HARDING; VOUELLAMOZ, 2012). Possui loco *Rpv3.1* de resistência ao míldio da videira (RUEHL et al., 2015).

Figura 9 - Genealogia do cultivar 'Prior'.

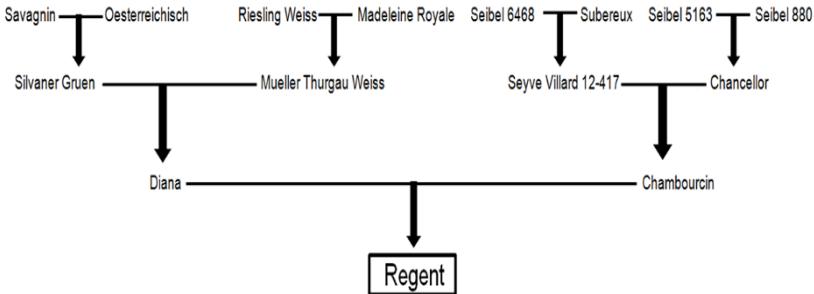


Fonte: JKI (2018), adaptado pelo autor.

### 2.12.1.6 'Regent'

O cultivar 'Regent' é um 'híbrido' tinto, originário da Alemanha, criado por Gerhardt Alleweldt em 1967, no Instituto Julius-Kühn (Figura 10), 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 muito escuro (WINE PLANT, 2018). Apresenta alta resistência ao míldio e oídio, e média resistência ao *Botrytis* (EIBACH; TÖPFER, 2003). Possui loco *Rpv3.1* de resistência ao míldio da videira (RUEHL et al., 2015).

Figura 10 - Genealogia do cultivar 'Regent'.

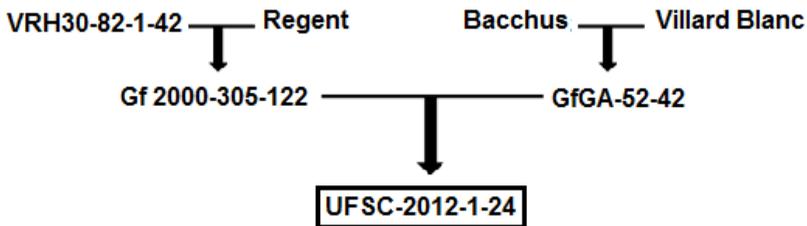


Fonte: JKI (2018), adaptado pelo autor.

### 2.12.1.17 UFSC 2012-1-24

O genótipo suscetível ao míldio da videira, UFSC 2012-1-24 é originário de uma população entre Gf 2000-305-122 com Gf.Ga-52-42. O cruzamento foi realizado pelo departamento de Biotecnologia e Melhoramento Genético da UFSC Campus de Curitibanos (SAIFERT et al., 2018).

Figura 11 - Genealogia do genótipo UFSC-2012-1-24.



Fonte: Saifert et al. (2018), adaptado pelo autor.

## 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**. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em: 03 jan. 2019.
- ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. Introductory Mycology. 4. th. New York: John Wiley, 1996. 870 p.
- 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.
- 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, 2013.
- 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.l.], v. 13, n. 9, p.137-148, Jul./Dez. 2014.
- BAILLOD, M.; BAGGIOLINI, M. Les stades repères de la vigne. **Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.** v. 25, n. 1, p. 7-9, 1993.
- 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 Applied Genetics**, v. 120, p. 163-176, Dec. 2009.

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.

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.l.], v. 418, n. 689, p. 696-699, Ago. 2002.

BLASI, P.; BLANC, S.; WIEDEMANN-MERDINOGLU, S.; PRADO, E.; RÜHL, E.H.; MESTRE, P.; MERDINOGLU, D. Construction of a reference linkage map of *Vitis amurensis* and genetic mapping of *Rpv8*, a locus conferring resistance to grapevine downy mildew. **Theoretical Applied Genetics**, v. 123, p. 43-53, Jun. 2011.

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, Abr. 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.

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. Disponível em: <[http://www.emater.tche.br/site/arquivos\\_pdf/teses/Mono\\_Ivan\\_Busin.pdf](http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/teses/Mono_Ivan_Busin.pdf)>. Acesso em: 01 ago. 2018.

CAMARGO, U. A., RITSCHER, P. S. New table and wine grape cultivars: world scenario with emphasis on Brazil. **ISHS Acta Horticulturae**, The Hague, n. 785, p. 89-96, 2008.

CAMARGO, U. A.; TONIETTO, J., HOFFMANN, A. Progressos na viticultura brasileira. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. E., p.144-149, Out. 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.

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.

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.; 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.

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.

EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Ferramenta da Epagri auxilia no controle da principal doença da videira**. Mai. 2018. Disponível em: <https://www.sc.gov.br/index.php/noticias/temas/agricultura-e-pesca/ferramenta-da-epagri-auxilia-no-controle-da-principal-doenca-da-videira>. Acesso em: 17 ago. 2018.

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, J. W de S.; RODRIGUES, C. dos A.; BARBOSA, E. G. M.; BEZERRA, D. A.; LEÃO, P. C. de S.; RITSCHER, P. S.; BARBOSA, N. A. G. Avaliação da resistência genética de

híbridos de videira ao cancro bacteriano no Vale do São Francisco. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 11., 2016, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016.

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 Agrícola**, Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 107-122, Jan./Abr. 1995.

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

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

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

GAVIOLI, O. **Comportamento vitícola da variedade ‘Cabernet Sauvignon’ (*Vitis vinifera* L.) em dois municípios do Planalto Sul Catarinense**. 2011. 67 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

GIOVANNINI, E. **Manual de vitivinicultura**. Porto Alegre: 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.

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.; 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).

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). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvasViniferasRegioesClimaTemperado/indicacoes.htm>>. Acesso em: 08 Jan. 2019.

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.

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**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>. Acesso em: 01 Ago. de 2018.

IBRAVIN - Instituto Brasileiro do Vinho. **Panorama Geral**. Disponível em: <http://www.ibravin.org.br/panorama-geral>. Acesso em: 01 ago. 2018.

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.

JKI – Julius Kühn-Institut. **Vitis International Variety Catalogue (VIVC)**. 2018. Disponível em: <http://www.vivc.de/index.php?r=site%2Findex>. Acesso em: 17 Ago. 2018.

JONES, G. V.; DAVIS, R. E. Using a synoptic climatological approach to understand climate viticulture relationships. **International Journal of Climatology**, v. 20, p. 813-837, Jun. 2000.

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.

KLIEWER, M.; DOKOOZLIAN, N. Leaf area/crop weight ratios of grapevines: influence on fruit composition and wine quality. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 56, n. 2, p.170-181, Jun. 2005.

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.

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

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).

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.

LIMA, M. F.; LOPES, D. B.; TAVARES, S. C. C. de H.; TESSMANN, D. J.; MELO, N. F. de. Doenças e alternativas de controle. In: SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. de S. (Ed.) **A vitivinicultura no Semiárido Brasileiro**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. Petrolina, PE, cap. 13, 2009. p. 543-596.

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, p. 1-13, Jul. 2010.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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

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.

NEIRA, A. P.. Manejos Agronómicos 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 Algabe. DRAP Algarve, 2008. 17p. (Boletim Técnico, 17).

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**, São Carlos, v. 76, n. 4, p. 975-982, Dec. 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.

PAVLOUŠEK, P. Grapevine breeding in Central and Eastern Europe. In: **Grapevine Breeding Programs for the Wine Industry**. 2015. p. 211-244.

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.

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. **Vitivinicultura brasileira**: panorama setorial em 2010. Brasília, DF: SEBRAE; IBRAVIN; Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves-RS, 2011. 110 p.

PRITCHARD, D. **Vine Varieties**. Minehead: Winegrowers Supplies. 2016. Disponível em: [http://www.winegrowers.info/varieties/Vine\\_varieties/Prior.htm](http://www.winegrowers.info/varieties/Vine_varieties/Prior.htm). Acesso em: 18 ago. 2018.

RAVAZ, L. L'Effeuilage de la vigne. Annales d'Ecole Nationale d'Agriculture de Montpellier. 11, 216–244, 1911.

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, 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.

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.

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.

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

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.

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

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.

SÔNEGO, O. R.; GARRIDO, L. da R. **Avaliação da eficácia de algumas marcas comerciais de fosfito de potássio e de fosfonato de potássio no controle do míldio da videira**. Embrapa Uva e Vinho, 2005, 13 p. (Circular Técnica, 60).

SOUZA, A. L. K. de. **Pesquisa da Epagri sobre uvas viníferas resistentes a doenças promete revolucionar mercado**. Mar. 2018. Disponível em: <http://www.sc.gov.br/index.php/noticias/temas/agricultura-e-pesca/pesquisa-da-epagri-sobre-uvas-viniferas-resistentes-a-doencas-promete-revolucionar-mercado>. Acesso em: 05 Jun. 2018.

SOUSA, J. S. I. de. **Uvas para o Brasil**. Piracicaba: FEALQ, 2. ed. v. 1. 1996. 791p.

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.

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. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/CultivodaVideira\\_2ed/clima](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/CultivodaVideira_2ed/clima)>. Acesso em 05 jan. 2018.

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. Disponível em:

<[http://www.ciram.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=88&Itemid=273](http://www.ciram.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=88&Itemid=273)>. Acesso em: 09 jul. 2017.

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 Uva e Vinho, Jan. 2003. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvaAmericanaHibridaClimaTemperado/index.htm>. Acesso em: 01 ago. 2018.

TONIETTO, J. **Vinhos brasileiros de 4ª geração: o Brasil na era das indicações geográficas**. Embrapa Uva e Vinho, 2003, 8 p. (Comunicado Técnico, 45).

TÖPFER, R.; HAUSMANN, L.; HARST, M.; MAUL, E.; ZYPRIAN, E.; EIBACH, R. New horizons for grapevine breeding. **Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology**. v. 5, p. 79-100, Mar. 2011.

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.

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**, v. 8, n. 4, e61228, Apr. 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, 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.

WINE PLANT. **Resistant red wine grapes**. Disponível em: <<http://www.wineplant.it/en/resistant-red-wine-grapes.html>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

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 CAPÍTULO 1 - CARACTERIZAÇÃO FENOLÓGICA, EXIGÊNCIA TÉRMICA E PRODUTIVIDADE DE SEIS CULTIVARES PIWI NO PLANALTO CENTRAL CATARINENSE**

#### **RESUMO**

A introdução de cultivares PIWI na região Sul do Brasil, especialmente em Santa Catarina, é recente, necessitando avaliar o comportamento e a adaptação destes cultivares mediante as especificidades de cada região. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi determinar os estádios fenológicos, índices bioclimáticos e estimar o requerimento térmico, da poda até a colheita, acompanhar a maturação tecnológica e avaliar o desempenho produtivo de seis cultivares PIWI, no planalto central de Santa Catarina. O experimento foi conduzido na Área Experimental Agropecuária da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitibanos, Curitibanos, SC. O vinhedo foi implantado em 2015, os cultivares enxertados sobre o porta enxerto 'Paulsen 1103' e conduzidos em espaldeira. O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados (BIC), com quatro repetições e dez planta por parcela, onde avaliou-se, seis cultivares PIWI ('Aromera', 'Baron', 'Calandro', 'Helios', 'Prior' e 'Regent'), durante o ciclo 2017/18. Dados diários de temperatura máxima, média e mínima do ar (°C), precipitação pluviométrica (mm) e umidade relativa do ar – UR (%) foram obtidos de uma estação meteorológica automática instalada ao lado do vinhedo. A partir da poda de inverno, iniciou-se o acompanhamento fenológico de acordo com Eichhorn e Lorenz (1977). A exigência térmica dos cultivares para completar o ciclo, foi determinada a partir do Índice de Winkler e do Método M3.3. Dados de evolução da maturação dos frutos, teor de sólidos solúveis totais (SST em °Brix) e a acidez titulável total (ATT, em mEq.L<sup>-1</sup>) foram obtidos a partir do estágio de início da maturação. Na colheita, estágio de maturação plena (MP), estimou-se os índices de produtividade, com exceção dos cultivares 'Aromera' e 'Baron', que registraram abortamento floral devido à ocorrência de geada tardia em outubro/2017. A duração do ciclo fenológico dos cultivares, foi de 140 a 157 dias. A exigência térmica, calculado pelo Índice de Winkler foi de 1.260,2 a 1.360,1 GD e, 1.444,6 a 1.653,6 GD pelo Método M3.3. O teor

de SST dos cultivares PIWI 'Aromera', 'Calandro', 'Prior' e 'Regent' atendem os padrões recomendados. Porém, a ocorrência de precipitação antes da colheita do cv. 'Helios' e a baixa produção do cv. 'Baron', afetaram o teor de SST. Todos os cultivares apresentaram valores de acidez aceitável para elaboração de vinhos finos de qualidade. O cv. 'Helios' apresentou os melhores índices produtivos, e a melhor condição de adaptação genótipo/ambiente. O Índice de Winkler está entre os mais utilizados no mundo, demonstrando total confiabilidade no seu uso. Todos os cultivares atingiram a maturação, demonstrando que Curitiba, apresenta soma térmica suficiente para os cultivares avaliados completarem o ciclo.

**Palavras-chave:** Cultivares PIWI. Fenologia. Requerimento Térmico. Índices produtivos. Potencial vitícola.

### ABSTRACT

The introduction of PIWI cultivars in the Southern region of Brazil, especially in Santa Catarina, is recent, and it is necessary to evaluate the behavior and adaptation of these cultivars by the specificities of each region. The objective of this work was to characterize the phenology, to determine the thermal requirement, to follow the technological maturation and to evaluate the productive performance of six cultivars PIWI, in the central plateau of Santa Catarina. The experiment was conducted at the Agricultural Experimental Area of the Federal University of Santa Catarina, Curitiba Campus, Curitiba, SC. The vineyard was implanted in 2015, the cultivars were grafted on the 'Paulsen 1103' grafted port, conducted in vertical trellis. The experimental design was a randomized complete blocks (RCB), with four replications and ten plants per plot, where six PIWI cultivars ('Aromera', 'Baron', 'Calandro', 'Helios', 'Prior' and 'Regent') during the 2017/18 cycle. Daily data of maximum, average and minimum air temperature (°C), rainfall (mm) and relative humidity of the air - RH (%) were obtained from an automatic weather station installed next to the vineyard. From the winter pruning, the phenological monitoring was started according to Eichhorn and Lorenz (1977). The thermal requirement of the cultivars to complete the cycle was determined from the Winkler Index and the M3.3 method. Fruit maturation, total soluble solid

content (SSC in °Brix) and total titratable acidity (TTA in mEq.L<sup>-1</sup>) were obtained from the maturation stage. In the harvest, at full maturity stage (FM), productivity indices were estimated, with the exception of 'Aromera' and 'Baron' cultivars, which registered floral abortion due to late frost in October/2017. The duration of the phenological cycle of the cultivars was from 140 to 157 days. The thermal requirement, calculated by the Winkler Index was from 1,260.2 to 1,360.1 DD and, calculated by the Winkler Index and 1,444.6 to 1,653.6 DD by the M3.3 method. The SSC content of the cultivars PIWI 'Aromera', 'Calandro', 'Prior' and 'Regent' meet the recommended standards. However, the occurrence of precipitation before harvesting cv. 'Helios' and the low production of cv. 'Baron', affected the SSC content. All the cultivars presented values of acceptable acidity for the elaboration of quality fine wines. The cv. 'Helios' presented the best productive indexes, and the best adaptation condition genotype/environment. The Winkler Index is among the most widely used in the world, demonstrating total reliability in its use. All cultivars reached maturation, demonstrating that Curitiba, presents enough thermal sum for the evaluated cultivars to complete the cycle.

**Keywords:** Cultivars PIWI. Phenology. Thermal Requirement. Productive indices. Wine potential.

### 3.1 INTRODUÇÃO

A videira pertence à família Vitaceae, cujo gênero *Vitis* contém cerca de 70 espécies, 30 delas são encontradas nas Américas do Norte e Central, 40 espécies na Ásia e 1 na Europa e Ásia Menor. Neste gênero, estima-se que existam de 8.000 a 12.000 cultivares em todo o mundo (TÖPFER et al., 2011). Os cultivares de *Vitis vinifera* representam os de maior importância socioeconômica e são os mais cultivados no mundo. Atualmente, cultiva-se em regiões tropicais, subtropicais e em algumas áreas temperadas do planeta, produzindo uvas de alta qualidade para vinhos finos, uva de mesa, uva passas e, entre outros produtos e derivados utilizados pela indústria mundial (RIAZ et al., 2004; THIS; LACOMBE; THOMAS, 2006).

No Brasil, a viticultura iniciou, no final do século XIX, a partir de uvas americanas. No séc. XX, entre 1930 a 1960,

diversificou-se com a introdução de cultivares híbridos e viníferas e, entre 1970 e 1990, ocorreu o incremento da qualidade que, a partir dos anos 2000, constata a identidade do vinho brasileiro (TONIETTO, 2003). O destaque da viticultura no Brasil, deve-se, principalmente, pela expansão nas áreas de cultivo e das tecnologias adotadas na produção e elaboração de vinhos (ANJOS, 2013). Além disto, dados da safra 2018, informam que o Brasil cultivou 74.440 ha de videira e obteve uma produção de 1.386.579 toneladas. Tendo o Estado do Rio Grande do Sul com maior área de vinhedos e maior produção e, Santa Catarina o 4º maior produtor e o 5º maior em área (IBGE, 2018).

Em Santa Catarina, novas regiões entre 900 e 1.400 m de altitude vem se destacando na produção de uvas para vinhos finos (DUARTE, 2013). A partir dos anos 2000 uma nova vitivinicultura começou a ser implantada no Estado de Santa Catarina, com base em vinhedos de altitude instalados nas regiões de Campos Novos, Caçador e São Joaquim (PROTAS; CAMARGO, 2011). Inúmeras pesquisas relatam que as regiões de altitude de Santa Catarina apresentam características próprias e distintas das demais regiões do Brasil (ROSIER, 2006; FALCÃO, 2007; GRIS et al., 2010).

Neste contexto, os fatores climáticos exercem grande influência no desenvolvimento da planta, produção e qualidade da uva (BRIGHENTI, 2014) e, a relação destes, com o ambiente, caracterizam a potencialidade vitivinícola e definem o *terroir* da região (BONNARDOT et al., 2001).

Desta forma, na viticultura são aplicados diferentes índices bioclimáticos, possibilitando classificar regiões vitivinícolas, bem como, a exigência térmica de cada cultivar (MANDELLI, 2002; TONIETTO; CARBONNEAU, 2004), permitindo a partir disto, a programação da data provável de colheita de cada cultivar e região de cultivo (PEDRO JÚNIOR; SENTELHAS, 2003).

Outro fator importante, é o estudo da fenologia da videira por desempenhar papel fundamental na introdução de novos cultivares, caracterizando a duração das fases do desenvolvimento da videira em relação ao clima local. A compreensão da fenologia por parte do viticultor permite o planejamento de manejos e as datas prováveis da colheita (JONES; DAVIS, 2000). Também na fase de maturação, o ponto de colheita de cada cultivar é determinado pelas análises de teores de açúcares e acidez total, realizadas conjuntamente,

possibilitando escolher, com precisão, o melhor momento para a colheita (BEVILAQUA, 1995; GUERRA; ZANUS, 2003).

Nos cultivares PIWI, objeto de estudo dos principais programas mundiais de melhoramento da videira atualmente, encontra-se, em uma única planta a qualidade das viníferas, associada à resistência a doenças das espécies americanas e asiáticas. E, na Europa, as uvas PIWI já produzem vinhos de alta qualidade (PAVLOUŠEK, 2015).

Portanto, a caracterização de regiões vitícolas no Estado de Santa Catarina visando à utilização de cultivares PIWI e a redução no uso de agroquímicos é fundamental para a produção de vinhos finos de qualidade. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi determinar os estádios fenológicos, índices bioclimáticos e estimar o requerimento térmico, da poda até a colheita, acompanhar a maturação tecnológica e avaliar o desempenho produtivo de seis cultivares PIWI, cultivados a 1000 m de altitude no município de Curitibanos, Planalto Central do Estado de Santa Catarina, durante o ciclo 2017/18.

## 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido na Área Experimental Agropecuária da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Campus de Curitibanos, localizado no Planalto Central do Estado de Santa Catarina. O vinhedo experimental foi implantado em 2015, coordenadas de 27°16'25" S e 50°30'11" W e altitude de 1000 m. O tipo de solo do local é caracterizado como Cambissolo Húmico Alítico Léptico (EMBRAPA, 2004). De acordo com ALVARES et al. (2013), dentro da classificação de Köppen o clima da região é classificado como Cfb, denominado clima temperado úmido, sem estação seca e com verões amenos. A unidade experimental é constituída de plantas adultas, conduzidas em sistema de espaldeira (Figura 11), com quatro fios de arame, o primeiro a 1,20 m do solo, acima, os demais espaçados em 30 cm cada. O espaçamento entre fileiras é de 3,0 m e entre plantas de 1,20 m, totalizando 2.777 plantas.ha<sup>-1</sup>. O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados (BIC), com quatro repetições e dez

plantas por repetição. As avaliações foram realizadas no ciclo 2017/18.

Figura 12 – Aspecto geral do vinhedo, localizado na Área Experimental Agropecuária da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Campus de Curitibanos, Curitibanos, SC, ciclo 2017/18.



Fonte: Autor.

### 3.1.2 Material vegetal

O experimento foi realizado utilizando seis cultivares PIWI de uvas viníferas (*Vitis vinifera* L.) que conciliam resistência ao míldio da videira (*P. viticola*), com elevado potencial enológico, sendo, 'Baron', 'Calandro', 'Prior' e 'Regent' de bagas tintas, e 'Aromera' e 'Helios' de bagas brancas. Com exceção do cultivar 'Baron' que possui loco de resistência ao míldio *Rpv10*, os demais apresentam loco de resistência *Rpv3.1*. Todos os cultivares foram enxertados sobre o porta-enxerto 'Paulsen 1103'.

### 3.1.3 Dados meteorológicos

Dados diários de temperatura máxima, média e mínima do ar (°C), precipitação pluviométrica (mm) e umidade relativa do ar – UR (%) foram obtidos de uma estação meteorológica automática (Davis Pro2-6153; Onset Computer Corp., Pocasset, MA, Estados Unidos) 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), localizada na Área Experimental Agropecuária da UFSC, a 20 m do vinhedo. Os dados foram obtidos através do acesso ao Sistema de Informação (WEB), pelo link: [www.ciram.epagri.sc.gov.br](http://www.ciram.epagri.sc.gov.br). A partir dos dados, foram calculadas as médias mensais das temperaturas e porcentagem de umidade relativa do ar e o somatório da precipitação total mensal (mm), no período da poda à colheita, durante o ciclo, setembro a fevereiro de 2017/18.

### **3.1.4 Tratos culturais**

#### **3.1.4.1 Poda**

O método de poda utilizado no vinhedo foi o de poda mista, deixando esporões para a produção de lenho para a safra posterior e varas visando à produção de uva da estação. A exemplo de poda mista, o método mais utilizado é o sistema guyot, onde em cada vara é deixado um esporão. A poda dos cultivares 'Helios' e 'Prior' foi realizada em 01/set/2017, para os demais cultivares foi realizada em 05/set/2017.

#### **3.1.4.2 Cobertura do solo e manejo de plantas invasoras**

A formação de cobertura do solo foi preparada em 25-05-2017, no outono de forma manual a lanço. Nas entrelinhas (faixa de 2,20 m), semeou-se aveia preta e branca, sendo 80% aveia preta e 20% aveia branca, com gasto de sementes de 100 kg.ha<sup>-1</sup>. Na linha (faixa de 80 cm), semeou-se trevo vermelho e branco, sendo 50% para cada, com gasto de sementes de 2 kg.ha<sup>-1</sup>.

Com o início da brotação dos cultivares, na primeira quinzena de setembro, toda a cobertura foi roçada, com o objetivo de evitar a competição por nutrientes entre a planta e a cobertura vegetal, a partir disso, a roçada foi praticada toda vez que a cobertura atingia em média 20 cm de altura.

O manejo das plantas invasoras no vinhedo foi através de capinas seletivas e roçadas. Em nenhum momento utilizou-se herbicida para o controle de invasoras.

### 3.1.4.3 Adubação

Para a adubação utilizou fertilizantes químicos, ureia (45% de N), cloreto de potássio (60% de K) e superfosfato simples (46 % de P). Foram realizadas duas aplicações, sendo a primeira em ponta verde (estádio 5), e a segunda no pleno florescimento (estádio 23). As doses foram baseadas nas análises de pecíolo (coletados na safra anterior) e de solo (coleta 04/2016), seguindo as 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).

### 3.1.4.4 Tratamentos fitossanitários

Visando o ciclo da videira 2017/18, as aplicações de agroquímicos seguiram calendário (Tabela 1).

Tabela 1 - Tratamentos fitossanitários realizados no vinhedo, no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitiba, SC.

Ciclo 2017/18				
Data aplicação	Estádio Fenológico	Doenças	Produto Comercial	Princípio Ativo
28/06/2017	Dormente	-	Calda Sulfocálcica 6%	-
15/09/2017	Ponta verde	Antracnose	Score®	Difenoconazol
24/09/2017	2 a 3 folhas separadas	Antracnose	Score®	Difenoconazol
06/10/2017	5 a 6 folhas separadas; inflorescência visível	Antracnose	Score®	Difenoconazol
02/11/2017	Pleno florescimento	Míldio; Antracnose; Podridão amarga; Escorriose e Mofo cinzento.	Dithane NT® + Mythos®	Mancozebe + Pirimetanil
05/01/2018	Grãos tamanho ervilha	Mofo cinzento	Rovral®	Iprodiona
16/01/2018	Início da compactação do cacho	Mofo cinzento; Míldio e Antracnose	Rovral® + Delan®	Iprodiona + Ditanona
26/01/2018	Início da maturação	Mofo cinzento	Rovral®	Iprodiona
10/02/2018	Início da maturação plena	Míldio; Antracnose; Mancha das folhas; Oídio e Botrytis.	Delan® + Metiotiofan®	Ditanona + Tiofanato metílico
26/02/2018	Maturação plena/Maturação dos sarmentos	Míldio; Antracnose; Podridão amarga; Escorriose; Mofo cinzento; Mancha das folhas; Oídio; Botrytis.	Dithane NT® + Metiotiofan®	Mancozebe + Tiofanato metílico

\* Todos os produtos utilizados são registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA para a cultura da videira e foram aplicados seguindo as orientações descritas na bula.  
Fonte: Agrofitt (2019). Autor.

As aplicações a partir do início da maturação foram planejadas de acordo com o período de carência do produto, considerando o teor de SST ( $^{\circ}$ Brix) e a ATT de cada cultivar.

### 3.1.5 Fenologia

O ciclo fenológico de cada cultivar teve início a partir da poda (Set./2017) e se estendendo até a data de colheita (Fev./2018). Para as avaliações, foram marcados aleatoriamente três plantas/parcela e dois ramos/planta, totalizando 24 ramos e 12 plantas por cultivar e, duas avaliações por semana.

Para a definição dos estádios fenológicos da videira, utilizou-se a escala fenológica proposta por Eichhorn & Lorenz (1977) (ANEXO A). Os principais estádios de desenvolvimento avaliados foram:

PV – Ponta Verde, considerando quando 50% das gemas estão em ponta verde (brotamento);

PF – Pleno florescimento, considerando quando 50% das flores estão abertas;

IM – Início da Maturação, considerando quando 50% das bagas mudaram de cor (tintas) ou 50% das bagas amoleceram (brancas);

MP – Maturação Plena (colheita), com base na evolução da maturação (avaliações dos SST e das ATT) e considerando a sanidade dos frutos.

Desta forma, calculou-se o número de dias e o requerimento térmico expresso em graus-dia (GD) de cada subperíodo/período fenológico.

### 3.1.6 Índice Bioclimático e Requerimento Térmico

A classificação da região vitivinícola e o local do vinhedo em Curitiba, SC, objeto deste estudo, foi de acordo com categorias definidas por Winkler et al. (1980).

Para caracterizar o requerimento térmico, em graus dias (GD), dos cultivares utilizaram-se dois métodos de cálculo; 1) índice bioclimático de Winkler e; 2) Método M3.3, desenvolvido por Tomazetti et al. (2015).

A equação do Índice de Winkler considera as temperaturas mínimas ( $T_{\min}$ ) e máximas ( $T_{\max}$ ), além da temperatura de base inferior ( $10^{\circ}\text{C}$ ) (WINKLER et al., 1980). No hemisfério sul, este

somatório é referente aos dias entre os meses de outubro e abril (HALL; JONES, 2010):

$$GDD = \sum \text{máximo} \{[(T_{\text{máxima}} + T_{\text{mínima}})/2] - 10, 0\}$$

O método de cálculo da soma térmica (Método M3.3), apresenta três temperaturas cardinais em sua equação: temperaturas mínimas ( $T_{\text{mín}}$ ); médias ( $T_{\text{méd}}$ ) e; máximas ( $T_{\text{máx}}$ ). Além de temperatura de base inferior ( $T_b = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ ), temperatura ótima ( $T_{\text{ot}} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ) e temperatura de base superior ( $TB = 35 \text{ }^\circ\text{C}$ ), sendo o método de cálculo da soma térmica diária (STd) descrito a seguir:

STd =  $[(T_{\text{máx}} - T_b)0,5] \times 1$  dia, quando  $T_{\text{méd}} < T_{\text{ot}}$  e  $T_{\text{mín}} < T_b$ ;

STd =  $(0) \times 1$  dia, quando  $T_{\text{máx}} < T_b$ ;

STd =  $(T_{\text{méd}} - T_b) \times 1$  dia, quando  $T_{\text{méd}} < T_{\text{ot}}$  e  $T_{\text{mín}} > T_b$ ;

STd =  $\{(T_{\text{ot}} - T_b) \cdot [(TB - T_{\text{méd}})/(TB - T_{\text{ot}})]\} \times 1$  dia, quando  $T_{\text{méd}} > T_{\text{ot}}$  e  $T_{\text{máx}} < TB$ ;

STd =  $\{(TB - T_{\text{ot}}) \times [(TB - T_{\text{méd}})/(TB - T_{\text{ot}})]\} \times 1$  dia, quando  $T_{\text{méd}} > T_{\text{ot}}$  e  $T_{\text{máx}} > TB$ , se  $T_{\text{máx}} > TB$ , então  $T_{\text{máx}} = TB$ .

Os GD foram determinados do período de brotação à colheita, bem como, entre os subperíodos fenológicos, de ponta verde (PV) a pleno florescimento (PF), PF a início da maturação (IM) e, IM a maturação plena (MP).

### 3.1.7 Avaliação da maturação tecnológica

As análises de maturação tecnológica (SST, ATT) foram realizadas no laboratório de Biotecnologia e Genética Vegetal, da UFSC, Campus de Curitibanos, SC. Bagas da parte inferior, mediana e superior do cacho, foram coletadas semanalmente dos cultivares 'Aromera', 'Calandro', 'Helios', 'Prior' e 'Regent'. Exceto 'Baron' que foram coletadas quinzenalmente (4 x), em virtude da baixa produtividade e ocorrência de geada tardia no mês de outubro/2017. A amostragem foi constituída de 60 bagas/cultivar/bloco, totalizando 240 bagas por coleta.

A coleta iniciou a partir do estágio de início da maturação até a maturação plena (colheita). Considerou-se início da maturação quando 50 % das bagas mudaram de cor (tintas) ou amoleceram (brancas). Para cada amostra foi extraído o mosto pelo esmagamento das bagas e determinados o teor de Sólidos Solúveis Totais ( $^\circ\text{Brix}$ ) e Acidez Total Titulável ( $\text{mEq.L}^{-1}$ ), seguindo a metodologia descrita pela "Office International de la Vigne et du Vin" (OIV, 2009).

### 3.1.7.1 Sólidos Solúveis Totais – SST (°Brix)

Os valores de SST foram determinados com o uso de refratômetro portátil modelo RM T32 Atc. O aparelho foi calibrado com água destilada e em seguida, o mosto foi distribuído sobre o prisma obtendo-se a leitura direta em °Brix.

### 3.1.7.2 Acidez Total Titulável – ATT

Na determinação da ATT, foram utilizados 5,0 ml de mosto, 75,0 ml de água destilada e 100 µL de fenolftaleína (1%). Com auxílio de uma bureta eletrônica a solução foi titulada com hidróxido de sódio (NaOH 0,1 N) até a mudança de coloração.

## 3.1.8 Avaliações da produtividade

Os componentes de produtividade dos quatro cultivares ‘Calandro’, ‘Helios’, ‘Prior’ e ‘Regent’ foram determinados no dia da colheita, a partir da pesagem dos cachos ( $\text{kg.planta}^{-1}$ ), a partir de cinco plantas por parcela, definidas por meio de sorteio aleatório. A ocorrência de geada tardia em 23/out./2017 ocasionou abortamento floral nos cultivares ‘Aromera’ e ‘Baron’, prejudicando as avaliações de produtividade, sendo as mesmas, não realizadas.

A pesagem dos cachos foi realizada a campo com auxílio de uma balança digital da marca Sonaki, modelo SK-80, com precisão de 5 g. A produção por planta ( $\text{kg.planta}^{-1}$ ) levou em conta a pesagem direta dos cachos e o número de cachos por planta. A produtividade por hectare ( $\text{ton.ha}^{-1}$ ) foi obtida a partir da densidade de plantas/hectare e da produção média por cultivar. O Índice de Ravaz foi determinado a partir da relação entre o peso dos frutos/planta (kg) e o peso do material podado/planta (kg) da safra seguinte, determinando o equilíbrio e o vigor das plantas.

Em laboratório foi realizada a pesagem individual de cada cacho, e, o dimensionamento das medidas de comprimento e largura de cacho, contagem do número de bagas/cacho, medidas de comprimento e largura de 10 bagas/cacho e o peso médio de três amostras de 50 bagas/parcela. Amostras de dois cachos/planta foram retirados aleatoriamente a partir de 5 plantas de cada bloco/parcela. As pesagens foram realizadas

com auxílio de balança digital da marca Marte, modelo AD3300, com precisão de 0,1 g. Os comprimentos e larguras de cachos eram realizados com auxílio de uma régua. Os comprimentos e larguras de baga eram realizados com auxílio de um paquímetro digital marca Insize, modelo 1108-200 (0 – 200 mm).

### **3.1.9 Análise estatística**

Dados quantitativos foram submetidos ao teste Fmax para verificar heterogeneidade das variâncias ( $S^2$ ). Quando necessário os dados originais foram transformados em  $(x+0,5)^{0,5}$  para normalização dos dados, de acordo com Sokal e Rohlf (1995). Em seguida os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e ao teste de separação de médias, Student-Newman-Keusl (SNK) a 5% de probabilidade, utilizando o Software SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

## **3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.3.1 Dados meteorológicos**

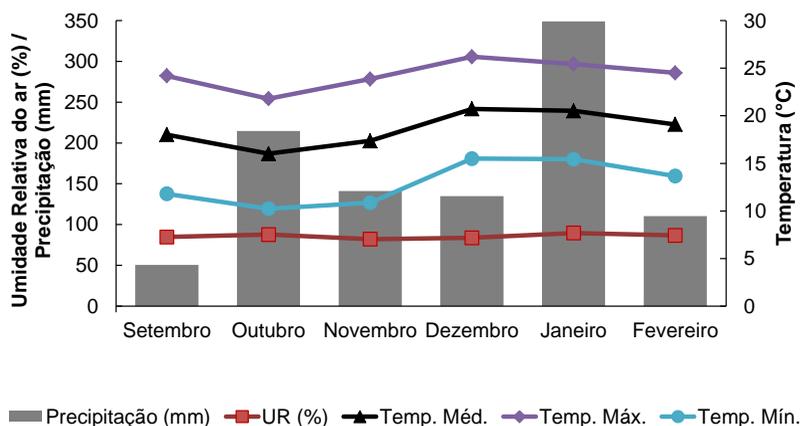
Durante o período de avaliação fenológica, de setembro a fevereiro, observou-se um volume de precipitação de 1001 mm (Figura 12). As temperaturas médias registradas no período foram de 12,9°C (mínima), 18,6°C (média) e 24,3°C (máxima). E, a umidade relativa do ar, foi de 85,7%. No mês de janeiro/2018 foi observado no local do vinhedo, maior precipitação (349,2 mm). Este evento, representa o dobro da precipitação esperada para a região nesta época e conseqüentemente, foi o mês com maior umidade relativa média do ar (89,5%). E, o menor volume de precipitação (50 mm) foi registrado no mês de setembro/2017 (Figura 12). No entanto, neste período, é considerado baixo volume, em comparação a períodos anteriores e principalmente, por ser início do ciclo da cultura, período de brotamento e de maior demanda, para os cultivares estudados.

Comparativamente, os volumes de precipitações anuais das principais regiões produtoras de vinho do mundo, variam de 300 a 1000 mm (VAN LEEUWEN, 2010). Nas regiões de elevada altitude, a exemplo do município de São Joaquim/SC, que é produtor de vinhos finos de boa qualidade enológica, a precipitação anual varia entre 1.500 a 1.800 mm (VIANNA et al.,

2016). Segundo Jackson e Lombard (1993), para a atividade vitícola, recomendam-se, locais com volumes de 700 a 800 mm de precipitação durante o ciclo fenológico total. Estes valores de precipitação, observados no presente estudo, para o ciclo 2017/18, podem ser considerados acima do normal, quando comparados com regiões vitícolas tradicionais de outros países.

A umidade relativa média do ar variou entre 82,1% (nov./2017), a 89,6% (jan./2018). A temperatura média para o período foi de 18,6°C, sendo que, a menor temperatura média foi observada em outubro (16°C), a qual teve aumento gradativo até atingir a média máxima de 26,2°C em dezembro, a partir disso foi possível observar uma baixa leve na temperatura finalizando o período com uma média de 24,5°C no mês de fevereiro.

Figura 13 - Precipitação mensal (mm), temperaturas mínima, média e máxima (°C), e umidade relativa (%), no ciclo 2017/18 para os seis cultivares PIWI (*Vitis vinifera* L.), UFSC, Campus de Curitibaanos, SC.



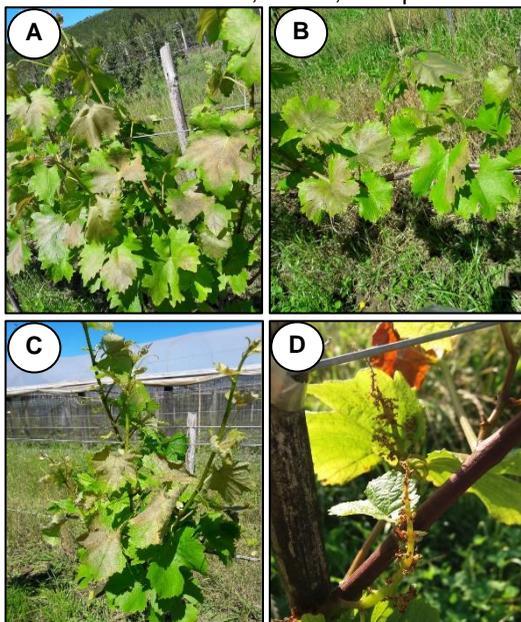
Fonte: Epagri/Ciram. Adaptado pelo autor.

A menor temperatura mínima registrada durante o ciclo, 2017/18, foi de 0,3°C no dia 23 de outubro de 2017, acarretando no fenômeno de geada tardia, os cultivares de brotação mais tardia, 'Calandro', 'Aromera', 'Baron' e 'Regent', estavam-se nos estádios fenológicos 15, 17, 19 e 23 respectivamente (ANEXO A). Nestes cultivares, observou-se danos na parte aérea das plantas, entretanto, 'Aromera' (Figura 13 A), 'Regent' (Figura 13 B) e 'Calandro' (Figura 13 C) verificaram-se maiores danos,

revelando-se, ser os materiais mais sensíveis à geada tardia e com maiores danos. Em relação à produção, 'Aromera' (Figura 13 D) e 'Baron' foram os mais sensíveis em decorrência do abortamento floral, resultando na perda total da produção.

Neste contexto, vinhedos localizados em regiões de altitudes elevadas estão suscetíveis aos fenômenos de geadas tardias, podendo causar perdas na produtividade, quando ocorrerem na primavera e sua maturação afetada quando ocorrerem no outono (JACKSON, 2001). Mandelli et al. (2003) recomendam para as regiões de altitude de Santa Catarina, o uso de videira com brotação mais tardia, desta forma reduz os riscos de danos ocasionados por geadas. Da mesma forma, Brighenti (2014), observou que os cultivares que apresentam brotação no mês de agosto e na primeira quinzena de setembro estão mais expostos ao risco de danos por geadas, considerando as regiões de altitude de Santa Catarina.

Figura 14 – Danos causados pela ocorrência de geada tardia, em 23/out/2017, nos cultivares PIWI (*V. vinifera* L.): A) parte aérea cv. 'Aromera'; B) parte aérea cv. 'Regent'; C) parte aérea cv. 'Calandro' e; D) abortamento floral cv. 'Aromera', UFSC, Campus de Curitibanos, SC.



Fonte: Autor.

### 3.3.2 Fenologia

Os estádios fenológicos avaliados para os seis cultivares PIWI, durante o ciclo 2017/18, foram PV, PF, IM e MP. Neste período, foi possível observar que o cv. 'Prior' apresentou brotação (PV) mais precoce, seguido do cv. 'Helios', em 05 e 08/set/2017, respectivamente (Tabela 2). O cv. 'Calandro' apresentou a brotação (PV) mais tardia, 22 de setembro, correspondendo a uma diferença de 17 dias, entre o mais precoce e o mais tardio.

Tabela 2 - Datas de ocorrência dos estágios fenológicos (PV, PF, IM e MP), para os cultivares PIWI (*V. vinifera* L.): 'Prior', 'Helios', 'Regent', 'Baron', 'Aromera' e 'Calandro', no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitibaanos, SC.

Cultivar	Estádio Fenológico			
	Ponta verde (PV)	Pleno Florescimento (PF)	Início da Maturação (IM)	Maturação Plena (MP)
Prior	05/set.	13/out.	26/dez.	08/fev.
Helios	08/set.	20/out.	02/jan.	02/fev.
Regent	15/set.	31/out.	05/jan.	08/fev.
Baron	15/set.	31/out.	09/jan.	08/fev.
Aromera	19/set.	10/nov.	26/jan.	22/fev.
Calandro	22/set.	09/nov.	16/jan.	08/fev.

Fonte: Autor

De acordo com Mandelli et al. (2003), os cultivares estão divididos em três grupos de acordo com a data de início da brotação: 1º precoces, quando iniciam a brotação até o dia 10 de setembro; 2º médios, quando iniciam a brotação entre 11 e 20 de setembro e; 3º tardios, quando iniciam a brotação após o dia 20 de setembro. Estes autores, também recomendam o uso de cultivares com brotação precoce para regiões com mínimo risco de ocorrência de geada tardia, enquanto que cultivares tardios são recomendados para regiões propensas a este fenômeno. Desta forma, a partir do presente estudo, na safra 2017/18, podemos considerar que, 'Helios' e 'Prior' foram cultivares precoces, 'Aromera', 'Baron' e 'Regent' cultivares médios e 'Calandro' cultivar tardio.

No presente trabalho, observou-se também que, o estágio de pleno florescimento (PF) foi atingido primeiramente por 'Prior',

de brotação mais precoce. O cv. 'Aromera', considerado médio na brotação, foi o último a atingir o pleno florescimento, praticamente junto ao cv. 'Calandro', considerado tardio na brotação. Subperíodo do início do florescimento até o início da maturação (IM), pode ser considerado, o mais crítico para a videira, tendo em vista, que é o momento que define a quantidade de uva a ser colhida na safra (MANDELLI, 2005).

Quanto ao início da maturação (IM), o primeiro a ser identificado a campo foi o cv. 'Prior' de uva tinta, iniciando já em 26/dez/2017 a mudança de cor das bagas (Tabela 2). O segundo cultivar foi 'Helios', de uva branca, com início do amolecimento das bagas em 02/jan/2018. Enquanto que, 'Aromera' foi de maturação mais atrasado com amolecimento de baga em 26/jan/2018.

A maturação plena (MP) foi atingida primeiramente pelo cv. 'Helios', com a colheita em 02/fev/2018, considerado precoce também na brotação. Para os cvs. 'Calandro', 'Prior' e 'Regent', a data de colheita foi seis dias após 'Helios', em 08/fev/2018, mesmo dia em que foi considerado a plena maturação para o cv. 'Baron'. O cv. 'Aromera' obteve a maturação plena em 22/fev/2018 (Tabela 2). Em estudo realizado por Brighenti et al. (2013), em São Joaquim, os autores classificaram os cultivares de acordo com a data média de ocorrência da maturação, sendo colheita precoce quando a mesma ocorre até 13/mar, intermediária até 11/abr e tardia até 26/abr. Seguindo a inferência deste estudo, podemos classificar os seis cultivares PIWI, como de colheita precoce para a safra 2017/18, no município de Curitiba, SC.

Neste contexto, é importante observar que, o subperíodo do início da maturação até a maturação plena, define a qualidade da uva produzida. Neste intervalo de tempo, são esperados dias ensolarados e de pouca precipitação. Estas condições permitem obter frutos sadios, livres de podridões e com uma relação açúcar/acidez equilibrada. Que entre outros componentes, são fatores primordiais para a elaboração de vinhos finos com qualidade enológica (MANDELLI, 2005; TEIXEIRA; MOURA; ANGELOTTI, 2010).

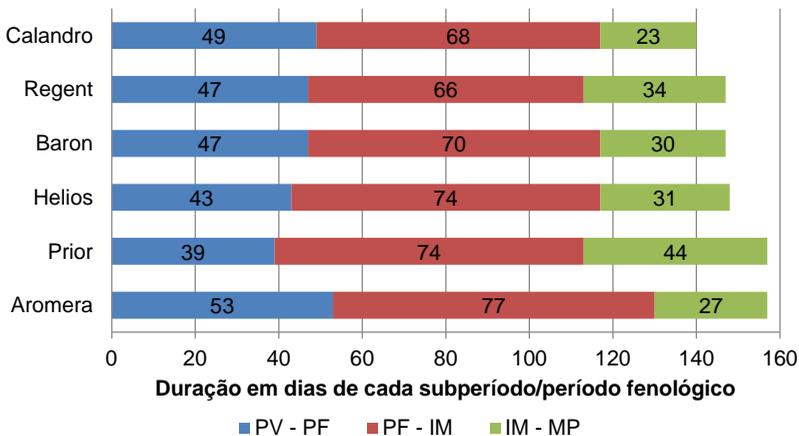
No presente trabalho, o cv. 'Aromera' apresentou o maior subperíodo (53 dias) de PV – PF (Figura 14). Enquanto que, 'Prior' apresentou o menor número (39 dias), ou seja, diferença de 14 dias entre estes dois cultivares, quando comparados aos

demais cultivares avaliados, onde a variação foi de 43 a 49 dias (Figura 14).

Para o subperíodo caracterizado do PF – IM, o cv. ‘Aromera’ apresentou novamente a maior duração (77 dias) e, ‘Regent’ com o menor número de dias (66 dias), uma diferença de 11 dias entre os cultivares. E, nos demais cultivares o subperíodo, variou de 68 a 74 dias (Figura 14).

Para o subperíodo de IM – MP é possível observar a menor duração para o cv. ‘Calandro’ (23 dias) e, a maior duração para o cv. ‘Prior’ (44 dias), havendo uma diferença de 21 dias para este subperíodo. Para os demais cultivares o subperíodo de IM – MP foi de 27 a 34 dias (Figura 14).

Figura 15 - Duração cronológica em dias para cada subperíodo/período fenológico (PV – Ponta Verde; PF – Pleno Florescimento; IM – Início da Maturação; MP – Maturação Plena), para os cultivares PIWI (V. *vinifera* L.): ‘Aromera’, ‘Baron’, ‘Calandro’, ‘Helios’, ‘Prior’ e ‘Regent’, no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitibaanos, SC.



Fonte: Autor.

A duração do ciclo fenológico (PV a MP), para os seis cultivares PIWI, no município de Curitibaanos, SC, foi de 140 dias (‘Calandro’) há 157 dias (‘Aromera’), variação de apenas 17 dias, de acordo com a escala de Eichhorn & Lorenz (1977), para o ciclo 2017/18.

De acordo com Jones (1997) e Andreini; Viti; Scalabrelli (2009), podem haver variações nas datas de ocorrência dos

estádios fenológicos entre materiais oriundos de programas de melhoramento genético e para cada ano produtivo. Este fator, pode ser explicado pela estreita relação entre o genótipo e o ambiente, o que envolve o clima e a posição geográfica da região do vinhedo.

### 3.3.3 Índice Bioclimático e Requerimento Térmico

Utilizando a equação do Índice de Winkler, por meio das temperaturas registradas entre os meses de outubro a abril de 2017/18, o município de Curitibaanos, SC, apresentou um somatório de 1.881,9 GD. Dessa forma, Curitibaanos é classificado como “Região III” pelo Índice de Winkler. Condições semelhantes foram encontradas por Simon (2014) e Campos (2016), para o município de Campo Belo do Sul, SC, distante 70 km em linha reta de Curitibaanos. Local também classificado pelo Índice de Winkler como “região III” nos dois estudos. Inúmeras regiões vinícolas renomadas no mundo apresentam a mesma classificação térmica que Curitibaanos, SC, é o caso do Vale do Rhône na França, Napa e Sonoma nos Estados Unidos (HALL; JONES, 2010). A “região III” é caracterizada por apresentar clima moderadamente quente, favorecendo a produção de uvas, com teor adequado de açúcar e baixo de ácido.

No presente estudo, os requerimentos térmicos para os seis cultivares PIWI, no período de PV a MP, acumularam entre 1.206,2 e 1.360,1 GD, segundo o Índice de Winkler (Figura 15). O cv. ‘Prior’ apresentou a menor exigência térmica (291,5 GD) para o subperíodo compreendido de PV - PF, enquanto ‘Aromera’ exigiu a maior exigência térmica (346,1 GD). Miranda (2017), também observou a maior exigência térmica do cv. ‘Aromera’ (245,5 GD) para este subperíodo.

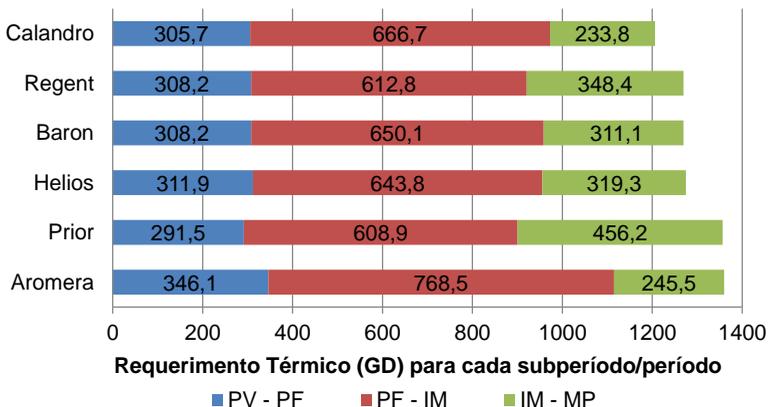
Para o subperíodo de PF – IM, o cv. ‘Prior’ apresentou a menor exigência térmica (608,9 GD). Valores semelhantes foram observados no cv. ‘Regent’ (612,8 GD) e, ‘Aromera’ acumulou a maior exigência térmica (768,5 GD; Figura 15). Observou-se também que, para o subperíodo compreendido entre o IM – MP o cv. ‘Calandro’ apresentou a menor exigência térmica (233,8 GD), enquanto que ‘Prior’ apresentou maior exigência térmica (456,2 GD).

Para completar o ciclo de PV a MP, o cv. ‘Calandro’ acumulou o menor requerimento térmico (1.206,2 GD), enquanto

que, 'Aromera' exigiu o maior requerimento térmico (1.360,1 GD; Figura 15). E, os cvs. 'Regent' (1.269,4 GD), 'Baron' (1.269,4 GD) e 'Helios' (1.275,0 GD) apresentaram exigências térmicas semelhantes para completar o ciclo.

No município de Urussanga, SC, classificado como região V, pelo Índice de Winkler, Miranda (2017) obteve valores de requerimento térmico que variaram de 1.167,3 (Helios) a 1.336,0 GD (Baron), quando avaliaram o mesmo período fenológico, porém, no ciclo 2016/17. Essa diferença de exigência térmica entre os municípios é explicada pelas variáveis climáticas e geográficas de cada local, assim como, a interação genótipo/ambiente. Utilizando o mesmo Índice de Winkler, Campos (2016), obteve a exigência térmica dos cvs. 'Chardonnay' (precoce) e 'Vermentino' (tardio), de 1.374,0 e 1.599,0 GD, respectivamente, também na região da serra catarinense, no ciclo 2014/15. Brighenti et al. (2013) observou no cv. 'Carbenet Sauvignon' exigência térmica de 1.430,0 GD dia em São Joaquim, SC. É possível observar uma exigência térmica bem maior de estes cultivares viníferos quando comparados aos cultivares PIWI testados em Curitiba.

Figura 16 - Requerimento térmico (GD) através do Índice de Winkler para os cultivares PIWI (*V. vinifera* L.): 'Aromera', 'Baron', 'Calandro', 'Helios', 'Prior' e 'Regent', em cada subperíodo/período fenológico (PV – Ponta Verde; PF – Pleno Florescimento; IM – Início da Maturação; MP – Maturação Plena), no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitiba, SC.



Fonte: Autor.

Os dados do ciclo fenológico e requerimento térmico (GD) de PV a MP para os seis cultivares são apresentados na Tabela 3. É possível visualizar a data inicial e final e a duração em dias para cada subperíodo/período calculados pelo Índice de Winkler.

Considerando o Método M3.3 (TOMAZETTI et al., 2015), para o cálculo do requerimento térmico foi possível observar uma maior soma térmica acumulada para todos os seis cultivares PIWI, em cada subperíodo e período (Figura 16), quando comparado ao Índice de Winkler. O cv. 'Aromera' apresentou a necessidade de acúmulo térmico (1.653,6 GD) para completar seu ciclo, enquanto que 'Calandro' foi o menor (1.444,6 GD). Para o subperíodo PV – PF, o maior acúmulo térmico é observado no cv. 'Aromera' (468,7 GD), enquanto o menor no cv. 'Prior' (311,4 GD). No subperíodo de PF – IM o cultivar com maior soma térmica foi 'Aromera' (846,7 GD) e o menor 'Regent' (711,4 GD). Do IM à MP, o cv. 'Prior' (528,6 GD) apresentou a maior soma térmica para este subperíodo, enquanto 'Calandro' (287,1 GD) a menor.

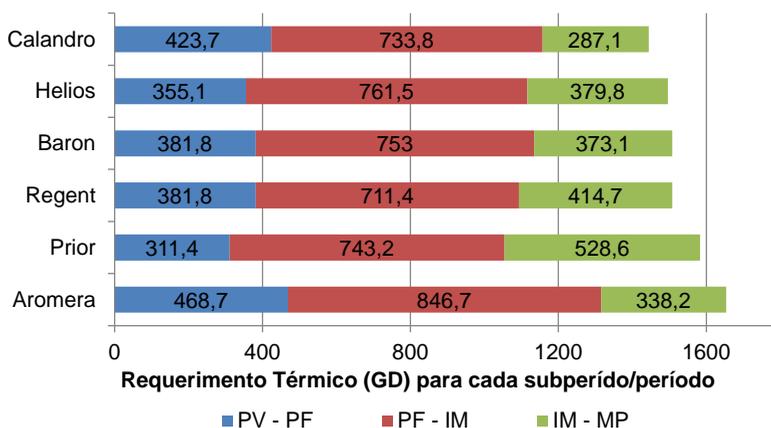
Tabela 3 – Determinação do ciclo fenológico (dias) e do requerimento térmico (GD) para os principais subperíodos/períodos fenológicos (PV – Ponta Verde; PF – Pleno Florescimento; IM – Início da Maturação; MP – Maturação Plena) para os cultivares PIWI (*V. vinifera* L.): ‘Calandro’, ‘Regent’, ‘Baron’, ‘Helios’, ‘Prior’ e ‘Aromera’, no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitibanos, SC.

Cultivar	Subperíodo/ Período Fenológico					Cultivar	Subperíodo/ Período Fenológico				
	Início	Fim	Dias	GD	Período Fenológico		Início	Fim	Dias	GD	Período Fenológico
Calandro	PV - PF	22/set	09/nov	49	305,7		PV - PF	08/set	20/out	43	311,9
	PF - IM	10/nov	16/jan	68	666,7		PF - IM	21/out	02/jan	74	643,8
	IM - MP	17/jan	08/fev	23	233,8	Helios	IM - MP	03/jan	02/fev	31	319,3
	<b>PV - MP</b>	<b>05/set</b>	<b>08/fev</b>	<b>140</b>	<b>1.206,2</b>		<b>PV - MP</b>	<b>01/set</b>	<b>02/fev</b>	<b>148</b>	<b>1.275,0</b>
Regent	PV - PF	15/set	31/out	47	308,2		PV - PF	06/set	13/out	39	291,5
	PF - IM	01/nov	05/jan	66	612,8		PF - IM	14/out	26/dez	74	608,9
	IM - MP	06/jan	08/fev	34	348,4	Prior	IM - MP	27/dez	08/fev	44	456,2
	<b>PV - MP</b>	<b>05/set</b>	<b>08/fev</b>	<b>147</b>	<b>1.269,4</b>		<b>PV - MP</b>	<b>01/set</b>	<b>08/fev</b>	<b>157</b>	<b>1.356,6</b>
Baron	PV - PF	15/set	31/out	47	308,2		PV - PF	19/set	10/nov	53	346,1
	PF - IM	01/nov	09/jan	70	650,1		PF - IM	11/nov	26/jan	77	768,5
	IM - MP	10/jan	08/fev	30	311,1	Aromera	IM - MP	27/jan	22/fev	27	245,5
	<b>PV - MP</b>	<b>05/set</b>	<b>08/fev</b>	<b>147</b>	<b>1.269,4</b>		<b>PV - MP</b>	<b>05/set</b>	<b>22/fev</b>	<b>157</b>	<b>1.360,1</b>

Fonte: Autor.

Na comparação entre os dois métodos de cálculo, o Método M3.3 apresenta maior acúmulo térmico na média dos subperíodos, PV – PF, PF – IM, IM – MP, sendo respectivamente de 75,2, 99,8 e 67,8 GD a mais, que o outro método. Entretanto, em ‘Helios’ foi observado a menor diferença (221,4 GD) pelo método M3.3, período PV a MP. Com a utilização do Método M3.3, em seis cultivares PIWI no município de Urussanga, SC, para o período de PV a MP, Miranda (2017) observou o maior requerimento térmico do cultivar ‘Baron’ (1.198,9 GD), e o menor par o cultivar ‘Helios’ (1.080,7 GD).

Figura 17 - Requerimento térmico (GD), calculado através do Método M3.3 para os seis cultivares PIWI (*V. vinifera* L.): ‘Aromera’, ‘Baron’, ‘Calandro’, ‘Helios’, ‘Prior’ e ‘Regent’, em cada subperíodo/período fenológico (PV – Ponta Verde; PF – Pleno Florescimento; IM – Início da Maturação; MP – Maturação Plena), no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitiba, SC.



Fonte: Autor.

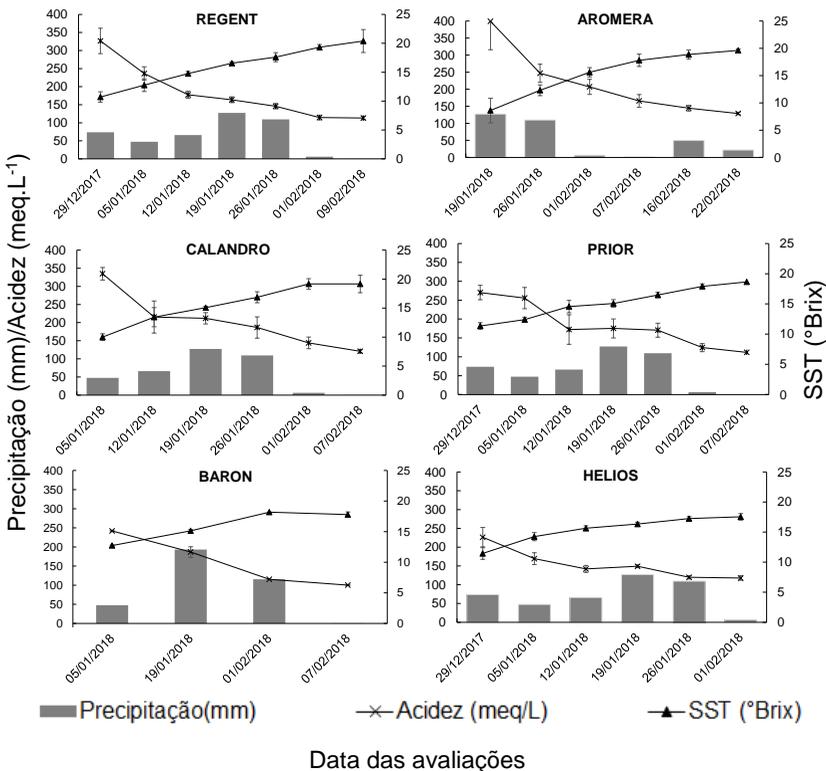
O Método M3.3 apresentou menor variabilidade nas médias de soma térmica no subperíodo de IM – MP, época em que as temperaturas de ar atingem frequentemente a Tot e a TB. De acordo com Tomazetti et al. (2015), esse método apresenta vantagens quando comparado aos demais, especialmente por considerar as três temperaturas cardinais.

Estes resultados demonstram que o requerimento térmico é influenciado pelas características de cada cultivar e as condições climáticas de cada região de implantação do vinhedo.

### 3.3.4 Avaliação dos Sólidos Solúveis Totais (SST)

A evolução dos teores de SST (°Brix) dos seis cultivares PIWI, avaliados do IM a MP, no ciclo 2017/18, permaneceu ascendente, com acúmulo gradual dos SST (Figura 17). Porém, 'Baron' na última avaliação resultou em valor menor do SST (17,8 °Brix), provavelmente, foi influenciado pela amostragem, da baixa produção de bagas, em virtude da ocorrência de geada tardia.

Figura 18 - Evolução dos teores de sólidos solúveis totais – SST (°Brix), evolução da acidez total titulável – ATT (mEq. L<sup>-1</sup>) e precipitações pluviométricas entre datas, para os cultivares PIWI (*V. vinifera* L.): 'Regent', 'Aromera', 'Calandro', 'Prior', 'Baron' e 'Helios', no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitibaanos, SC.



Fonte: Autor.

No momento da colheita e/ou MP, o maior e significativo ( $p < 0,05$ ), teor de SST foi obtido com o cultivar 'Regent' (20,4 °Brix), diferindo dos cultivares 'Baron' (17,7 °Brix) e 'Helios' (17,5 °Brix), porém, em relação aos demais cultivares não foram observadas diferenças estatísticas (Tabela 4).

No município de Urussanga, SC (49 m de altitude), Miranda (2017) observou menores teores de SST, no ciclo 2016/17 e o cultivar 'Prior' apresentou o maior teor de SST (17,5 °Brix). Este valor foi obtido no cv. 'Helios', de menor teor de SST, obtido no presente estudo. Comparativamente, aos municípios de Campo Belo do Sul e São Joaquim, no ciclo 2012/13, foi observado valores superiores de SST com 'Merlot' (21,6 e 19,0 °Brix) e com 'Cabernet Sauvignon' (19,5 e 20,1 °Brix), respectivamente (SIMON, 2014). Estes trabalhos corroboram de que os cultivares PIWI testados no presente estudo, apresentam teores próximos dos cultivares viníferos implantados em regiões próximas.

Tabela 4 - Parâmetros da maturação tecnológica na colheita, SST (°Brix) e acidez ( $\text{mEq/L}^{-1}$ ) para os cultivares PIWI (*V. vinifera* L.): 'Regent', 'Aromera', 'Calandro', 'Prior', 'Baron' e 'Helios', no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitiba, SC.

Maturação Tecnológica	Cultivares						C.V. (%)
	Regent	Aromera	Calandro	Prior	Baron	Helios	
SST (°Brix)	20,4 a	19,6 ab	19,2 ab	18,6 ab	17,7 b	17,5 b	6,5
Acidez ( $\text{meq.L}^{-1}$ )	113,3 bc	128,7 a	120,7 b	111,8 c	100,2 d	117,7 bc	3,6

Médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste SNK ( $p < 0,05$ ). Dados transformados em  $(x+0,5)^{0,5}$ . Fonte: Autor.

O teor de açúcar na uva pode variar em relação ao cultivar, nível de maturação e sanidade, sendo que, para a elaboração de vinhos finos é recomendado que os SST estejam acima de 18 °Brix (JACKSON, 2008). Porém, o indicado é entre 19 e 25 °Brix (GRIS et al., 2010). Quando comparados ao presente estudo, somente os cultivares PIWI 'Baron' e 'Helios' não atingiram os padrões recomendados. Fator, provavelmente, influenciado pela ocorrência de precipitação de 115,6 mm, no período de 15 dias anteriores à colheita do cv. 'Helios', bem como, baixa produção cv. 'Baron'.

### 3.3.5 Acidez Total Titulável (ATT)

As evoluções da ATT ( $\text{mEq.L}^{-1}$ ), durante as avaliações da maturação tecnológica, dos seis cultivares PIWI, avaliados no presente trabalho, apresentaram-se inversamente proporcional aos valores de SST e de forma decrescente ao longo do período do ciclo 2017/18 (Figural 17). No período que antecede a colheita espera-se que a temperatura e a incidência de radiação solar sejam elevadas e, principalmente, no período ocorram baixos volumes de precipitações. Estes fatores contribuem para a redução do teor de ácido tartárico e maior acúmulo de SST nas bagas, como observados nos cultivares ‘Cabernet Sauvignon’ e ‘Alicante’ (JUBILEU, SATO, ROBERTO, 2010). Da mesma forma, a ocorrência de maior acúmulo e intensidade de radiação solar global durante a fase de maturação, pode favorecer maior intensidade da coloração da uva e, este fator é observado no Planalto Catarinense (VIEIRA et al., 2011).

Por outro lado, a ocorrência de temperaturas mais baixas e precipitações contínuas observaram-se, maiores teores de ácido tartárico e menores de SST em *V. vinifera*, cv. IAC 138-22 ‘Máximo’ (PEDRO JÚNIOR. et al., 2014). No presente trabalho, foi observada a ocorrência de um volume maior de precipitação (115,6 mm), 15 dias anteriores à colheita do cv. ‘Helios’, fator que, pode ter proporcionado valores de SST menores e ATT maior (Figura 17), quando comparado aos demais cultivares PIWI.

Em relação aos teores de acidez na data da colheita, a maior acidez foi registrada no cv. ‘Aromera’ ( $128,7 \text{ mEq/L}^{-1}$ ), diferindo estatisticamente pelo teste SNK ( $p < 0,05$ ). Enquanto que o cultivar ‘Baron’ apresentou a menor acidez ( $100,2 \text{ mEq/L}^{-1}$ ) (Tabela 4).

Os valores desejáveis de ATT para a produção de vinhos finos de qualidade, variam entre  $90,0$  e  $120,0 \text{ mEq.L}^{-1}$ , valores de acidez superiores, necessitam de uso de fermentação malolática ou ajuste da acidez do mosto antes do processo de vinificação (MILLER, 2009; ALLEBRANDT, 2012). Para Brasil (1988), teores aceitáveis de acidez total, ficam entre  $55,0$  e  $130,0 \text{ mEq/L}^{-1}$ , portanto, todos os cultivares PIWI apresentam valores de acidez aceitável para elaboração de vinhos finos de qualidade.

Os valores de SST e ATT dos cultivares PIWI, observados no presente estudo, condizem com trabalhos de Simon (2014),

Campos (2016) e Zanguelini (2018). De acordo com Brighenti et al. (2013), a redução de ATT está relacionada com a taxa de respiração da baga. O aumento dos teores de SST e a redução da ATT é uma característica importante, principalmente, quando se combina resistência, desempenho vitícola e qualidade enológica (JACKSON; LOMBARD, 1993), é o caso dos cultivares PIWI avaliados neste estudo.

### **3.3.6 Avaliações da produtividade**

A maior produtividade ( $4.087,1 \text{ kg/ha}^{-1}$ ), produção por planta ( $1,5 \text{ kg/planta}^{-1}$ ) e peso de ramos da poda de frutificação ( $0,9 \text{ kg.planta}^{-1}$ ), foi observado no cv. 'Helios' (Tabela 5). Comparativamente, o cv. 'Helios' difere, significativamente, pelo teste SNK ( $p < 0,5$ ) de 'Prior' (Figura 18 D) que, resultou em menor produtividade ( $1.856,5 \text{ kg/ha}^{-1}$ ), produção por plantas ( $0,7 \text{ kg.planta}^{-1}$ ) e ramos podados ( $0,2 \text{ kg.planta}^{-1}$ ). Para produtividade ( $\text{kg/ha}^{-1}$ ), 'Helios' ( $4.087,1$ ; Figura A), 'Calandro' ( $2.790,5 \text{ kg/ha}^{-1}$ ; Figura B) e 'Regent' ( $2.575,2$ ; Figura 18 C), não diferem significativamente, assim como, para produção por planta ( $\text{kg/planta}^{-1}$ ) (Tabela 5).

Tabela 5 - Valores médios dos índices de produtividade para os cultivares PIWI (*V. vinifera* L.): 'Helios', 'Calandro', 'Regent' e 'Prior', no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitibanos, SC.

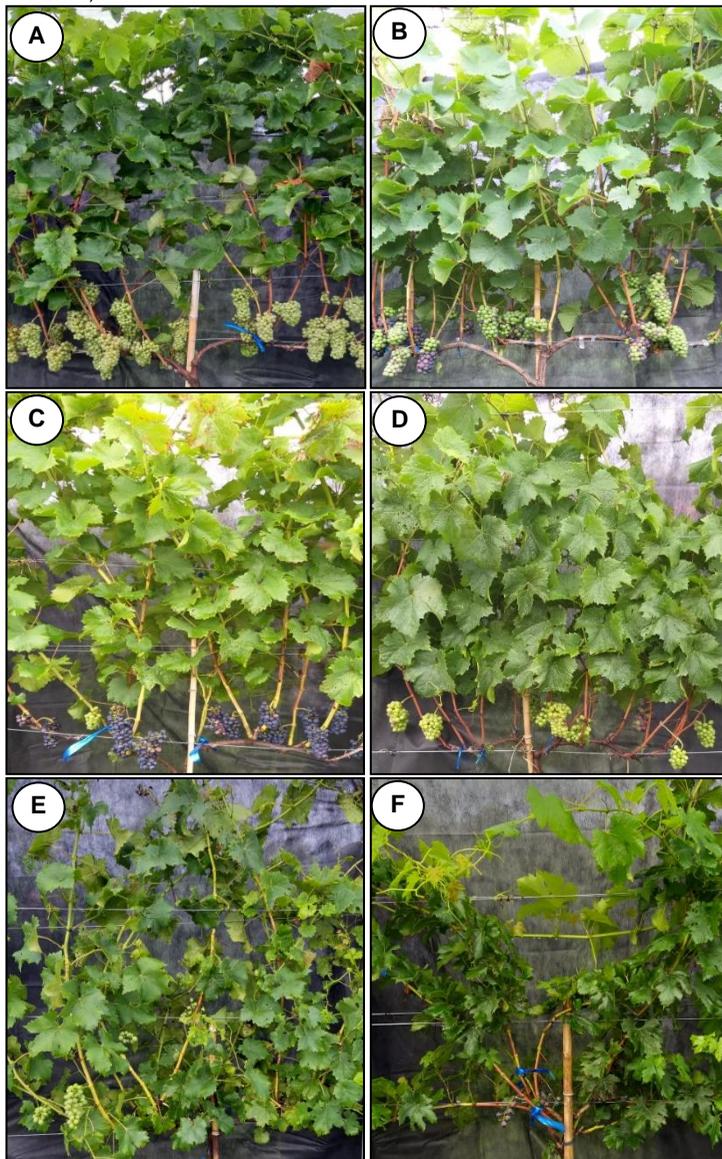
Índices de Produtividade	Cultivares				
	Helios	Calandro	Regent	Prior	C. V. (%)
Produtividade (kg/ha <sup>-1</sup> )	4.087,1 a	2.790,5 ab	2.575,2 ab	1.856,5 b	16,7
Produção (kg/planta <sup>-1</sup> )	1,5 a	1,0 ab	0,9 ab	0,7 b	11,7
Nº de ramos	13,5 a	8,9 a	8,3 a	8,1 a	12,6
Ramos podados (kg.planta <sup>-1</sup> )	0,9 a	0,5 b	0,7 ab	0,2 c	8,4
Cachos/planta	18,4 a	16,7 a	16,3 a	9,7 a	13,8
Peso de cacho (g)	93,6 a	85,1 a	66,5 b	77,7 ab	6,1
Comp. cacho (cm)	11,4 a	9,7 a	11,9 a	11,1 a	5,2
Larg. cacho (cm)	6,2 a	5,8 a	5,3 a	6,0 a	5,7
Bagas/cacho	81,1 a	61,3 b	47,1 b	59,7 b	7,8
Comp. baga (mm)	12,2 a	12,6 a	12,5 a	12,8 a	1,7
Larg. baga (mm)	12,3 b	13,3 a	12,9 b	12,1 b	1,4
Peso 50 bagas (g)	59,2 b	76,0 a	77,4 a	65,2 b	4,4
Índice de Ravaz	1,7 b	2,4 ab	1,4 b	3,9 a	17,0

Médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste SNK ( $p < 0,05$ ). Dados transformados em  $(x+0,5)^{0,5}$ .

Fonte: Autor.

A avaliação de produtividade não foi realizada para os cvs. 'Aromera' (Figura 18 E) e 'Baron' (Figura 18 F) devido à ocorrência de geada tardia. Nessa data, as plantas se encontravam entre os estádios fenológicos 15 e 17 (Anexo A), levando ao abortamento das flores, além disso, o cultivar 'Baron' nas condições de campo apresenta dificuldade na formação da planta, sendo uma resposta acondicionada a adaptação genótipo/ambiente.

Figura 19 - Aspecto geral do dossel e da produção dos cultivares PIWI (*V. vinifera* L.): (A) 'Helios'; (B) 'Calandro'; (C) 'Regent'; (D) 'Prior'; (E) 'Aromera' e; (F) 'Baron', no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitibanos, SC.



Fonte: Autor.

Em estudo realizado em São Joaquim, SC, Brighenti et al. (2011) avaliaram a produtividade do cv. 'Cabernet Sauvignon' em um vinhedo de 5 anos, com espaçamento de 3,0 m x 1,5 m, durante os ciclos 2007/08 e 2008/09, obtendo respectivamente as produtividades de 10,5 ton/ha<sup>-1</sup> e 6,7 ton/ha<sup>-1</sup>. Simon (2014) avaliou dois vinhedos no ciclo 2012/2013, ambos implantados no ano de 2006 nos municípios de Campo Belo do Sul (espaçamento 3,0 m x 1,0 m) e São Joaquim, SC (espaçamento 3,0 m x 1,5 m), obtendo a produtividade, respectivamente de 10,6 e 4,8 ton/ha<sup>-1</sup> para o cv. 'Merlot'. Embora esses valores citados sejam maiores que os descritos neste trabalho e haja diferença de idade e espaçamento entre os vinhedos, espera-se que com o passar dos anos a produção dos cultivares PIWI aumente, tendo em vista que é apenas o segundo ano de produção.

Para nº de cachos/planta, nº de ramos/planta, comprimento de cacho (cm), largura de cacho (cm) e comprimento de baga (mm), os quatro cultivares não demonstraram diferença estatística entre si. É possível observar a campo, que o número de gemas reprodutivas deixadas na poda determina o número de cachos de cada cultivar, influenciando na produção final (ton/ha<sup>-1</sup>).

O maior peso de cacho foi do cv. 'Helios' (93,6 g), entretanto, não diferiu estatisticamente, do cv. 'Calandro' (85,1 g), porém, diferiu do cv. 'Regent' (66,5 g) que apresentou o menor peso por cachos.

O maior número de bagas foi encontrado no cv. 'Helios' (81,1) diferindo significativamente entre os demais cultivares, os quais não diferiram entre si quando comparados.

A largura da baga (mm) e o peso de 50 bagas (g) não apresentou diferença significativa entre os cvs. 'Calandro' (13,3 mm e 76,0 g) e 'Regent' (12,9 mm e 77,4 g), entretanto, apresentou diferenças significativas quando comparados 'Calandro' e 'Regent' com 'Helios' e 'Prior'. De acordo com Conde et al. (2007), o tamanho das bagas determina a qualidade da uva vinífera, destacando que bagas menores apresentam maior relação soluto/solvente e, conseqüentemente, maior probabilidade de extração de minerais, antocianinas e outros compostos fenólicos durante a maceração das cascas.

O índice de Ravaz, utilizado como parâmetro para estabelecer o equilíbrio e vigor das plantas, para ambos os

cultivares registrou valores menores que 4, o que indica segundo Yuste (2005) vigor excessivo da planta (Tabela 5).

Embora não tenha sido avaliado os danos por podridão cinzenta (*Botrytis cinerea*), todos os cultivares PIWI avaliados apresentaram danos, entretanto nos mais suscetíveis a esta doença as bagas foram retiradas e pesadas, sendo esses dados considerados nos cálculos de produção. O cv. 'Calandro' mostrou-se o mais suscetível, seguido por 'Helios', nos cvs. 'Prior' e 'Regent' pouco se identificou. Essa doença desenvolve principalmente em cultivares onde o cacho é muito compacto, apresentando maiores danos em épocas de colheita com período chuvoso, coincidindo com a época de colheita do cultivar 'Helios' neste estudo. De acordo com o código de descritores de compacidade de cacho, OIV 204, 'Calandro' apresentou cacho muito compacto, 'Helios' e 'Prior' compacto e 'Regent' solto para as avaliações no ciclo 2017/18, na área experimental da UFSC, Campus de Curitibanos, SC.

### 3.4 CONCLUSÕES

Os cultivares de videira PIWI, de acordo com a brotação podem ser classificados em precoce ('Helios' e 'Prior'), médios ('Aromera', 'Baron' e 'Regent') e, tardio ('Calandro'). O cv. 'Calandro' apresentou o menor ciclo fenológico enquanto 'Aromera' apresentou o maior, com diferença de 17 dias.

O índice de Winkler classificou Curitibanos, SC, no ciclo 2017/18, como região III, região moderadamente quente, de 1667 a 1944 GD entre os meses de outubro a abril. Para a soma térmica, o cv. 'Calandro' exigiu o menor requerimento térmico para completar seu ciclo de PV a MP, enquanto 'Aromera' o maior, com diferença de 153,9 GD.

Embora o método de soma térmica M3.3 considere temperaturas mínima, média e máxima e, temperaturas de base inferior, ótima e superior, o Índice de Winkler está entre os mais utilizados no mundo, demonstrando total confiabilidade no seu uso.

Todos os cultivares avaliados atingiram a maturação plena, demonstrando que Curitibanos apresenta soma térmica suficiente para completar o ciclo.

O cv. 'Helios' apresentou a maior produtividade e a melhor condição de adaptação genótipo/ambiente. Embora,

precipitações anteriores à colheita afetaram a relação SST/ATT e aumentaram a severidade de *B. cinerea*.

O Índice de Ravaz indicou vigor excessivo das plantas para os quatro cultivares PIWI avaliados. Acredita-se no aumento da produção de todos os cultivares nos ciclos seguintes, tendo em vista que é apenas o segundo ano de produção destes cultivares.

A ocorrência de geada tardia prejudicou as avaliações de produtividade dos cultivares 'Aromera' e 'Baron', mostrando-se como materiais sensíveis a geadas. Além disso, 'Baron' apresenta dificuldade na formação da planta, acondicionando a resposta ao genótipo/ambiente.

## REFERÊNCIAS

- ALLEBRANDT, R. **Caracterização da maturação e composição das uvas ‘Cabernet sauvignon’ e ‘Merlot’ produzidas em são Joaquim-SC**. 2012. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES, J. L. G. de; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, Dez. 2013.
- ANDREINI, L.; VITI, R.; SCALABRELLI, G. Study on the morphological evolution of bud break in *Vitis vinifera* L. **Vitis**, [S.l.], v. 48, n. 4, p.153-158, 2009.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A. A.; SCHLEMPER, C. Desempenho vitivinícola da Cabernet Sauvignon sobre diferentes porta-enxertos em região de altitude

de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, p. 96-102, 2011.

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.

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.

CAMPOS, T. C. **Comportamento viti-enológico das variedades 'Chardonnay' e 'Vermentino' para elaboração de vinhos espumantes pelo método tradicional na serra catarinense**. 2016. 151 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

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.

CQFS - Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de Calagem e Adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2016. 376p.

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.

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

FALCÃO, L. D.; REVEL, G.; PERELLO, M. C.; MOUTSIU, A.; ZANUS, M. C.; BORDIGNON LUIZ, M. T. Survey of Seasonal Temperatures and Vineyard Altitude Influences on 2-Methoxy-3-isobutylpyrazine, C13-Norisoprenoids, and the Sensory Profile of Brazilian 'Cabernet Sauvignon' Wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, p. 3605-3612, 2007.

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.

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

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. [S. I.] **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). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvasViniferasRegioesClimaTemperado/indicacoes.htm>>. Acesso em: 08 Jan. 2019.

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.

IBGE, LSPA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – junho 2018**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>. Acesso em: 01 Ago. de 2018.

JACKSON, D. I.; LOMBARD, P. B. Environmental and management practices affecting grape composition and wine

quality: a review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 44, p. 409- 430, Jan. 1993.

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

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

JONES, G. V.; DAVIS, R. E. Using a synoptic climatological approach to understand climate viticulture relationships. **International Journal of Climatology**, v. 20, p. 813-837, Jun. 2000.

JONES, G. V. **A synoptic climatological assessment of viticultural phenology**. 394 f. Dissertation (Ph.D. Environmental Sciences) - University of Virginia, 1997.

JUBILEU, B. da S.; SATO, A. J.; ROBERTO, S. R. Caracterização fenológica e produtiva das videiras 'Cabernet Sauvignon' e 'Alicante' (*Vitis vinífera* L.) produzidas fora de época no norte do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 451-462, Jun. 2010.

MANDELLI, F. **Comportamento Meteorológico e sua Influência na Vindima de 2005 na Serra Gaúcha**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005.

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.

MANDELLI, F.; BERLATTO, M. A.; TONIETTO, J.; BERGAMASCHI, H. Fenologia da videira na Serra Gaúcha. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 9, n. 1- 2, p. 129-144, 2003.

MILLER, M. **Wine from de inside out**. Genco Winemakers: Sonoma County, 2009. Disponível em:

<<http://www.gencowinemakers.com/docs/Acids%20Presentation.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

MIRANDA, V. **Avaliação da fenologia e maturação de variedades de videira potenciais para os Vales da Uva Goethe**. 2017. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

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

PAVLOUŠEK, P. Grapevine breeding in Central and Eastern Europe. In: **Grapevine Breeding Programs for the Wine Industry**. 2015. p. 211-244.

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.

PEDRO JÚNIOR, M. J.; HERNANDES, J. L.; BLAIN, G. C.; CAMPAROTTO, L. B. Curva de maturação e estimativa do teor de sólidos solúveis e acidez total em função de graus-dia: uva IAC 138-22 'Máximo'. **Bragantia**: Campinas, v. 73, n. 1, p.81-85, 2014.

PROTAS, J. F da S.; CAMARGO, U. A. **Vitivinicultura brasileira: panorama setorial em 2010**. Brasília, DF: SEBRAE; IBRAVIN; Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves-RS, 2011. 110 p.

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

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.

SIMON, S. **Comportamento viti-enológico das variedades 'Merlot' e 'Cabernet Sauvignon' (*Vitis vinifera* L.) em diferentes altitudes no Sul do Brasil**. 2014. 145 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F.J. **Biometry**: the principles and practice of statistics in biology research. 3. ed. New York: W. H. Freeman Company, 1995, 887 p.

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. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/CultivodaVideira\\_2ed/clima](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/CultivodaVideira_2ed/clima). Acesso em 05 jan. 2018.

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.

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. **Vinhos brasileiros de 4ª geração: o Brasil na era das indicações geográficas**. Embrapa Uva e Vinho, 2003, 8 p. (Comunicado Técnico, 45).

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.

TÖPFER, R.; HAUSMANN, L.; HARST, M.; MAUL, E.; ZYPRIAN, E.; EIBACH, R. New horizons for grapevine breeding. **Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology**. v. 5, p. 79-100, Mar. 2011.

VAN LEEUWEN C. Terroir: the effect of the physical environment on vine growth, grape ripening and wine sensory attributes. In: **Managing wine quality: Viticulture and wine quality**. 2010. p. 273-315,

VIANNA, L. F.; MASSIGNAN, A. M.; PANDOLFO, C.; DORTZBACH, D.; VIEIRA, V. F. Caracterização agrônômica e edafoclimática dos vinhedos de elevada altitude. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 15, n. 3, p.215-226, nov. 2016.

VIEIRA, H. J.; BACK, A. J.; SILVA, A. L. da.; PEREIRA, E. S. Comparação da disponibilidade de radiação solar global e fotoperíodo entre as regiões vinícolas de Campo Belo do Sul-SC, Brasil e Pech Rouge, França. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal , v. 33, n. 4, p. 1055-1065, dez. 2011 .

WINKLER, A. J. **Viticultura**. 6. ed. México: Compania 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.



## 4 CAPÍTULO 2 - RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE VIDEIRA PIWI (*V. vinifera*) AO MÍLDIO DA VIDEIRA NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO PLANALTO CENTRAL CATARINENSE

### RESUMO

Em Santa Catarina, regiões entre 900 e 1.400 metros de altitude vem se evidenciando na 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. Diante destas peculiaridades, o objetivo deste trabalho, foi avaliar a dinâmica temporal do míldio da videira em seis cultivares PIWI nas condições edafoclimáticas de Curitibanos, SC. O experimento foi conduzido na Área Experimental Agropecuária da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitibanos, Curitibanos, SC, no ciclo 2017/18. O vinhedo foi implantado em 2015, sob porta enxerto 'Paulsen 1103' e conduzido em espaldeira. Os tratamentos fitossanitários foram realizados de modo que permitissem a infecção do patógeno e conseqüentemente, a avaliação e quantificação da doença. O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados (BIC), com seis cultivares PIWI ('Aromera', 'Calandro', 'Helios', 'Prior' e 'Regent' com loco de resistência *Rpv3.1* e 'Baron' loco de resistência *Rpv10*), mais uma testemunha suscetível (UFSC-2012-1-24), sem loco de resistência. Cada unidade experimental foi constituída de dez plantas com quatro repetições. Os dados meteorológicos de dez./2017 à abr./2018 foram obtidos de uma estação meteorológica localizada a 20 m do vinhedo. A avaliação da incidência e severidade do míldio foi avaliada a cada duas semanas, a partir do aparecimento do primeiro sintoma no vinhedo. Para as avaliações foram utilizadas três plantas por repetição e marcados aleatoriamente dois ramos por planta. A incidência foi calculada levando em conta o número de folhas no ramo com ao menos uma lesão. A severidade foi avaliada utilizando a escala diagramática descrita por Buffara et al., (2014), aplicando-se a escala de porcentagem para cada folha. Para representar a epidemia, curvas de progresso da doença foram plotadas utilizando a proporção de doença *versus* o tempo, comparando a epidemia, em relação ao início do aparecimento

dos sintomas (IAS), valor máximo da incidência e severidade (Imáx e Smáx), o tempo para atingir a máxima incidência e severidade da doença (TAMID e TAMSD) e, a área abaixo da curva de progresso da incidência e severidade da doença (AACPID e AACPSD). O IAS ocorreu primeiro na testemunha, sete dias após a primeira avaliação (DAPA) e, a maior Smáx foi registrada para a testemunha, assim como, para o AACPID e AACPSD. O cultivar 'Baron' com loco de resistência *Rpv10* apresentou os menores valores para Imáx, Smáx, AACPID e AACPSD, mostrando-se, mais resistente que os demais cultivares PIWI. O modelo logístico foi o que melhor se ajustou ao progresso da severidade do míldio da videira. Todos os cultivares PIWI apresentaram menor quantidade de doença quando comparados à testemunha suscetível. Portanto, a resistência genética é uma importante estratégia a ser utilizada no manejo integrado de doenças. Além disto, pode contribuir significativamente com a redução do uso de agroquímicos, preservando o meio ambiente, a saúde dos animais e do homem e diminuindo custos de produção.

**Palavras-chave:** Cultivares PIWI. *Plasmopara viticola*. Incidência. Severidade.

### ABSTRACT

In Santa Catarina, regions between 900 and 1,400 meters of altitude has been evidenced in the production of grapes for fine quality wines. However, control of fungal diseases, especially downy mildew (*Plasmopara viticola*), raises costs for phytosanitary treatments. In view of these peculiarities, the objective of this work was to evaluate the temporal dynamics of grapevine mildew in six PIWI cultivars under the edaphoclimatic conditions of Curitiba, SC. The experiment was conducted at the Agricultural Experimental Area of the Federal University of Santa Catarina, Curitiba Campus, Curitiba, SC, in the 2017/18 cycle. The vineyard was implanted in 2015, under grafted port 'Paulsen 1103' and conducted on vertical trellis. Phytosanitary treatments were performed in a way that allowed the infection of the pathogen and, consequently, the evaluation and quantification of the disease. The experimental design was

randomized complete blocks (RCB), with six cultivars PIWI ('Aromera', 'Calandro', 'Helios', 'Prior' and 'Regent' with resistance loci *Rpv3.1* and 'Baron' resistance *Rpv10*), plus a susceptible control (UFSC-2012-1-24), without resistance loci. Each experimental unit consisted of ten plants with four replicates. The meteorological data from Dec. 2017 to Apr. 2018 were obtained from a weather station located 20 m from the vineyard. The evaluation of the incidence and severity of mildew was evaluated every two weeks from the onset of the first symptom in the vineyard. For the evaluations, three plants were used per replicate and randomly marked two branches per plant. The incidence was calculated taking into account the number of leaves in the branch with at least one lesion. The severity was evaluated using the diagrammatic scale described by Buffara et al., (2014), applying the percentage scale for each leaf. To represent the epidemic, disease progress curves were plotted using the disease versus time ratio, comparing the epidemic with respect to the onset of symptoms (BSA), maximum incidence and severity ( $I_{max}$  and  $S_{max}$ ), time to reach the maximum incidence and severity of the disease (TRMID and TRMSD), and the area below the disease incidence and severity progression curve (AUSDPC and AUSDPC). The BSA occurred first in the control, 7 days after the first evaluation (DAFE) and the highest  $S_{max}$  was recorded for the control, as well as for the AUSDPC and AUSDPC. The 'Baron' cultivar with resistance loci *Rpv10* showed the lowest values for  $I_{max}$ ,  $S_{max}$ , AUSDPC and AUSDPC, showing to be more resistant than the other PIWI cultivars. The logistic model was the one that best adjusted to the severity progress of the vine mildew. All PIWI cultivars had a lower amount of disease when compared to the susceptible control. Therefore, genetic resistance is an important strategy to be used in integrated disease management. In addition, it can contribute significantly to reducing the use of agrochemicals, preserving the environment, animal and human health, and reducing production costs.

**Keywords:** Cultivars PIWI. *Plasmopara viticola*. Incidence. Severity.

## 4.1 INTRODUÇÃO

A viticultura brasileira vem se destacando nos últimos anos, isso se dá principalmente pela expansão na área cultivada e das tecnologias empregadas na produção e elaboração de vinhos (ANJOS, 2013). Em Santa Catarina, regiões entre 900 e 1.400 metros de altitude vem se evidenciando na produção de uvas para vinhos finos de qualidade (DUARTE, 2013). A viticultura em regiões de altitude apresenta riscos e restrições que dificultam o cultivo, dentre eles, a ocorrência de geadas tardias e os custos com tratamentos fitossanitários (BRIGHENTI, 2014).

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 os cultivares de videira *Vitis vinifera* eram altamente suscetíveis à doença. 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).

Mundialmente, grandes quantidades de fungicidas são utilizados para o manejo de doenças fúngicas, aumentando os custos de produção e ocasionando riscos à saúde humana, dos animais e do meio ambiente. Preocupados com essas condições, programas de melhoramento genético em países da Europa e América do Norte estão investindo em pesquisas para o desenvolvimento de cultivares resistentes, onde se busca novos cultivares que conciliem qualidade de vinho com resistência durável as principais doenças da videira e uma viticultura com uso menos intenso de fungicidas e mais sustentável do ponto de vista ambiental e econômico.

Como alternativa ao controle do míldio, atualmente vem sendo utilizados cultivares com locos de resistência piramidados em uma mesma planta (CONSORTIUM, 2016).

Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar a dinâmica temporal do míldio da videira nos cultivares PIWI:

'Aromera', 'Calandro', 'Helios', 'Prior' e 'Regent' com loco de resistência *Rpv3.1*, 'Baron' com loco de resistência *Rpv10* e; uma testemunha suscetível (UFSC-2012-1-24) sem loco de resistência, cultivados a 1000 m de altitude, no município de Curitiba, SC, no ciclo 2017/18. Para representar a epidemia, curvas de progresso da doença foram plotadas utilizando a proporção de doença *versus* o tempo, caracterizando assim, interações entre patógeno, hospedeiro e ambiente.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.2.1 Local do experimento e delineamento experimental

O vinhedo experimental, implantado em 2015, foi conduzido na Área Experimental Agropecuária da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Campus de Curitiba, SC. O vinhedo está localizado nas coordenadas 27°16'25" S, 50°30'11" W, altitude de 1000 m e conduzido em sistema de espaldeira com espaçamento entre fileiras de 3,0 m e entre plantas de 1,20 m, totalizando 2,777 plantas.ha<sup>-1</sup>. O tipo de solo do local é caracterizado com Cambissolo Húmido Alítico Léptico (EMBRAPA, 2004) e o clima da região dentro da classificação de Köppen é Cfb (ALVARES et al., 2013). O delineamento experimental utilizado no vinhedo foi em blocos inteiramente casualizados (BIC), com quatro repetições e dez plantas por repetição. As avaliações foram realizadas no ciclo 2017/18.

### 4.2.2 Material vegetal

Seis cultivares PIWI de *V. vinifera* L. ('Aromera', 'Baron', 'Calandro', 'Helios', 'Prior' e 'Regent') que conciliam resistência ao míldio da videira (*P. viticola*), com elevado potencial enológico foram utilizados como material vegetal. E, o genótipo UFSC-2012-1-24, sem loco de resistência ao míldio, foi utilizado como testemunha suscetível. Os cvs. 'Aromera', 'Calandro', 'Helios', 'Prior' e 'Regent' apresentam o loco de resistência *Rpv3.1*, enquanto que o cv. 'Baron' apresenta loco *Rpv10*. Todos os cultivares e a testemunha suscetível foram enxertados sobre o porta-enxerto 'Paulsen 1103'.

### **4.2.3 Monitoramento climático**

O monitoramento climático neste estudo foi acompanhado diariamente durante todo o ciclo 2017/18, entretanto, para as avaliações da incidência e severidade da doença, os dados foram analisados de dezembro/2017 até a primeira semana de abril/2018. Os dados médios de temperatura (Méd., Mín. e Máx.), umidade relativa do ar e, a soma de precipitação, foram relacionados aos períodos anteriores (14 dias), durante à avaliação da doença a campo. Os registros foram obtidos de uma estação meteorológica automática (Davis Pro2-6153; Onset Computer Corp., Pocasset, MA, Estados Unidos) da Epagri/CIRAM, localizada à 20 m do vinhedo.

### **4.2.4 Avaliações a campo da incidência e severidade da doença**

A incidência e severidade do míldio, sob condições de infecção natural da doença no vinhedo, foram avaliadas a cada duas semanas (total de 9 avaliações) a partir do início do aparecimento do primeiro sintoma (IAS) até atingir mais de 50% de queda das folhas. O IAS foi caracterizado como tempo zero (dezembro/2017) e a queda das folhas (abril/2018), quando um dos cultivares e/ou na testemunha caiu mais de 50% das folhas do ramo.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados (BIC) com sete tratamentos (seis cultivares PIWI e testemunha suscetível). Cada unidade experimental constituída de três plantas (preferencialmente, meio da parcela, marcadas), e dois ramos/plantas, com quatro repetições.

A incidência e a severidade foram avaliadas utilizando-se em média 25 folhas por ramo. Estas folhas originaram-se das partes médias do ramo em direção à parte apical. Os ramos e folhas foram marcados, garantindo que os mesmos, fossem avaliados durante todo o período. As avaliações (9 avaliações) ocorreram de dezembro/2017 à abril/2018.

O cálculo da incidência da doença levou em conta o número de folhas no ramo com pelo menos uma lesão, em relação ao número total de folhas avaliadas (AMORIM, KUNIYUKI, 2005). A severidade foi avaliada utilizando a escala

diagramática descrita por Buffara et al., (2014) (Anexo B) aplicando-se a escala de porcentagem para cada folha.

#### 4.2.5 Análise do progresso da doença

Curvas de progresso da incidência e severidade do míldio foram construídas a partir dos dados coletados a campo. Epidemias comparativas entre os diferentes cultivares foram relacionadas, em dias e porcentagem (%), quanto ao: 1). início do aparecimento dos sintomas (IAS); 2) tempo para atingir a máxima incidência e severidade da doença (TAMID e TAMSD); 3) valor (%) máximo da incidência e severidade (Imax e Smax) e; 4) área abaixo da curva de progresso da incidência e da severidade da doença (AACPID e AACPSD). Os dados de IAS, TAMID, TAMSD, Imax e Smax foram obtidos através das planilhas de dados de cada avaliação. A Área Abaixo da Curva de Progresso da doença foi calculada pelo valor de integração trapezoidal de acordo com a fórmula descrita por Shaner; Finney (1977):  $AACPD = \sum [(Y_i + Y_{i+1}/2)] \times (t_{i+1} - t_i)$ , onde “Y” representa a intensidade (incidência e severidade) da doença, “t” o tempo e “i” o número de avaliações no tempo.

Para o entendimento da epidemia, foram testados os modelos matemáticos Monomolecular, Logístico e Gompertz, descritos respectivamente pelas fórmulas:  $x = 1 - (1 - x_0) \exp(-r_M t)$ ;  $x = 1 / (1 + ((1/x_0) - 1) \exp(-r_L t))$  e;  $x = \exp(-(-\ln(x_0)) \exp(-r_G t))$ , onde  $x$  = severidade em proporção de 0 a 1 no tempo  $t$ ,  $x_0$  = nível inicial de doença e,  $r_M t$ ,  $r_L t$  e  $r_G t$  são a taxa específica de crescimento da doença para cada modelo. A seleção do modelo que melhor se ajustou aos dados foi baseada no coeficiente de determinação ajustado ( $R^2$ ) (BERGAMIN FILHO, 2011).

#### 4.2.6 Controle de doenças

Os tratamentos fitossanitários efetuados no período de avaliações foram descritos na metodologia do Capítulo 1, item 2.1.4.4.

Para o míldio, realizaram-se quatro aplicações durante o ciclo; 1º estágio de pleno florescimento; 2º início da compactação do cacho; 3º início da maturação/maturação plena e; 4º maturação plena/maturação dos sarmentos. As aplicações foram

realizadas de modo que permitissem a infecção do patógeno e, conseqüentemente, a avaliação e quantificação da doença.

#### **4.2.7 Análise estatística**

Os parâmetros epidemiológicos foram submetidos ao teste Fmax para verificar a heterogeneidade das variâncias ( $S^2$ ). Quando necessário os dados originais foram transformados em  $(x+0,5)^{0,5}$  para a normalização dos dados, de acordo com Sokal e Rohlf (1995), e em seguida submetidos à análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas pelo teste SNK a 5% de probabilidade, através do Software SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011). Os modelos matemáticos foram realizados utilizando o software estatístico R 3.14 (R Development Core Team, 2011).

### **4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **4.3.1 Monitoramento Climático**

As condições climáticas do IAS da doença até a queda de folhas é apresentada na Figura 19. Os primeiros sintomas do míldio, caracterizados pelo aparecimento de manchas-de-óleo, foram observados somente a partir de 14/dez/2017 (Grãos tamanho chumbinho/Grãos tamanho ervilha) no genótipo suscetível (UFSC-2012-1-24).

Uma semana antes do aparecimento dos sintomas, em 07/dez/2017, as condições climáticas foram favoráveis à infecção do patógeno, com temperatura elevada (máxima de 27,1 °C), precipitação acima de 10 mm (acumulado de 12,6 mm) e umidade relativa elevada (87,8%). No mês de janeiro/2018, foram observadas chuvas mais intensas (acumulado de 349,2 mm), caracterizando o dobro da precipitação esperada no mês, resultando em maior umidade relativa do ar (89,5%; Figura 19). Além disso, as precipitações foram muito frequentes, ocorrendo acima de 10 mm em onze dias no mês de janeiro.

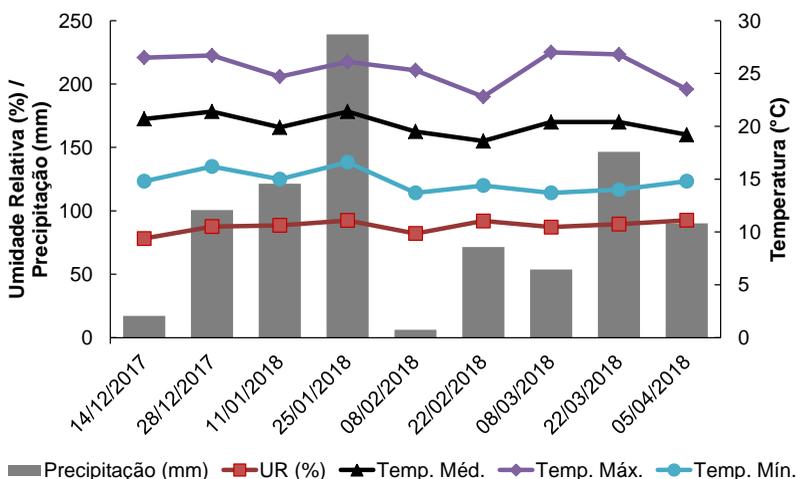
O desenvolvimento do míldio e a ocorrência da esporulação são favorecidos em condições de temperatura entre 18 °C e 25 °C, presença de água livre nos tecidos por um período mínimo de 2 horas e umidade relativa do ar (UR%) acima de 95% (GINDRO; PEZET; VIRET, 2003). Condições semelhantes a estas ocorreram na primeira quinzena de

dezembro/2017, favorecendo a infecção e o desenvolvimento do míldio, no vinhedo do presente estudo.

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

De acordo com Zanguelini (2018) no ciclo 2016/17, neste mesmo vinhedo, o aparecimento dos sintomas no cultivar PIWI mais sensível à doença, aconteceu no início do mês de janeiro/2017, quando a temperatura média ultrapassou os 20°C com ocorrência de precipitação.

Figura 20 – Acumulado médio de duas semanas anteriores à data da avaliação, (Precipitação - mm), (Temperaturas mínima, média e máxima - °C), (Umidade relativa - %), no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitibanos, SC.



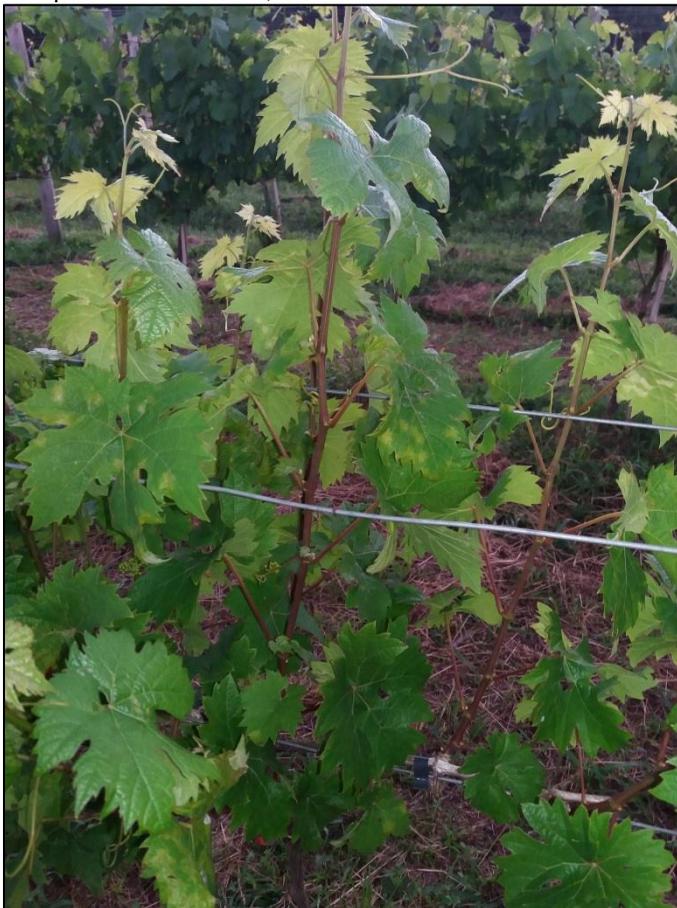
Fonte: Epagri/Ciram. Adaptado pelo autor.

#### 4.3.2 Incidência e severidade de *P. viticola*

O IAS ocorreu mais precocemente na testemunha, diferindo significativamente com 'Regent', 'Aromera' e 'Baron'. Por outro lado, os cvs. 'Calandro', 'Prior' e 'Helios' apresentam IAS estatisticamente igual a testemunha (Tabela 6). O cv.

'Aromera' apresentou os primeiros sintomas da doença 52,5 dias após a testemunha suscetível e, diferiu estatisticamente dos demais cultivares resistentes (Tabela 6). Neste vinhedo, o inóculo do patógeno foi registrado em ciclos anteriores, fazendo com que, a sua infecção ocorresse naturalmente no ciclo 2017/18.

Figura 21 – Imagem representativa dos primeiros sintomas de míldio observados no genótipo UFSC-2012-1-24, no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitibanos, SC.



Fonte: Autor.

O cv. 'Baron' apresentou a menor Imáx (77,3%) (Figura 21), diferindo entre os demais cultivares PIWI, enquanto que os demais cultivares, não diferiram significativamente quando comparados entre si e com a testemunha (Tabela 6). A Smáx da doença diferiu entre os cultivares PIWI avaliados (Tabela 6). O cv. 'Baron', com o loco de resistência *Rpv10*, apresentou a menor Smáx (36,3%), sendo seguido do cv. 'Helios' (60%). Os demais cultivares PIWI não diferiram entre si. A maior Smáx da doença foi observada na testemunha suscetível (98,5%; Figura 22), entretanto, esta não diferiu significativamente dos cvs. 'Prior' (94,7%), 'Aromera' (90,4%) e 'Calandro' (84,6%) (Tabela 6).

Nos cvs. 'Calandro', 'Prior' e 'Regent', observou-se um aumento expressivo da severidade da doença a partir do 56º dia após a primeira avaliação (DAPA) (Figura 22), enquanto para 'Aromera' este aumento ocorreu a partir do 70º DAPA. Em todos estes cultivares o período, coincidiu com o estágio fenológico de maturação plena (MP). Portanto, observa-se, o aumento da severidade nestes cultivares após a MP (colheita), constatando-se que a doença neste ciclo não afetou a maturação dos frutos. Esta mesma condição é observada para o cv. 'Helios' com MP no 50º DAPA. No cultivar 'Baron', observa-se o retardamento do aparecimento dos primeiros sintomas, observando-se a redução de valores dos parâmetros epidemiológicos avaliados (Figura 21, 22).

Tabela 6 – Início médio do aparecimento dos sintomas - IAS (dias), incidência máxima média - Imáx (%), severidade máxima média - Smáx (%), tempo médio para atingir a máxima incidência da doença - TAMID (dias), tempo médio para atingir a máxima severidade da doença - TAMSD (dias), área abaixo da curva do progresso da severidade da doença - AACPSD e área abaixo da curva do progresso da incidência da doença - AACPID ao míldio, nos cultivares PIWI (*V. vinifera* L.): 'Aromera', 'Baron', 'Calandro', 'Helios', 'Prior' e 'Regent' e na testemunha suscetível UFSC-2012-1-24, no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitibaanos, SC.

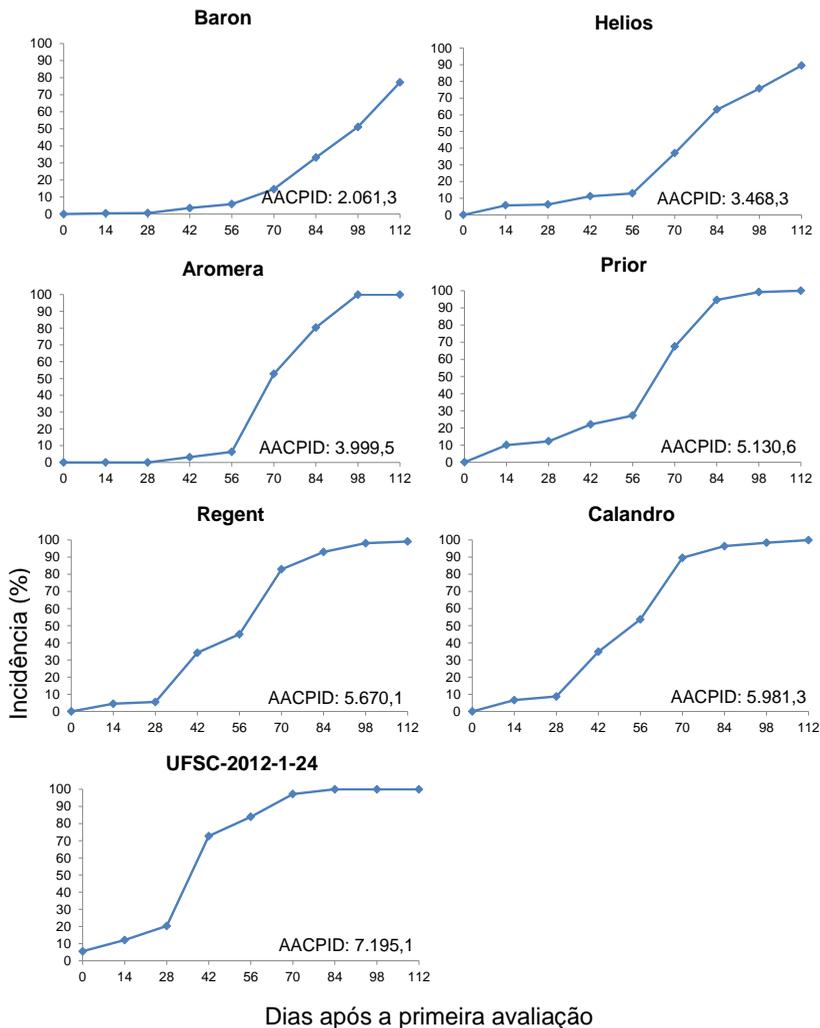
Genótipo/Cultivares	Loco de Resistência	IAS	Imáx	Smáx	TAMID	TAMSD	AACPID	AACPSD
UFSC-2012-1-24	Nenhum	7,0 c	100,0 a	98,5 a	49,0 b	105 a	7.195,1 a	4.859,1 a
'Calandro'	Rpv3.1	14,0 bc	99,9 a	84,6 ab	98,0 a	98,0 a	5.981,3 b	2.573,9 b
'Regent'	Rpv3.1	24,5 b	99,1 a	77,4 b	84,0 a	87,5 a	5.670,1 b	2.232,2 b
'Aromera'	Rpv3.1	52,5 a	100,0 a	90,4 ab	59,5 b	59,5 b	3.999,5 c	2.076,0 b
'Prior'	Rpv3.1	14,0 bc	100,0 a	94,7 ab	98,0 a	98,0 a	5.130,6 b	2.418,5 b
'Helios'	Rpv3.1	17,5 bc	89,5 a	60,0 c	94,5 a	94,5 a	3.468,3 c	1.017,4 c
'Baron'	Rpv10	28,0 b	77,3 b	36,3 d	84,0 a	77,0 ab	2.061,3 d	582,8 c
C. V. (%)		28,3	8,7	8,6	13,8	4,4	6,6	7,1

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste SNK ( $p < 0,05$ ). Dados transformados em  $(x+0,5)^{0,5}$ .

Fonte: Autor.

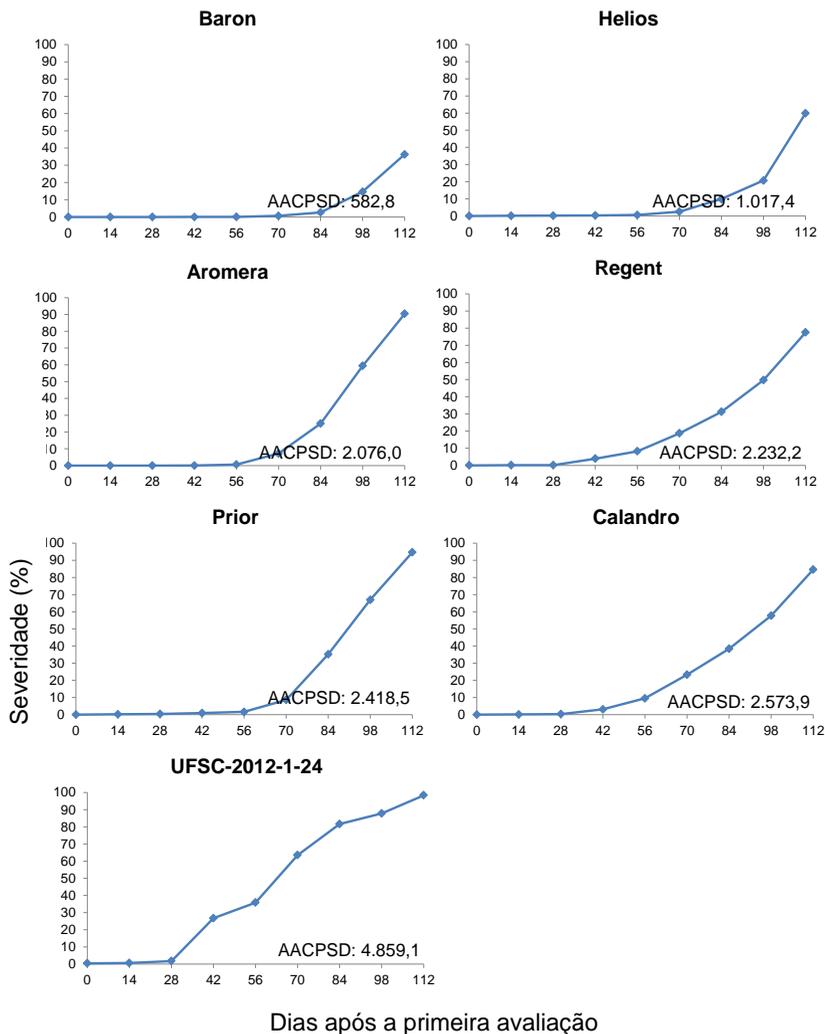
Estudos demonstraram que os genótipos que contêm apenas um loco de resistência, apresentam resistência intermediária ao patógeno, quando comparadas a plantas com loco de resistência piramidados (EIBACH et al., 2007; SCHWANDER et al., 2012). Neste vinhedo, genótipos contendo a combinação de *Rpv1* + *Rpv3.1*, apresentaram, valores de  $S_{máx}$  inferiores a 40%, do início do aparecimento dos sintomas da doença até a colheita (ZANGUELINI, 2018). Estes resultados demonstram o efeito positivo da combinação dos locos de resistência na redução da doença.

Figura 22 - Curva do progresso e área abaixo da curva de incidência do míldio para seis cultivares PIWI (*V. vinifera* L.): 'Baron', 'Helios', 'Aromera', 'Regent', 'Prior', 'Calandro' e testemunha suscetível (UFSC-2012-1-24), no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitiba, SC.



Fonte: Autor.

Figura 23 – Curva do progresso e área abaixo da curva da severidade do míldio para seis cultivares PIWI (*Vitis vinifera* L.): ‘Baron’, ‘Helios’, ‘Aromera’, ‘Regent’, ‘Prior’, ‘Calandro’ e, testemunha suscetível (UFSC-2012-1-24), no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitibaanos, SC.



Fonte: Autor.

A testemunha e o cv. ‘Aromera’ apresentaram os menores TAMID, 49,0 e 59,5 dias, não apresentando diferença estatística. Os demais cultivares apresentaram TAMID maiores, entretanto,

quando comparados entre si, não diferiram (Tabela 6). O cv. 'Aromera' apresentou TAMSD de 59,5 dias, sendo o menor tempo, não diferindo estatisticamente apenas do cv. 'Baron' (77 dias). Os cvs. 'Calandro', 'Regent', 'Helios', 'Prior', 'Baron' e a testemunha não diferiram entre si (Tabela 6).

A maior AACPID foi encontrada na testemunha suscetível à doença (Figura 21). Onde a AACPID diferiu entre os cultivares PIWI. O cv. 'Baron' foi o que apresentou a menor AACPID (2.061,3), seguido dos cvs. 'Helios', 'Aromera', 'Prior', 'Regent' e 'Calandro', respectivamente. A maior AACPSD também foi observada na testemunha suscetível (4.859,1; Figura 22). Todos os cvs. PIWI apresentaram AACPSD significativamente inferior à testemunha. 'Baron' (582,8) e 'Helios' (1.017,4) foram as que apresentaram a menor AACPSD. Os demais cvs. PIWI apresentaram valores intermediários e não diferiram entre si.

Parlevliet (1975) relata 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. Neste sentido, é possível identificar no presente estudo, um período de latência nas primeiras avaliações, visualizado pelas porcentagens próximas a zero (0%) de severidade da doença. Neste sentido, os cvs. 'Baron', 'Helios', 'Aromera' e 'Prior' se destacam, por apresentarem período de latência maior.

A resistência dos cultivares, avaliados no presente estudo, ao míldio da videira, é controlada pelos locos de resistência *Rpv3.1* ou *Rpv10*. Considerando todas as variáveis epidemiológicas, o cv. 'Baron' revelou ser o mais resistente ao míldio. Este cultivar é o único que apresenta o loco *Rpv10*, sugerindo que, nas condições climáticas avaliadas, o loco *Rpv10* confere ao hospedeiro uma resistência superior que o loco *Rpv3.1*. 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. Neste estudo, graus variados de resistência foram observados e nenhum dos cvs. apresentou resistência completa ao míldio.

### 4.3.3 Análise do progresso da doença

Os modelos matemáticos de crescimento resumem na forma de expressões matemáticas, a relação existente entre a doença e o tempo, contribuindo para o melhor entendimento do processo epidêmico (BERGAMIN FILHO, 2011). Desta forma, a Tabela 7, representa os modelos matemáticos Monomolecular, Logístico e Gompertz, testados para os cultivares PIWI e a testemunha.

Com base no coeficiente de determinação ajustado ( $R^2$ ), o modelo logístico foi o que melhor se ajustou ao progresso da severidade do míldio em todos os cvs. e a testemunha, para o ciclo 2017/18, quando comparados, aos dois outros modelos testados (Tabela 7), ficando mais próximo de 1. Na Figura 23, os pontos representam dados médios obtidos a campo em cada avaliação, enquanto a linha representa o valor ajustado previsto pelo modelo. Nos gráficos, é possível observar diferenças entre a proporção de doença real e a proporção de doença prevista pelo modelo, especialmente para os cultivares 'Helios' e 'Baron'.

Tabela 7 - Coeficiente de determinação ajustado ( $R^2$ ) pelos modelos Monomolecular, Logístico e Gompertz, para severidade do míldio em seis cultivares PIWI (*V. vinifera* L.) e, testemunha suscetível (UFSC-2012-1-24), no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitiba, SC.

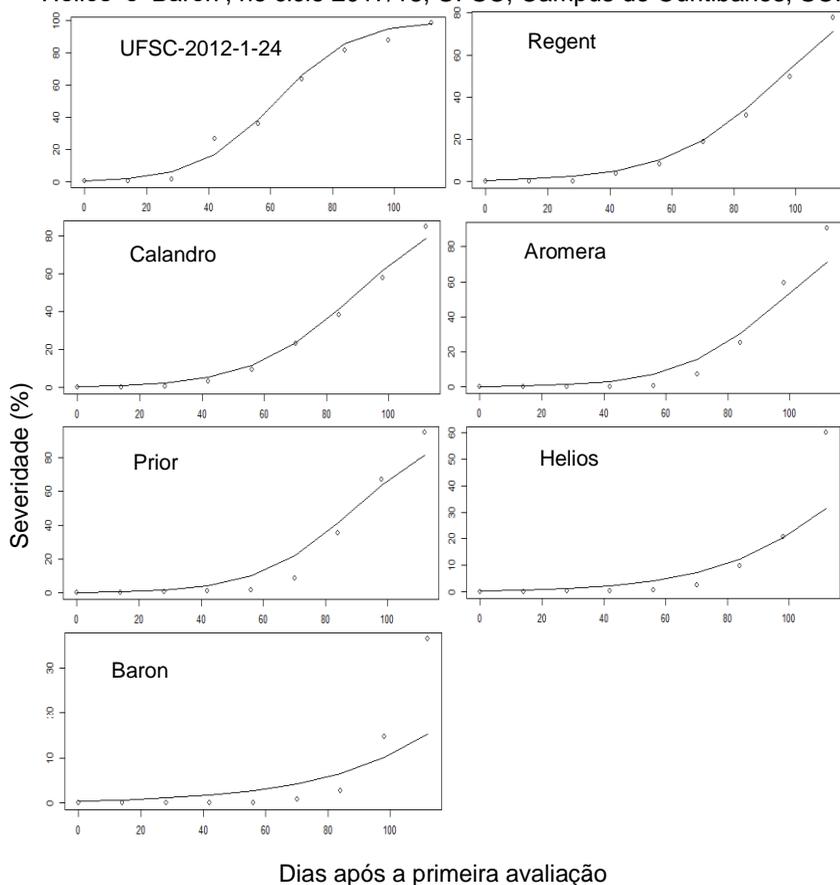
Genótipo/Cultivares	Modelos Matemáticos		
	Monomolecular	Logístico	Gompertz
	$R^2$	$R^2$	$R^2$
UFSC -2012-1-24	0,64	0,99	0,96
Regent	0,63	0,99	0,93
Calandro	0,61	0,99	0,94
Aromera	0,40	0,97	0,84
Prior	0,39	0,97	0,83
Helios	0,41	0,87	0,77
Baron	0,41	0,84	0,76

Fonte: Autor.

De acordo com BERGAMIN FILHO (2011), esses modelos epidemiológicos podem ser utilizados de forma prática, como

para previsões futuras de níveis de doença. Com ajuste confiável, o modelo permite tomadas de decisões, como, aplicar ou não, fungicida em determinada área de forma preventiva ou antecipada, sem que ocorram perdas e danos econômicos a cultura em questão.

Figura 24 - Ajuste do modelo Logístico para severidade do míldio da videira para a testemunha suscetível (UFSC-2012-1-24) e, seis cultivares PIWI (*V. vinifera*): 'Regent', 'Calandro', 'Aromera', 'Prior', 'Helios' e 'Baron', no ciclo 2017/18, UFSC, Campus de Curitibanos, SC.



Fonte: Autor.

#### 4.4 CONCLUSÃO

Todos os cultivares PIWI apresentaram menor quantidade da doença quando comparados à testemunha suscetível, comprovada especialmente pela menor área abaixo da curva de progresso da severidade da doença.

O cultivar PIWI 'Baron' apresentou o maior nível de resistência ao míldio da videira, demonstrando que o loco de resistência *Rpv10* confere maior resistência à doença quando comparado com loco de resistência *Rpv3.1*, presente nos outros cultivares PIWI.

A testemunha suscetível (UFSC-2012-1-24) apresentou as maiores áreas de incidência e severidade da doença, confirmando a sua suscetibilidade ao míldio e a ausência de mecanismo de resistência à doença.

O modelo logístico foi o que melhor se ajustou para o progresso da severidade do míldio da videira.

A resistência genética dos cultivares PIWI ao míldio da videira é uma importante estratégia de melhoramento genético a ser utilizado no manejo integrado de doenças, assim como, os modelos matemáticos de previsão de doenças, ambos contribuem para a redução no uso de agrotóxicos nos vinhedos.



## REFERÊNCIAS

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

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS. P. C.; MORAES, J. L. G. de; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, Dez. 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.

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, 2013.

DE BEM, B. P. **Intensidade de míldio da videira em folha e podridão cinzenta em cacho em variedades viníferas sob diferentes sistemas de sustentação**. 2014. 162 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, 2014.

BERGAMIN FILHO, A. Curvas de progresso da doença. In: BERGAMIN FILHO, A.; REZENDE, J. A. M.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia: Princípios e Conceitos**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2011. p. 405-425.

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.; ANGELOTTI, F.; VIEIRA, R. A.; BOGO, A.; TESSMAN, D. J.; DE BEM, B. P. Elaboration and validation of a diagrammatic scale to assess downy mildew severity in

grapevine. **Ciência Rural**, Santa Maria, 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.; 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.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

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

GINDRO, K.; PEZET, R.; VIRET, O. Histological study of the responses of two *Vitis vinifera* cultivars (resistant and susceptible) to *Plasmopara viticola* infections. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 41, n. 9, p. 843-853, 2003.

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 Algabe. DRAP Algarve, 2008. 17 p. (Boletim Técnico, 17).

PARLEVLIET, J. E. Partial resistance of barley to leafrust, *Puccinia hordei*. I. Effect of cultivar and development stage on latent period. **Euphytica**, [S.I.], v. 24, n. 1, p.21- 27, Fev. 1975.

R Development Core Team (2011). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

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.

SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. **Phytopathology**, v. 67, n. 8, p. 1051-1056, 1977.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F.J. **Biometry**: the principles and practice of statistics in biology research. 3. ed. New York: W. H. Freeman Company, 1995, 887 p.

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.

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.

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 CONSIDERAÇÕES FINAIS

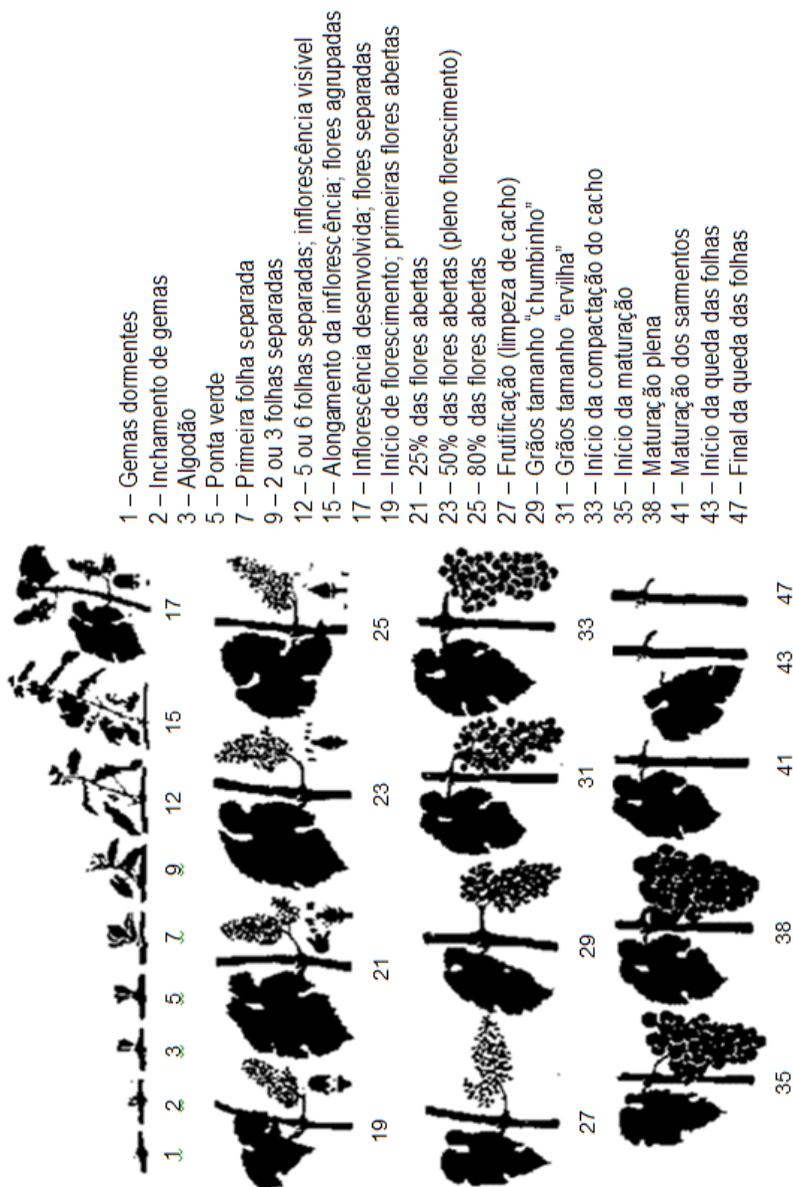
As condições climáticas encontradas no município de Curitiba, SC, (1000 m de altitude) proporcionam disponibilidade térmica suficiente para o desenvolvimento fenológico dos cultivares testados, evidenciando potencial na implantação de cultivares PIWI (*V. vinifera*) e produção de vinhos com alta qualidade enológica.

Embora seja apenas o segundo ano de produção do vinhedo, os resultados encontrados para o cv. 'Helios', neste trabalho, mostram-se promissores, demonstrando atributos de adaptação, produtividade, qualidade e resistência. Características importantes para a recomendação de um determinado cultivar na região do presente estudo ou semelhante.

O uso de cultivares PIWI (*V. vinifera*) possibilita o menor uso de agroquímicos, tornando a viticultura mais sustentável do ponto de vista ambiental e econômico, além disso, as uvas PIWI apresentam boa qualidade para a produção de vinhos finos, tornando-se uma alternativa viável, frente a utilização de cultivares tradicionais que vem sendo cultivados em todo o mundo.



## ANEXO A – ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DE DESENVOLVIMENTO DA VIDEIRA



Fonte:

Eichhorn

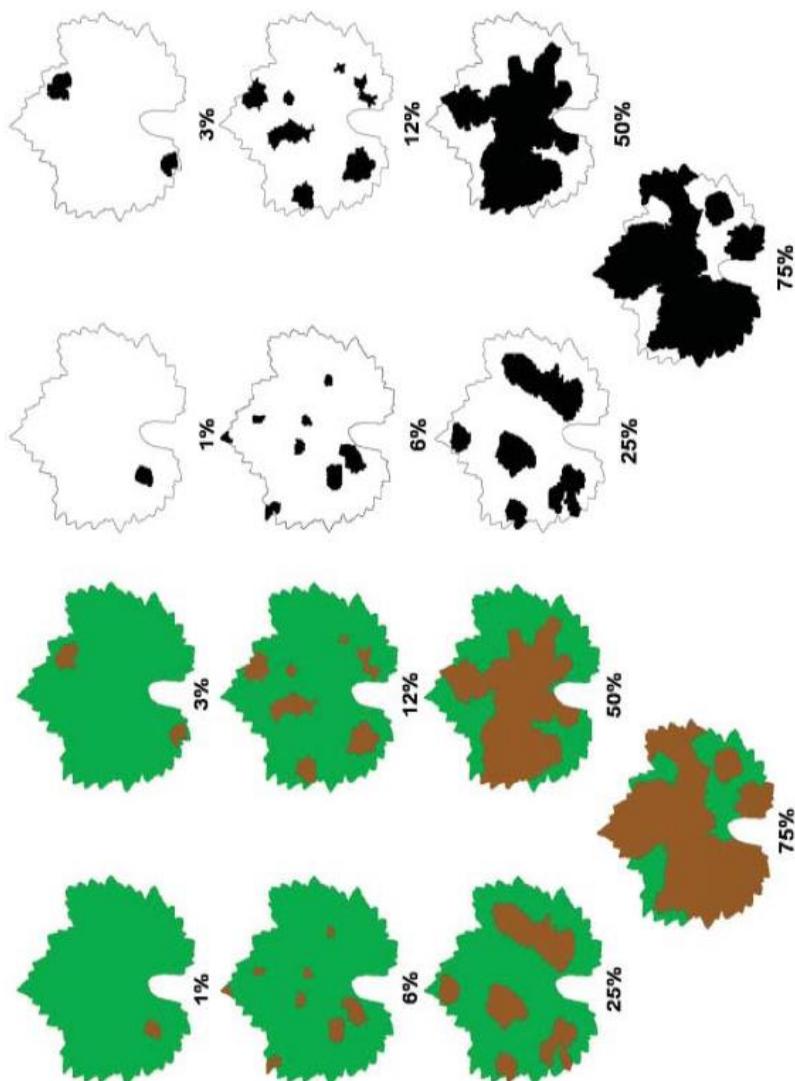
&

Lorenz

(1977).



**ANEXO B – ESCALA DIAGRAMÁTICA DA VIDEIRA COM SETE NÍVEIS DE MÍLDIO (OS NÚMEROS REPRESENTAM A PORCENTAGEM DA ÁREA DA FOLHA DOENTE)**



Fonte: Buffara et al. (2014).