

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-graduação em Agronomia



Tese

**Características produtivas e de qualidade de vinhos finos produzidos em
região de altitude catarinense com cultivares italianas de videira (*Vitis vinifera*)
em diferentes porta-enxertos e densidade de plantio**

Izabel Camacho Nardello

Pelotas, 2022

IZABEL CAMACHO NARDELLO

Engenheira Agrônoma

Características produtivas e de qualidade de vinhos finos produzidos em região de altitude catarinense com cultivares italianas de videira (*Vitis vinifera*) em diferentes porta-enxertos e densidade de plantio

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Ciências, área de concentração: Fruticultura de Clima Temperado.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Barbosa Malgarim

Coorientador: Dr. André Luiz Kulkamp de Souza

Pelotas, 2022

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

N223c Nardello, Izabel Camacho

Características produtivas e de qualidade de vinhos finos produzidos em região de altitude catarinense com cultivares italianas de videira (*Vitis vinifera*) em diferentes porta-enxertos e densidade de plantio / Izabel Camacho Nardello ; Marcelo Barbosa Malgarim, orientador ; André Luiz Kulkamp de Souza, coorientador. — Pelotas, 2022.

185 f. : il.

Tese (Doutorado) — Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2022.

1. Vinhos de altitude. 2. Vitivinicultura. 3. Produtividade. 4. Fenologia. 5. Enologia. I. Malgarim, Marcelo Barbosa, orient. II. Souza, André Luiz Kulkamp de, coorient. III. Título.

CDD : 634.8

IZABEL CAMACHO NARDELLO
Engenheira Agrônoma

Características produtivas e de qualidade de vinhos finos produzidos em região de altitude catarinense com cultivares italianas de videira (*Vitis vinifera*) em diferentes porta-enxertos e densidade de plantio

Tese aprovada, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em ciências Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 07/12/2022

Banca examinadora:

Prof. Dr. Marcelo Barbosa Malgarim, Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas, Professor em Universidade Federal de Pelotas (Orientador).

Dr^a.Marines Moreno Kirinus, Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas, Pós Doutoranda em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas - UFPel.

Prof. Dr^a.Roseli de Mello Farias, Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas, Professora em Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS.

Dr. Carlos Roberto Martins, Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas, Pesquisador em Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa.

A minha família, formadora de meus pilares morais
Mãe, Rozane Milech Camacho
Pai, Laudelino Nardello
Irmão, Luiz Antônio Camacho Nardello

Dedico.

Agradecimentos

À Deus, essa energia criadora, que nos permite a evolução intelectual e moral, agradeço por sempre guiar meus caminhos e dar forças para superar todos os obstáculos.

À Universidade Federal de Pelotas, pela oportunidade de realizar o curso de pós-graduação em Agronomia.

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

Ao professor Dr. Marcelo Barbosa Malgarim, pela sua orientação, incentivo, e confiança em mim depositada.

Ao Dr. André Luiz Kulkamp de Souza, pela coorientação, acolhimento e incentivo aos trabalhos realizados.

Aos professores da Fruticultura, pelos ensinamentos durante o curso de doutorado.

A equipe da EPAGRI de Videira, pelo acolhimento e por toda ajuda durante o período de realização das pesquisas.

A minha família que sempre me apoiou e incentivou a realizar meus sonhos, mãe, pai e irmão, obrigada pelo apoio, incentivo, confiança e amor incondicional.

Ao meu companheiro, João Paulo Pereira Garcia, pelo apoio, incentivo e parceria.

A todos os amigos que tornaram essa trajetória mais leve e agradável.

A todos que contribuíram de alguma forma, direta ou indiretamente, para a realização desse trabalho.

Obrigada.

“A mudança que queremos ver no mundo começa por nós mesmos” (Mahatma Gandhi).

Resumo

NARDELLO, Izabel Camacho. **Características produtivas e de qualidade de vinhos finos produzidos em região de altitude catarinense com cultivares italianas de videira (*Vitis vinifera*) em diferentes porta-enxertos e densidade de plantio.** Orientador: Prof. Dr. Marcelo Barbosa Malgarim. 2022. 185p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2022.

Na adaptação de cultivares de videiras a novas regiões produtivas, o uso de porta-enxertos contribui adequando a planta as condições de solo e clima. Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa é avaliar a influência dos porta-enxertos nas características produtivas e enológicas de novas cultivares italianas em Santa Catarina. Para isso foi instalado um vinhedo no ano de 2016, no município de Água Doce – SC, com as cinco cultivares italianas, selecionadas a partir do projeto Trento 2006 (Rebo, Sangiovese, Garganega, Manzoni e Vermentino), utilizando cinco diferentes porta-enxertos (101-14 Mgt, Harmony, IAC 572, Paulsen 1103 e VR 043-43) e três espaçamentos entre plantas (1,0; 1,2 e 1,5 metros). Avaliou-se as características fenológicas e produtivas das videiras assim como as características de qualidade dos vinhos. Conclui-se que para cultivar Rebo, o crescimento inicial é reduzido com espaçamento de 1,0 metro, independente do porta-enxerto utilizado e, os porta-enxertos 101-14 Mgt, VR043-43 e Paulsen 1103, induzem a maior produtividade nos espaçamentos de 1,0 e 1,2 metros. Para cultivar Vermentino, os porta-enxertos Paulsen 1103 e VR 043-43 atrasam as brotações e diminuem os subperíodos fenológicos. Os porta-enxertos Paulsen 1103 e 101-14 Mgt contribuem para a maior produtividade. O porta-enxerto IAC 572 apresenta a menor contribuição para aporte de polifenóis e atividade antioxidante. O espaçamento de 1,0 metro entre plantas contribui para a maior produtividade do vinhedo. O porta-enxerto VR 043-43 proporciona a maior acidez total dos vinhos. As safras interferem em relação a qualidade dos vinhos independente do porta-enxerto utilizado, e que, sensorialmente os vinhos do cultivar Vermentino apresentam aspecto límpido, tonalidade amarela com reflexos esverdeados e acidez média, independente do porta-enxerto utilizado. Para a cultivar Sangiovese, os porta-enxertos IAC572, Paulsen 1103 e VR043-43 atrasam as brotações; os espaçamentos de 1,0 e 1,2 metros entre plantas aumentam a produtividade do vinhedo; o conteúdo de sólidos solúveis é superior quando utilizado os porta-enxertos 101-14 Mgt, Harmony e Paulsen 1103; e o teor de antocianinas é incrementado pelos porta-enxertos 101-14 Mgt e Harmony, e que, a qualidade dos vinhos é influenciada pela a safra de cultivo; sensorialmente o uso de porta-enxertos não altera de forma global o equilíbrio dos vinhos e que os porta-enxertos 101-14 Mgt e Harmony contribuem para a maior concentração alcoólica e de compostos fenólicos. Para a cultivar Manzoni, o porta-enxerto Paulsen 1103 atrasa as brotações e diminui o ciclo produtivo; o porta-enxerto IAC 572 diminui a produtividade inicial do vinhedo; e o espaçamento de 1,0 metro entre plantas na linha de plantio confere maior produtividade por hectare, e que, a qualidade físico-química e sensorial dos vinhos Manzoni Bianco em diferentes porta-enxertos é dependente da safra de cultivo.

Palavras Chave: Vinhos de altitude. Vitivinicultura. Produtividade. Fenologia. Enologia.

Abstract

NARDELLO, Izabel Camacho. **Productive and quality characteristics of fine wines produced in an altitude region of Santa Catarina with Italian vine cultivars (*Vitis vinifera*) on different rootstocks and planting density**. Advisor: Prof. doctor Marcelo Barbosa Malgarim. 2022. 185p. Thesis (Doctorate) – Graduate Program in Agronomy. Federal University of Pelotas, Pelotas, 2022.

In the adaptation of grapevine cultivars to new productive regions, the use of rootstocks contributes by adapting the plant to soil and climate conditions. In this sense, the objective of this research is to evaluate the influence of rootstocks on the productive and enological characteristics of new Italian cultivars in Santa Catarina. For this, a vineyard was installed in 2016, in the municipality of Água Doce - SC, with five Italian cultivars, selected from the Trento 2006 project (Rebo, Sangiovese, Gargânega, Manzoni and Vermentino), using five different rootstocks (101-14 Mgt, Harmony, IAC 572, Paulsen 1103 and VR 043-43) and three spacings between plants (1.0; 1.2 and 1.5 meters). The phenological and productive characteristics of the vines were evaluated, as well as the quality characteristics of the wines. It is concluded that for cultivar Rebo, the initial growth is reduced with a spacing of 1.0 meter, regardless of the rootstock used, and the rootstocks 101-14 Mgt, VR043-43 and Paulsen 1103, induce the highest productivity in the spacing of 1.0 and 1.2 meters. For cultivar Vermentino, the rootstocks Paulsen1103 and VR043-43 delay sprouting and reduce the phenological subperiods, the rootstocks Paulsen1103 and 101-14Mgt contribute to the highest productivity, the rootstock IAC572 presents the lowest contribution to polyphenols and antioxidant activity, and the spacing of 1.0 meter between plants contributes to the greater productivity of the vineyard, and that, as the rootstock VR 043-43 provides the highest total acidity of the wines, the vintages interfere in relation to the quality of the independent wines of the rootstock used and that sensorially the wines of the Vermentino cultivar have a clear appearance, yellow hue with greenish reflections and medium acidity, regardless of the rootstock used. For the cultivar Sangiovese, the rootstocks IAC572, Paulsen 1103 and VR043-43 delay sprouting; spacing of 1.0 and 1.2 meters between plants increases vineyard productivity; the content of soluble solids is higher when using the rootstocks 101-14 Mgt, Harmony and Paulsen 1103; and the anthocyanin content is increased by the rootstocks 101-14 Mgt and Harmony, and that the quality of the wines is influenced by the growing season; sensorially, the use of rootstocks does not change the overall balance of the wines and that the rootstocks 101-14 Mgt and Harmony contribute to the highest concentration of alcohol and phenolic compounds. For the Manzoni cultivar, the Paulsen 1103 rootstock delays sprouting and shortens the production cycle; the rootstock IAC 572 decreases the initial productivity of the vineyard; and the 1.0 meter spacing between plants in the planting line confers greater productivity per hectare, and that the physical-chemical and sensory quality of Manzoni Bianco wines on different rootstocks is dependent on the growing season.

Keywords: Altitude wines. Viticulture. Productivity. Phenology. Oenology.

LISTA DE TABELAS

- **Projeto de Pesquisa:**

Tabela 1. Material de consumo:	24
Tabela 2. Material Permanente:	24
Tabela 3. Outros Serviços:.....	25
Tabela 4. Custo Total:.....	25
Tabela 5. Cronograma de execução:	25

- **Artigo 1: Desempenho inicial de uvas para vinho 'Rebo' em diferentes porta-enxertos e em várias densidades de plantio.**

<i>Tabela 1. Datas de ocorrência fenológica por porta-enxerto para uvas 'Rebo' (Vitis vinifera) cultivadas em região de altitude do estado de Santa Catarina, Brasil.....</i>	44
Tabela 2. Duração cronológica (dias) dos subperíodos de poda-solstício (SP), poda-brotação (PS), brotação-floração (SF), floração-“veraison” (FV) e “veraison”-colheita (VH) do 'Rebo'(Vitis vinifera) cultivada em uma região de altitude elevada do estado de Santa Catarina, Brasil.	44
Tabela 3. Parâmetros de produção da uva 'Rebo' (Vitis vinifera) em diferentes porta-enxertos, em várias densidades de plantio, em região de altitude do estado de Santa Catarina, Brasil, na safra 2018/2019.	45
Tabela 4. Parâmetros de produção da cultivar Rebo (Vitis vinifera) em diferentes porta-enxertos, em várias densidades de plantio, em região de altitude do estado de Santa Catarina, Brasil, na safra 2019-2020.	46
Tabela 5. Médias de pH, acidez titulável (AT) e sólidos solúveis totais (SST) da cultivar Rebo (Vitis vinifera) em diferentes porta-enxertos e em várias densidades de plantio, em região de altitude do estado de Santa Catarina, Brasil.	46

- **Artigo 2: Competição de porta-enxertos e densidade de plantio para cv. Vermentino em região de altitude de Santa Catarina.**

Tabela 1. Datas das principais ocorrências fenológicas da cultivar Vermentino nos ciclos 2018/19, 2019/20 e 2020/21 em Água Doce/SC.	55
Tabela 2. Dias entre estágios das principais ocorrências fenológicas da cultivar Vermentino nos ciclos 2018/19, 2019/20 e 2020/21 em Água Doce/SC.....	56
Tabela 3. Parâmetros produtivos da cultivar Vermentino em relação ao porta-enxerto e espaçamento na safra 2018/19.	57
Tabela 4. Parâmetros físico-químicos do mosto Vermentino em relação ao porta-enxerto e espaçamento na safra 2018/19.	58

Tabela 5. Parâmetros produtivos da cultivar Vermentino em relação ao porta-enxerto e espaçamento na safra 2019/20.	59
Tabela 6. Parâmetros físico-químicos do mosto Vermentino em relação ao porta-enxerto e espaçamento da safra 2019/20	60
Tabela 7. Parâmetros produtivos da cultivar Vermentino em relação ao porta-enxerto e espaçamento entre safras 2020/21.	60
Tabela 8. Parâmetros físico-químicos do mosto Vermentino em relação ao porta-enxerto e espaçamento da safra 2020/21.	61
<ul style="list-style-type: none"> • Artigo 3: Efeito do porta-enxerto nas características sensoriais e de qualidade de vinhos do cultivar Vermentino produzidos em regiões de altitude de Santa Catarina. 	
Tabela 1. Características analíticas de vinhos da cultivar Vermentino em diferentes porta-enxertos e safras. Água Doce – SC / Brasil.	87
<ul style="list-style-type: none"> • Artigo 4: Adequação do porta-enxerto e espaçamento de plantio para cultivar Sangiovese em região de altitude de Santa Catarina. 	
Tabela 1. Datas das principais ocorrências fenológicas do cultivar Sangiovese nos ciclos 2019/20 e 2020/21 em Água Doce/SC.	109
Tabela 2. Dias entre estágios das principais ocorrências fenológicas do cultivar Sangiovese nos ciclos 2019/20 e 2020/21 em Água Doce/SC.	110
Tabela 3. Parâmetros produtivos do cv. Sangiovese em relação ao porta-enxerto e espaçamento safra 2018/19.	111
Tabela 4. Parâmetros físico-químicos do cv. Sangiovese em relação ao porta-enxerto e espaçamento safra 2018/19.	112
Tabela 5. Parâmetros produtivos do cv. Sangiovese em relação ao porta-enxerto e espaçamento safra 2019/20.	113
Tabela 6. Parâmetros físico-químicos do cv. Sangiovese em relação ao porta-enxerto e espaçamento safra 2019/20.	114
Tabela 7. Parâmetros produtivos do cv. Sangiovese em relação ao porta-enxerto e espaçamento safra 2020/21.	115
Tabela 8. Parâmetros físico-químicos do cv. Sangiovese em relação ao porta-enxerto e espaçamento safra 2020/21.	116

- **Artigo 5: Porta-enxertos e sua influência nas características sensoriais e de qualidade de vinhos varietais Sangiovese.**

Tabela 1. Médias mensais de temperatura do ar e precipitação durante o período de maturação das uvas nas safras 2019, 2020 e 2021. Água Doce – SC / Brasil. 134

Tabela 2. Características analíticas de vinhos da cultivar Sangiovese em diferentes porta-enxertos e safras. Água Doce – SC / Brasil. 135

Tabela 3. Parâmetros sensoriais do cultivar Sangiovese em relação ao porta-enxerto nas safras 2019 e 2020..... 136

- **Artigo 6: Seleção de porta-enxerto e espaçamento de plantio para cultivar copa Manzoni Bianco em região de altitude de Santa Catarina**

Tabela 1. Datas das principais ocorrências fenológicas da cultivar Manzoni Bianco nos ciclos 2019/20 e 2020/21 em Água Doce/SC. 156

Tabela 2. Dias entre estágios das principais ocorrências fenológicas da cultivar Manzoni Bianco nos ciclos 2019/20 e 2020/21 em Água Doce/SC. 157

Tabela 3. Parâmetros produtivos da cultivar Manzoni Bianco em relação ao porta-enxerto e espaçamento safra 2019/20. 158

Tabela 4. Parâmetros físicoquímicos da cultivar Manzoni Bianco em relação ao porta-enxerto e espaçamento safra 2019/20. 159

Tabela 5. Parâmetros produtivos da cultivar Manzoni Bianco em relação ao porta-enxerto e espaçamento safra 2020/21. 160

Tabela 6. Parâmetros físicoquímicos da cultivar Manzoni Bianco em relação ao porta-enxerto e espaçamento safra 2020/21. 161

- **Artigo 7: Efeito do porta-enxerto nas características sensoriais e de qualidade de vinhos varietais Manzoni produzidos em regiões de altitude de Santa Catarina.**

Tabela 1. Características analíticas de vinhos da cultivar Manzoni Bianco em diferentes porta-enxertos e safras. Água Doce – SC / Brasil..... 175

LISTA DE FIGURAS

- **Artigo 1: Desempenho inicial de uvas para vinho 'Rebo' em diferentes porta-enxertos e em várias densidades de plantio.**

Figura 1. Médias mensais de temperatura do ar e precipitação acumulada, no município de Água Doce, em Santa Catarina, Brasil, a 1.250 m de altitude, durante as safras da uva 'Rebo' (*Vitis vinifera*): A, 2018/2019; e B, 2019/2020.....42

Figura 2. Médias semanais de temperatura do ar e precipitação acumulada, no município de Água Doce, no estado de Santa Catarina, Brasil, a 1.250 m de altitude, durante as safras da uva 'Rebo' (*Vitis vinifera*): A, 2018/2019; e B, 2019/2020.....43

Figura 3. Soma mensal de horas de frio, no município de Água Doce, no estado de Santa Catarina, Brasil, a 1.250 m de altitude, durante as safras 2018/2019 e 2019/2020 da uva 'Rebo' (*Vitis vinifera*).43

- **Artigo 2: Competição de porta-enxertos e densidade de plantio para cv. Vermentino em região de altitude de Santa Catarina.**

Figura 1. Médias mensais de temperatura e precipitação, Água Doce - SC, Vinícola Világio Grandó. Safras [A] 2018/19, [B] 2019/20 e [C] 2020/21.53

Figura 2. Médias semanais de temperatura e precipitação, Água Doce - SC, Vinícola Világio Grandó. Safras [A] 2018/19, [B] 2019/20 e [C] 2020/21.54

Figura 3. Horas de frio acumulada, Água Doce – SC, Vinícola Világio Grandó.55

- **Artigo 3: Efeito do porta-enxerto nas características sensoriais e de qualidade de vinhos da cultivar Vermentino produzidos em regiões de altitude de Santa Catarina.**

Figura 1. Médias mensais de temperatura do ar e precipitação durante o período de maturação das uvas nas safras 2019, 2020 e 2021. Água Doce – SC / Brasil.82

Figura 2. Ficha Sensorial Vermentino.83

Figura 3. Parâmetros visuais de vinhos da cultivar Vermentino em diferentes porta-enxertos e safras. [A] Turbidez, [B] Tonalidade.84

Figura 4. Parâmetros olfativos de vinhos da cultivar Vermentino em diferentes porta-enxertos e safras. [A] Defeitos, [B] Herbáceo.85

Figura 5. Parâmetros gustativos de acidez em vinhos da cultivar Vermentino sob diferentes porta-enxertos e safras.86

- **Artigo 4: Adequação do porta-enxerto e espaçamento de plantio para cv. Sangiovese em região de altitude de Santa Catarina.**

Figura 1. Médias mensais de temperatura e precipitação, Água Doce - SC, Vinícola Világio Grandó. 108

- **Artigo 5: Porta-enxertos e sua influência nas características sensoriais e de qualidade de vinhos varietais Sangiovese.**

Figura 1. Tabela sensorial Sangiovese. 137

- **Artigo 6: Seleção de porta-enxerto e espaçamento de plantio para cultivar copa Manzoni Bianco em região de altitude de Santa Catarina.**

Figura 1. Médias mensais [A] e semanais [B] de temperatura e precipitação, Água Doce - SC, Vinícola Világio Grandó, safras 2019/20 e 2020/21. 155

- **Artigo 7: Efeito do porta-enxerto nas características sensoriais e de qualidade de vinhos varietais Manzoni produzidos em regiões de altitude de Santa Catarina.**

Figura 1. Ficha Sensoria Manzoni Bianco 176

Figura 2. Análise sensorial, parâmetros visuais dos vinhos da cultivar Manzoni em diferentes porta-enxertos e safras. [A] Turbidez, [B] Brilho, [C] Tonalidade..... 177

LISTA DE ANEXOS

Figura 1. Instalação do vinhedo experimental. Vinícola Villaggio Grandó, Água Doce-SC..... 181

Figura 2. Cultivar Rebo. Vinícola Villaggio Grandó, Água Doce-SC. 181

Figura 3. Cultivar Vermentino. Vinícola Villaggio Grandó, Água Doce-SC..... 182

Figura 4. Cultivar Sangiovese em mudança de cor. Vinícola Villaggio Grandó, Água Doce-SC. 182

Figura 5. Coleta de amostras. Vinícola Villaggio Grandó, Água Doce-SC. 183

Figura 6. Uvas cultivar Garganega, safra 2021. Vinícola Villaggio Grandó, Água Doce-SC..... 183

Figura 7. Solução para avaliação de compostos fenólicos, atividade antioxidante e antocianinas. Laboratório experimental EPAGRI, Videira-SC. 184

Figura 8. Enoteca da EPAGRI. Extação experimental de Videira-SC..... 184

Figura 9. Sala de avaliação sensorial EPAGRI. Extação experimental de Videira-SC. 185

Figura 10. Amostra de vinho Sangiovese, safra 2020. EPAGRI, Videira-SC..... 185

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C - Graus Celsius

°Hue - Ângulo Hue

cm - Centímetro

cv. - Cultivar

DPPH - 2,2-difenil-1-picril-hidrazila

g - Gramas

Kg - Quilograma

mEq.L⁻¹ - Miliequivalente por litro

pH - Potencial hidrogeniônico

SST - Sólidos solúveis totais

t.ha⁻¹ - Toneladas por hectare

D.O.C.G. - *Denominazione di Origine Controllata e Garantita* (Denominação de Origem Controlada e Garantida)

D.O.C. - *Denominazione di Origine Controllata* (Denominação de Origem Controlada)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. PROJETO DE PESQUISA.....	4
3. RELATÓRIO DE CAMPO	34
4. ARTIGOS	38
4.1 ARTIGO 1: Desempenho inicial de uvas para vinho 'Rebo' em diferentes porta-enxertos e densidades de plantio.	39
4.2 ARTIGO 2: Competição de porta-enxertos e densidade de plantio para cv. Vermentino em região de altitude de Santa Catarina.....	49
4.3 ARTIGO 3: Efeito do porta-enxerto nas características sensoriais e de qualidade de vinhos da cv. Vermentino produzidos em regiões de altitude de Santa Catarina	64
4.4 ARTIGO 4: Adequação do porta-enxerto e espaçamento de plantio para cv. Sangiovese em região de altitude de Santa Catarina.	88
4.5 ARTIGO 5: Porta-enxertos e sua influência nas características sensoriais e de qualidade de vinhos varietais Sangiovese.	117
4.6 ARTIGO 6: Seleção de porta-enxerto e espaçamento de plantio para cv. Manzoni Bianco em região de altitude de Santa Catarina.....	138
4.7 ARTIGO 7: Efeito do porta-enxerto nas características sensoriais e de qualidade de vinhos varietais Manzoni Bianco produzidos em regiões de altitude de Santa Catarina.....	162
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	178
6. REFERÊNCIAS	180
7. ANEXOS	181

1. INTRODUÇÃO GERAL

O vinho possui papel fundamental no desenvolvimento das civilizações, além de elemento histórico, o vinho possui um apelo muito forte de patrimônio, herança e identidade cultural, evoluindo como parte da vida, cultura, tradição e dieta desde os tempos mais remotos (MEDEIROS; LINDNER, 2021). No Brasil, a vitivinicultura possui enorme importância social e econômica pelo elevado impacto na geração de emprego e renda, tanto nos segmentos de uvas para mesa e processamento, quanto ligado ao enoturismo, refletindo ganhos mais diversos nas redes de comércio e hotéis locais (ZANUS, 2015).

O Brasil, quando comparado aos países europeus, é considerado novo no cultivo da videira. A vitivinicultura brasileira ocupa a 20ª posição no ranking mundial com aproximadamente 82 mil hectares de vinhedos (COSTA, 2020). O Rio Grande do Sul responde por cerca de metade da produção nacional e lidera também a produção de vinhos e outros derivados (KIST; CARVALHO; BELING, 2021). Santa Catarina, representa o 5º lugar nacional em produção de uvas, responsável por 6,2% da área de produção brasileira (PALLADINI et al., 2021).

Entretanto, o estado de Santa Catarina tem se destacado principalmente em relação aos vinhos finos produzidos nas regiões de altitude. As uvas produzidas nas regiões de altitude acima de 900 m apresentam características próprias e distintas das cultivadas em outras áreas do país, além de maturação fenólica adequada à elaboração de vinhos (BORGHEZAN et al., 2011).

Com isso, iniciativas relevantes ao desenvolvimento da Viticultura foram desenvolvidas no estado, através da parceria entre Epagri, Fundação Edmund Mach, UFSC e SEBRAE, com o projeto “Tecnologias para o desenvolvimento da viticultura catarinense”, sob coordenação da Associação Trentini nel Mondo Onlus e o apoio financeiro da Província Autônoma de Trento, destinado a introdução de novas cultivares de uvas italianas nas regiões de altitude do estado (PORRO; STEFANINI, 2016).

Através dessa parceria, foram introduzidas 36 cultivares de uvas italianas, dentre elas 13 de brancas e 23 tintas, representativas de diferentes épocas de brotação e floração. Com capacidade de fornecer produtos enológicos diferenciados, desde materiais com potencial para base espumante, até vinhos tranquilos com potencial para envelhecimento ou colheita tardia (PORRO; STEFANINI, 2016). Destas 36 cultivares, foram selecionadas cinco que apresentaram o melhor desempenho

agronômico e enológica nas condições edafoclimáticas de Santa Catarina, e compõe objeto desse trabalho de Tese.

Um dos grandes entraves na produção de uvas tanto para mesa quanto para sucos e vinhos, desde os primeiros vinhedos implantados nas nossas terras, está relacionado à grande diversidade em clima e solos (NETO, 2021). Uma das alternativas de adaptação para novas cultivares é o uso de porta-enxertos, visto que estes podem conferir tolerância à pragas, doenças e diferentes tipos de solos, além de interferir sobre as características fenológicas e de vigor da copa (LI et al., 2019).

Os porta-enxertos influenciam o desenvolvimento da planta inteira, uma vez que atuam como sistema radicular das videiras. A variabilidade genética entre os porta-enxertos pode resultar em diferenças na captação e transporte de água e nutrientes e na regulação de hormônios e outras moléculas de sinal de longa distância que afetam o crescimento e o desenvolvimento do enxerto, bem como no comportamento fenológico e qualidade dos frutos da planta enxertada (ROSSDEUTSCH et al., 2021).

Devido a influência imprimida pelos porta-enxertos sobre o desenvolvimento e vigor das plantas, é necessário a adequação na densidade de plantio do vinhedo. Normalmente quando a combinação genética entre copa/porta-enxerto é vigorosa utiliza-se maior espaçamento entre as plantas na linha para que se tenha espaço para comportar uma maior carga de gemas por planta sem que ocorram condições excessivas de sombreamento (SANTOS, 2006) ou se ao contrário, o menor espaçamento entre plantas pode conferir maiores ganhos de produtividade devido ao maior número de plantas por hectare.

Nesse sentido, afim de adequar novas cultivares de uvas italianas em região de altitude de Santa Catarina, desenvolveu-se o presente trabalho. Com o objetivo de identificar a melhor combinação entre copa e porta-enxerto bem como ajustar a melhor densidade de plantio para as cultivares selecionadas previamente pelo projeto “Tecnologias para o desenvolvimento da viticultura catarinense”.

Universidade Federal De Pelotas
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-graduação em Agronomia



PROJETO DE PESQUISA PARA TESE DE DOUTORADO

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E DE QUALIDADE DE VINHOS FINOS
PRODUZIDOS EM REGIÃO DE ALTITUDE CATARINENSE COM CULTIVARES
ITALIANAS DE VIDEIRA (*VITIS VINIFERA*) EM DIFERENTES PORTA-ENXERTOS
E DENSIDADE DE PLANTIO**

Eng.^a Agrônoma Izabel Camacho Nardello

Projeto de Tese sob a orientação do Prof. Dr. Marcelo Barbosa Malgarim, apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fruticultura de Clima Temperado, da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Pelotas, Rio Grande do Sul - Rrasil

Outubro de 2018

Identificação

Nome da Doutoranda: Izabel Camacho Nardello

Orientador: Marcelo Barbosa Malgarim

Coorientador: André Luiz Kulkamp de Souza

Departamento: Fitotecnia

Linha de Pesquisa: Ecofisiologia e Manejo da Produção Frutícola

Titulação: Engenheira Agrônoma

Período da Pesquisa: Início: 2018 Término: 2021

Área de conhecimento: Ciências Agrárias

2. PROJETO DE PESQUISA

Título:

Características produtivas e de qualidade de vinhos finos produzidos em região de altitude catarinense com cultivares italianas de videira (*Vitis vinifera*) em diferentes porta-enxertos e densidade de plantio

Equipe:

Izabel Camacho Nardello, Engenheira Agrônoma, Discente do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Fruticultura de Clima Temperado, nível de doutorado, bolsista CAPES, FAEM / UFPel

Marcelo Barbosa Malgarim, Engenheiro Agrônomo, Doutor. Universidade Federal de Pelotas. Orientador.

André Luiz Kulkamp de Souza, Engenheiro Agrônomo, Doutor. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Coorientador.

Vagner Brasil Costa, Engenheiro Agrônomo, Enólogo, Doutor. Universidade Federal do Pampa – Campus Dom Pedrito. Colaborador.

Vinícius Caliari, Químico Industrial, Doutor. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Colaborador.

Instituições:

Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Departamento de Fitotecnia (DFt), Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Fruticultura de Clima Temperado.

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri).
Estação experimental de Videira-SC.

1- Introdução

O setor vitícola brasileiro reflete em ganhos econômicos e sociais ao país pela geração de emprego e renda, nos mais diversos segmentos de produção, que vão desde a produção da uva para consumo *in natura*, até as destinadas ao processamento, na elaboração de vinhos finos, vinhos de mesa, espumantes, sucos de uva, destilados e vinagres. O potencial da atividade tem atraído investimentos privados consideráveis, tanto em regiões tradicionais como novas. E, coexistindo com as grandes empresas, ainda prevalece uma forte identidade da agricultura familiar, de forma que a atividade constitui um fator chave para a economia de diversos municípios, em pelo menos 12 estados brasileiros, proporcionando benefícios nos índices de qualidade de vida, geração de emprego, renda e fixação do produtor no campo (ZANUS, 2015).

O Rio Grande do sul, destaca-se como principal estado produtor, representando cerca de 65% da produção nacional (CALIARI et al., 2017) Segundo o levantamento realizado pela CONAB (2018), as últimas três safras foram marcadas por momentos de instabilidade, com quebra recorde na produção em 2016, devido a fatores climáticos e ataque de doenças, voltando a se recuperar em 2017 com a maior safra registrada da história, apontando uma produção de mais de 753,3 mil toneladas de uvas destinadas ao processamento. Em 2018 de um modo geral, ocorreu antecipação da colheita da uva, devido principalmente a um inverno pouco rigoroso, adiantando as brotações e a maturação dos frutos. Apesar disto, a produção desse ano ficou dentro da normalidade, com mais de 600 mil toneladas de uvas destinadas ao processamento (EMATER/RS, 2018).

O estado de Santa Catarina encontra-se na quarta posição em relação a produção de uva brasileira, no entanto, em relação ao beneficiamento de vinhos e mosto, o estado é o segundo maior produtor (CALIARI et al., 2017), absorvendo cerca

de 29% de uvas do estado do Rio Grande do Sul e 1,8% de uvas do estado do Paraná (CALIARI, 2017). A produção do estado situa-se tradicionalmente no Vale do Rio do Peixe e Vales da Goethe, com expressivo cultivo e beneficiamento de uvas comuns e híbridas, devido a facilidade de manejo. No entanto o cultivo de uvas finas para beneficiamento de vinhos finos e espumantes tem sido incrementado, principalmente nas regiões de altitude, de forma a atender a disposição do aumento de consumo de vinhos finos e espumantes no Brasil (CALIARI, 2017).

As regiões de elevada altitude de Santa Catarina, estão entre as melhores regiões brasileiras para produção de uvas viníferas, destinadas a elaboração de vinhos finos e espumantes, com características próprias e distintas das demais regiões produtoras do país, permitindo a elaboração de produtos com alta qualidade e potencial enológico, (BORGHEZAN et al., 2011; MALINOVSKI et al., 2016a; MUNIZ et al., 2015). Nessas regiões, o ciclo da planta é maior, o que contribui para um prolongamento do período de maturação, favorecendo o acúmulo de açúcares e compostos fenólicos nos frutos (BORGHEZAN et al., 2011; CALIARI et al., 2016).

Contudo, é característico das cultivares viníferas, a grande influência das condições ambientais sobre as características fenológicas e produtivas, devendo-se esta influência ser conhecida para cada cultivar e região de produção (ROSA, et al. 2014; TOMAZETTI, et al. 2015). Outra característica que deve ser considerada é a relação do cultivar copa com o porta-enxerto, uma vez que esta pode influenciar o vigor das plantas e assim as características de qualidade das uvas (BRIGHENTI et al. 2010, 2011).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho é avaliar a relação e a influência de cinco porta-enxertos e três espaçamentos sobre a fenologia e qualidade das uvas de cinco cultivares de videiras (*V. viniferas*) produzidas em Água Doce-SC.

1.1 - Justificativa

Na introdução de novas cultivares, o conhecimento da fenologia permite a caracterização das fases de desenvolvimento da videira em relação ao clima, além de ser utilizada para interpretar como a cultura interage com as diferentes regiões climáticas. Da mesma forma, o conhecimento das interações entre porta-enxerto e copa devem ser conhecidos para cada combinação, assim como as características agrônomicas do cultivar copa são influenciadas pelo porta-enxerto, a interação entre

elas e a região de produção pode sofrer variações, fazendo-se necessário trabalhos de pesquisa de forma a facilitar a escolha mais adequada para cada região.

Afim de caracterizar novas regiões potenciais para a vitivinicultura, foi desenvolvido o projeto “Tecnologia para o desenvolvimento da agricultura catarinense”, uma parceria entre a Província Autônoma de Trento através da Fondazione Edmund Mach/Istituto San Michele all’Adige e a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural Catarinense (Epagri) juntamente com a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), a qual introduziu 36 novas cultivares de uvas Italianas, estudando seu potencial nas regiões de altitude elevada no estado de Santa Catarina, ampliando as opções de exploração para vitivinicultura, onde anteriormente era predominante o cultivo de cultivares Francesas como, Cabernet Sauvignon, Merlot, Chardonnay e Sauvignon Blanc, provando haver cultivares Italianas com ótimo potencial vitivinícola para região.

Nesse sentido, se tornou necessário uma continuação do estudo, avaliando-se apenas as cinco cultivares mais promissoras, com maior número de plantas e estudando a adequação do porta-enxerto e espaçamento para cada cultivar, afim de obter o maior potencial da copa e qualidade de vinho, visto que o porta-enxerto influencia o crescimento vegetativo, a produção e qualidade dos cachos da videira, além de sofrer grande interferência edafoclimáticas e responder individualmente de acordo com a copa enxertada.

1.2- Objetivo Geral:

Avaliar os aspectos produtivos e de qualidade das uvas e do vinho das cultivares de uva (*V. vinifera*) ‘Sangiovese’, ‘Rebo’, ‘Manzoni bianco’, ‘Garganega’ e ‘Vermentino’ com os porta-enxertos ‘101-14 MGt’, ‘IAC 572’, ‘Paulsen 1103’, ‘Harmony’ e ‘VR 043-43’ e os espaçamentos entre plantas de 1,0, 1,2 e 1,5.

1.3- Objetivos Específicos:

Identificar entre as cultivares copa e porta-enxertos a combinação que mais se adapta a região de altitude de Santa Catarina;

Avaliar os aspectos vegetativos, produtivos e fenológicos das plantas; a maturação tecnológica e fenólica das uvas; e a qualidade enológica dos vinhos através de análises físico-químicas e sensoriais;

Identificar entre as combinações selecionadas, o espaçamento ideal entre plantas;

Ampliar a gama de cultivares de uva existentes na região para a elaboração de vinhos, de forma a diminuir a dependência de matéria prima vinda de outros estados produtores;

Definir a identidade dos vinhos produzidos em regiões de altitude, visando melhorar as práticas de produção e fabricação para alcançar o máximo potencial de qualidade;

Ampliar a competitividade do estado de Santa Catarina em relação a produção de uvas finas e vinhos finos de elevada qualidade.

1.4- Metas

Indicar ao final da pesquisa, a melhor combinação de copa/porta-enxerto para cada cultivar na região de Água Doce-SC;

Conhecer dentre as cultivares italianas selecionadas, a que apresenta as melhores características para elaboração de vinhos tintos na região do Planalto catarinense (Água Doce);

Conhecer dentre as cultivares italianas selecionadas, a que apresenta as melhores características para elaboração de vinhos brancos na região de Água Doce-SC;

Indicar ao final da pesquisa, o espaçamento ideal entre plantas, utilizando-se a melhor combinação copa/porta-enxerto;

Ao final das atividades desenvolvidas, publicar os resultados obtidos na forma de artigos científicos, em revistas especializadas;

Divulgar os resultados obtidos juntamente com a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Estação Experimental de Videira (Videira, SC/Brasil), para os produtores e toda comunidade científica.

2- Fundamentação teórica:

2.1- A Viticultura

A origem da videira perde-se no tempo, antes até mesmo ao surgimento da humanidade. A família das Vitáceas, compreende mais de dez gêneros de lianas, dentre as quais incluem-se os gêneros *Parthenocissus* de vinhas silvestres, originárias da Ásia e América do Norte e o gênero *Vitis*, originário das zonas temperadas do hemisfério norte (REYNIER, 1995), sendo este último o único considerado de importância agrícola na família Vitaceae (THIS et al., 2006). Não se sabe ao certo o período e local em que ocorrera a domesticação da videira e se diferentes eventos independentes de domesticação ocorreram (THIS et al., 2006), porém atribui-se a domesticação da videira a descoberta do vinho.

McGover (2003), em seu estudo menciona que as primeiras evidências de elaboração de vinhos datam acerca de 7.000 à 7.400 a.C. no Irã, e que a religião foi de alta relevância no estabelecimento e disseminação da viticultura antiga, por ser a bebida consumida em cultos de diversos deuses. Com os romanos a viticultura acompanhou a disseminação do império durante os séculos I e II associada ao Deus Osíris, como forma de impor seus costumes as terras que conquistavam, após, com a Igreja Católica, as cruzadas do século XV, disseminaram a viticultura nas ilhas Canárias e Madeira, atingindo a África do Sul, Austrália e América. Já no norte da África, Espanha e Oriente Médio, foi o crescimento do islamismo que colaborou para a expansão da vitivinicultura.

A introdução da uva no Brasil data de 1532 por Martim Afonso de Souza, que trouxe as primeiras videiras de *V. vinifera* L. para a capitania de São Vicente, atual Estado de São Paulo, onde Brás Cubas, após fundar a Vila dos Santos, manda cultivar as cepas trazidas de Portugal, nas encostas da Serra do mar, onde hoje localiza-se a cidade de Cubatão, não obtendo êxito. Em segunda tentativa, quando implantou o vinhedo pelos lados de Tatuapé obteve êxito, iniciando dessa forma uma importante riqueza da cidade de São Paulo, devido a elaboração de vinhos e derivados. Mais tarde em 1785, a coroa Portuguesa proíbe toda a atividade manufactureira no Brasil, o que somado ao êxodo rural que ocorria na época, em direção as minas, levou o cultivo das vinhas ao esquecimento (SOUZA, 1996; VALDUGA, 2017).

A viticultura chegou ao Sul do Brasil devido a necessidade de ocupação territorial após Don Pedro I se tornar o Imperador do Brasil, permitindo a migração de alemães para a colônia de São Leopoldo, próximo a Porto Alegre em 1824, trazendo as primeiras castas de *V. vinifera*. Porém foi impulsionada apenas após 1870, com a chegada dos imigrantes Italianos, e a introdução da primeira cultivar *V. labrusca* cv.

Isabel, fornecendo base para o estabelecimento da viticultura gaúcha (MELLO, 2010). Contudo, em meados do século XX o cultivo de uvas finas ganhou novamente espaço, expandindo a produção para regiões de clima temperado, tropical e subtropical no país (CAMARGO et.al., 2011), estabelecendo-se como cultura de grande importância econômica e social até os dias atuais.

No mundo, segundo dados da Organização Internacional da Uva e do Vinho (2018), em 2017 foram cultivados cerca de 7,6 milhões de hectares de vinhedos, sendo a Espanha com a maior área cultivada (796 mil ha), seguido da China (870 mil ha) e França (695 mil ha). Na América do Sul, a Argentina possui a maior área cultivada (223 mil ha), seguida pelo Chile (209 mil ha). O Brasil conta com uma área de 86 mil hectares, distribuídas principalmente entre cultivares de *V. vinifera* e *V. labrusca* (apud CONAB, 2018).

No Brasil, o cultivo da videira tem proporcionado a agricultura familiar e as pequenas agroindústrias agregação de valor com as atividades de elaboração de vinhos e sucos de uva, além da comercialização da uva in natura e do turismo gastronômico tornando-se, portanto, uma importante ferramenta para a valorização da agricultura familiar e para o desenvolvimento territorial (MELLO, 2016). A produção vitícola movimenta cerca de 30 mil famílias que tem na viticultura a principal geração de renda, produzindo desde uvas de mesa até vinhos finos, espumantes e vinagres (ZANUS, 2015).

2.2- Cultivares de uva para vinhos

Existem no mundo milhares de cultivares de uvas. A grande diversidade genética, aliada a fácil propagação assexuada, levou a um número expressivo de cultivares, proporcionando opções mais adequadas as peculiaridades de cada região, visando a produção de uva para consumo in natura ou uvas para beneficiamento, seja como sucos, vinhos ou derivados. Porém, mesmo com toda essa diversidade genética, o número de cultivares utilizadas em escala comercial de cada região produtora é relativamente pequeno (LEÃO et al., 2009). No tocante a produção de vinhos, podemos classificá-los basicamente em dois tipos: os vinhos finos, elaborados com uvas *V. vinifera*, e os vinhos de mesa, elaborados com uvas comuns *V. labrusca* e cultivares híbridas interespecíficas. Devido a maior rusticidade e adaptação, a *V. labrusca* compõe a maior parcela dos vinhedos do país, sua dupla finalidade tanto

para produção de sucos quanto para vinhos corrobora com a preferência de cultivo dessa cultivar (LEÃO et al., 2009).

No entanto tem ocorrido uma mudança de perfil dos consumidores de vinho no Brasil, com a entrada de um público mais jovem com preferência por vinhos finos (de uvas *V. vinifera*) de qualidade, que sofrem grande competição com vinhos produzidos no Chile e Argentina que possuem melhor relação preço-qualidade. Forçando o mercado da indústria vitícola buscar estratégias com cultivares interessantes e produtivas para cada região, que possam atribuir características de cada *terroir* aos vinhos (CALIARI et al., 2016).

A difusão de castas viníferas iniciou-se no Brasil na década de 50, com o plantio dos primeiros *terroir* de uvas Italianas, porém, logo foram substituídas por castas de origem francesa, como Cabernet Franc e Merlot para a produção dos primeiros vinhos varietais, e na década de 70, a preferência pelas castas Cabernet Sauvignon, Tannat, Sémillon e Chardonnay, entre outras, com maioria de origem Francesa formaram boa parte dos *terroir* brasileiros destinados a produção de vinhos finos (CAMARGO et al., 2011). No entanto, existem outros centros de origem com uvas de alta qualidade enológica, entre eles os de origem Italianas, que podem ser usados como alternativa de expansão, explorando o potencial de cada região vitícola.

Neste sentido, estudos realizados no estado de Santa Catarina através do projeto “Tecnologia para o desenvolvimento da agricultura catarinense”, uma parceria entre a Província Autônoma de Trento através da *Fondazione* Edmund Mach/Istituto San Michele all’Adige e a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural Catarinense (Epagri) juntamente com a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), com o objetivo de incentivar o desenvolvimento da vitivinicultura no estado, em destaque nas regiões de altitude, introduziram 36 cultivares de *Vitis vinifera* em quatro unidades experimentais, localizadas nos municípios de São Joaquim, Campos Novos, Água Doce e Tangará no ano de 2006 com 13 cultivares brancas: Chardonnay, Prosecco, Viognier, Vermentino, Greco di Tufo, Fiano, Incrocio Manzoni, Riesling Renano, Verdicchio, Sauvignon Blanc, Garganega e Coda di Volpe e, 23 tintas: Pinot Grigio, Aglianico, Ancellotta, Primitivo, Barbera, Nebbiolo, Pinot Nero, Sangiovese, Croatina, Uva di Tróia, Lambrusco Grasparossa, Negroamaro, Malvasia Nera, Merlot, Syrah, Nero D’Avola, Teroldego, Aleatico, Sagrantino, Cannaiolo Nero, Lagrein, Montepulciano, Rebo e Cabernet Sauvignon.

Deste estudo, destacaram-se cinco, que obtiveram os maiores desempenhos agronômicos nos *terroir* de altitude (PORRO et al., 2016), as quais serão brevemente descritas logo abaixo e figuram como instrumento deste estudo.

Cultivares de uvas brancas:

- GARGANEGA: De origem desconhecida, estudos relatam seu cultivo nas províncias de Verona, Vicenza e sobre os Colli Euganei. Cultivar de notável vigor, produz cachos de peso médio-alto, que dão origem a vinhos de cor amarelo-palha, sem aromaticidade de destaque, mas com pequena gama de aromas, dos quais destacam-se os de amêndoas e flores brancas. Na boca é seco e delicadamente amargo, sustentado por uma acidez de teor correto e sensações aveludadas. A fenologia no estado de Santa Catarina é caracterizada por brotações tardias, floração e *veraison* médias e maturação tardia (PORRO et al., 2016). Em regiões de altitude de Santa Catarina, a cultivar apresentou alto teor de sólidos solúveis, chegando a 20,1°Brix, indicando sua aptidão natural na região para elaboração de vinhos de qualidade (MALINOVSKI et al., 2016a), e níveis elevados de acidez titulável, característica desejável para obtenção de vinhos tranquilos ou espumantes (PORRO et al., 2016). Estudos demonstram a grande plasticidade das bagas dessa cultivar em relação a diferentes condições pedoclimáticas, determinado sua maturação, acúmulo açúcares e compostos fenólicos (DAL SANTO et al., 2016; ZENONI et al., 2017), o que permite a produção de diferentes vinhos da mesma cultivar e a adaptação da cultivar a diversas regiões de cultivo (ZENONI et al., 2017), tornando necessário seu estudo e caracterização nos diferentes *terroir*.

- MANZONI BIANCO: Cultivada amplamente em todo o território italiano, essa cultivar é originária do cruzamento entre Riesling Renano e Pinot Bianco, pelo pesquisador Luigi Manzoni. Também conhecida como Incrocio Manzoni, I.M. 6.0.13 ou 6.0.13 (PORRO et al., 2016), nas regiões com altitude acima de 900 metros do estado de Santa Catarina, possui média produtividade sendo indicada para produção de vinhos e espumantes, é suscetível às principais doenças da videira, como míldio, oídio e antracnose (SOUZA et al., 2017), possui crescimento ereto, de vigor médio e boa fertilidade, produz cachos de peso médio-baixo, que dão origem a vinhos de cor amarelo-palha com reflexos esverdeados, de perfume delicado e levemente aromático. Na boca, apresenta-se aveludada, com bom corpo e fresco, mantendo um bom sabor. É utilizada em *assemblage* como melhorador ou vinificada de forma varietal. Sua fenologia em Santa Catarina é marcada por brotações, florações,

veraison e maturação média (PORRO et al., 2016). A cultivar apresentou satisfatório acúmulo de sólidos solúveis quando cultivada nos *terroir* catarinenses e elevada acidez total titulável, possibilitando a obtenção de vinhos tranquilos com possibilidade de envelhecimento (PORRO et al., 2016; WÜRZ et al., 2017).

- VERMENTINO: Não existem dados concretos quanto a sua origem, no entanto acredita-se que possa ser originado da Espanha. Também conhecido por Pigato, Favorita, Piccabon e Formentino, possui crescimento semiereto, fertilidade média-elevada e produz cachos de peso médio-elevado. Seus vinhos são de cor amarelo-palha com reflexos esverdeados, de aromas finos e delicados com uma leve nota amarga. Em Santa Catarina, sua fenologia é marcada por brotações e florações médias, *veraison* tardias e maturação média (PORRO et al., 2016), nas regiões de altitude acima de 900 metros apresentou alta produtividade, sendo recomendada para produção de vinhos e espumantes (SOUZA et al., 2017), no entanto, ainda pode ser utilizada como uva de mesa, ou suas sementes na elaboração de doces caseiros (CALÒ et al., 2006). Brighenti et al. (2014), em pesquisa observou a duração de 50 a 55 dias entre a mudança de cor até maturação das bagas, relacionando o fato a menor necessidade de graus dia para completar a maturação quando cultivadas em altitudes mais elevadas e clima frio, elevando assim a qualidade das uvas. Malinovski et al. (2016), ao estudar o comportamento da cultivar em Água Doce –SC, observou o alongamento do ciclo de crescimento da planta, e conseqüentemente uma mudança no tempo dos estágios fenológicos da videira.

Cultivares de uvas tintas:

- REBO: Cultivar obtida do cruzamento entre Merlot e Teroldego em Trentino na Itália, também é conhecida como Incrocio Rigotti 107/3. É uma cultivar de crescimento semiereto e vigor médio, com boa fertilidade de gemas, produzindo cachos de peso médio baixo, que dão origem a vinhos de cor vermelho-rubi intenso com aroma delicado e agradável e sabor suave, corretamente tânico e refinado. De fenologia característica com brotações precoces, floração e *veraison* tardias e maturação média no estado de Santa Catarina (PORRO et al., 2016). Nas regiões de altitude acima de 900 metros da serra Catarinense apresentou média produtividade, com maturação ocorrendo no mês de março (SOUZA et al., 2017), é utilizada para vinificação, podendo ser substituída do cultivar Merlot, pois esta apresenta problemas de baixa frutificação (CALÒ et al., 2006). Na serra Catarinense, a cultivar apresentou elevados teores de sólidos solúveis totais, antocianinas monoméricas totais e

polifenóis totais, além de valores intermediários de acidez titulável total (BRIGHENTI et al., 2014; PORRO et al., 2016).

- SANGIOVESE: Presume-se que seu centro de origem seja na Toscana, possui várias sinonímias como Brunello, Calabrese, Cardisco, Maglioppa, Morellino, Nerino, Pignolo, Riminese, Sangiovetto e Nielluccio (Córsega). De crescimento semiereto e vigor notável, possui boa fertilidade e produz cachos de peso médio-elevado. Seus vinhos são de cor vermelho-rubi intenso, com destaque de aromas de violetas e flores vermelhas, seguidos de frutas vermelhas e ameixa madura. Seu sabor é aveludado e macio, mantendo uma grande estrutura. Sua fenologia no estado de Santa Catarina é marcada por brotações, florações e *veraison* médias com maturação média-tardia (PORRO et al., 2016). É uma das cultivares mais cultivadas na Itália, com boa adaptação em cortes com Montepulciano ou Cabernet Sauvignon, conferindo aos vinhos coloração mais estável no envelhecimento, acrescentando aromas e acidez. É também a principal componente de D.O.C.G. como Brunello di Montalcino, Carmignano, Chianti, Chianti Classico e Vino Nobile di Montepulciano, além de fazer parte de diversos D.O.C como Bardolino, Valpolicella, Sangiovese di Romagna, Montefalco, Rosso Piceno, Garda Orientale e Valdadige (CALÒ et al., 2006).

2.3- Uso de porta-enxertos em viticultura

O uso de porta-enxertos na viticultura teve início no século XIX, devido a introdução acidental nos vinhedos europeus de um inseto natural da região de Mississippi (EUA), conhecido como filoxera (*Daktulosphaira vitifolii*). Esse fato obrigou o uso de espécies selvagens de videiras americanas resistentes como porta-enxerto, e assim, a resistência a filoxera tornou-se o primeiro critério para seleção de porta-enxertos. No entanto, outros problemas surgiram, como as cloroses férricas induzidas pelo excesso de cálcio nos solos europeus, impulsionando as pesquisas em melhoramento a desenvolverem porta-enxertos que viessem a solucionar tais problemas (SOARES; LEÃO, 2009).

Além dos fatores relacionados a resistência, o porta-enxerto influencia a produção e a qualidade da videira, sofrendo grande interferência edafoclimáticas e respondendo de forma diferente em relação a cultivar copa sobre ele enxertada (HARTMANN E KESTER, 1990).

Atualmente, existe grande número de porta-enxertos disponíveis no mercado, cada um deles com suas peculiaridades, conferindo vantagens ou deficiências ao

enxerto. Nesse sentido, apenas à experimentação agrícola pode determinar com segurança qual o porta-enxerto adequado as necessidades do cultivar copa e região onde será implantado o *terroir*. Nesse estudo abordaremos brevemente cinco cultivares de porta-enxertos que serão utilizados em combinação com cinco cultivares copa de *V. vinifera* (uvas tintas, ‘Sangiovese’ e ‘Rebo’; uvas brancas ‘Manzoni bianco’, ‘Garganega’ e ‘Vermentino’) escolhidas para o desenvolvimento do *terroir* na região de Água Doce-SC.

Cultivar ‘101-14 MGt’: Resultante do cruzamento entre *Vitis riparia* e *Vitis rupestris*, foi desenvolvida em 1882 na França por Alexis Millardet e Charles de Grasset (RIBAS; CONAGIN, 1957). Este porta-enxerto confere boa proteção contra a filoxera, e facilidade de enraizamento, tendo normalmente boa pega na enxertia (COUSINS, 2005). Suas raízes são bem ramificadas e superficiais, o que confere boa adaptabilidade a solos argilosos e com alta retenção de água, no entanto não tolera solos secos (DRY, 2007). O efeito esperado em combinação com a copa é de diminuir o vigor e antecipar a maturação (DRY, 2007).

Cultivar ‘IAC 572’: Obtido do cruzamento entre *Vitis caribaea* e *V. riparia* x *V. rupestris* (‘101-14 MGt’) em 1954, através de pesquisas no Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, por Santos Neto (Camargo, 1998). Este porta-enxerto apresenta fácil enraizamento e bom índice de sobrevivência quando transplantado para o campo (NACHTIGAL, 2000), com alto vigor e boa adaptação a vários tipos de solo (CAMARGO, 1998; POMMER, 2000), também tolera solos ácidos e pobres em nutrientes (ALVARENGA, 2002), além disso, confere resistência às principais doenças e tem sido usado com bastante frequência na região sudeste do Brasil (CAMARGO, 1998; POMMER, 2000).

Cultivar ‘Paulsen 1103’: Selecionado no Sul da Itália em 1895, resulta do cruzamento entre *Vitis berlandieri* e *Vitis rupestris* (JAHNKE et al., 2011). É considerado vigoroso e apresenta bom pegamento tanto na enxertia à campo, quanto na de mesa, imprimindo médio-alto vigor à copa (CAMARGO, 2003). Adapta-se a solos de textura arenosa à argilosa, tolera seca, umidade e calcário ativo até 20%, além de ser tolerante ao alumínio e resistente à carência de magnésio, sendo que, o pH ideal deve variar entre 5,5 e 7. Sua resistência à praga filoxera é média, sendo resistente a *Xiphinema* e a *Meloidogyne*, apresenta-se também moderadamente resistente à fusariose (CHRISTENSEN, 2003; GIOVANNINI, 2014). Seu uso é indicado em cultivares americanas e híbridas para solos de baixa a média fertilidade

e cultivares viníferas em solos de média fertilidade, sendo o porta-enxerto mais recomendado para o Rio Grande do Sul e Santa Catarina (GIOVANNINI, 2014).

Cultivar Harmony: Obtida do cruzamento entre as seleções Solonis x Courdec 1613 e Dog Ridge (*Vitis champinii*), em 1955. Apresenta moderada resistência a filoxera e elevada resistência a nematóides. Adapta-se bem a solos arenosos, proporcionando vigor moderado as cultivares copa nele enxertadas (LEÃO et al., 2009).

Cultivar '043-43': Lançado na Califórnia, este híbrido resulta do cruzamento entre *Vitis vinifera* e *Vitis rotundifolia*, apresenta resistência a Fusariose e alta tolerância a pérola-da-terra e nematóides (TORREGROSA; LOPEZ, 1996). Segundo Torregrosa e Bouquet (1995), existe incompatibilidade genética da espécie *V. rotundifolia* ($2n=40$) para uso como porta-enxerto das cultivares comerciais de videira ($2n=38$), e para solucionar esse problema, são desenvolvidos híbridos interespecíficos. Good Junior et al. (1982) ressalta a extrema dificuldade de enraizamento das estacas na propagação de híbridos de *V. rotundifolia*, o que torna sua utilização limitada.

2.4- Interação copa/porta-enxerto na qualidade de videiras

Estudos mostraram que, além do porta-enxerto conferir resistência às principais pragas de solo, ele também influencia o crescimento vegetativo, a produção e a qualidade dos cachos da videira, respondendo diferentemente em relação a cultivar copa sobre ele enxertada e as interferências edafoclimáticas típicas de cada região produtora (HARTMANN E KESTER, 1990; MONTEIRO, 1999; GOMES et al., 2007). Em plantas enxertadas, as funções metabólicas estão repartidas em dois genótipos diferentes, tendo o sistema foliar do enxerto a função de assegurar a produção de fotoassimilados e o sistema radicular do porta-enxerto fornecer a nutrição hídrica e mineral (CLÍMACO et al., 2003).

Para cada combinação copa/porta-enxerto existe um equilíbrio fisiológico ou grau de afinidade que influencia o crescimento e a produção. Esse equilíbrio é resultante do mecanismo de reciprocidade entre porta-enxerto e copa, de forma que a busca pelas características desejadas tanto de raiz como de copa, sejam obtidas através dessa união, produzindo um interessante modelo biológico totalmente novo, com processos fisiológicos únicos, afetando o crescimento e o vigor, podendo afetar

a taxa de fertilidade das gemas e assim refletir diretamente na produtividade e qualidade das uvas (KOEPEKE; DHINGRA, 2013).

A adequação de vigor na parte aérea é importante, pois está intimamente ligado a produtividade e qualidade dos frutos, uma vez que brotos de pequeno vigor podem ser incapazes de manter uma carga de colheita razoável, ou quando em alto vigor pode ocorrer competição de recursos entre a porção vegetativa e os frutos, ocasionando adensamento da copa, aumentando o sombreamento do dossel, reduzindo o número de gemas frutíferas, e alterando a composição de açúcares e compostos fenólicos nos frutos, além de ocasionar maior número de operações como desbastes, elevando os custos do vinhedo (DRY e LOVEYS, 1998).

O vigor dos ramos pode ser definido através de sua taxa de crescimento, podendo ser caracterizado pela sua espessura, comprimento de entrenós ou ainda pela sua área foliar. A massa resultante da poda também pode ser considerada como medida de crescimento ao se comparar videiras com mesmo número de ramos (SHIKHAMANY, 1999). Em viticultura, o vigor conferido pelo porta-enxerto é medido pelo acúmulo de biomassa da parte aérea, sendo mais utilizado o peso da poda, ou seja, a massa dos ramos maduros, de um ano de idade, removidos no momento da poda (COOKSON; OLLAT, 2013).

Outro aspecto que pode ser pertinente à influência do porta-enxerto sobre a fertilidade de gemas é o balanço de citocinina pelos ápices radiculares, uma vez que é esta a região da planta de maior síntese de citocinina livre. A fertilidade de gemas da videira é subordinada a adequada relação citocinina/giberelina endógena durante os estádios de desenvolvimento dos primórdios de inflorescência (CHADHA e SHIKHAMANY, 1999). Neste sentido, o uso do porta-enxerto, por influenciar todo o crescimento e desenvolvimento da planta, pode também vir a influenciar todo o ciclo produtivo da copa (ALVARENGA et al., 2002; SATO et al., 2008; TECCHIO et al., 2011; TECCHIO et al., 2013).

Tecchio et al. (2011) realizando experimentos com porta-enxertos 'IAC 572' e 'IAC 766' com copa cv. Niágara Rosada, observou acréscimo do período de poda ao início da maturação e da poda a colheita de 6 e 11 dias respectivamente quando utilizada a cultivar 'IAC 572' como porta-enxerto, e associou o fenômeno ao vigor que o porta-enxerto proporcionou à copa. De mesma forma, Sato et al. (2008) associa a

duração do ciclo de produção da videira à combinação copa/porta-enxerto, atribuindo o acúmulo térmico a duração desse período.

A tolerância a seca proporcionada pelo porta-enxerto também varia de acordo com a sensibilidade do genótipo e seu efeito tem sido verificado sobre as relações hídricas e trocas gasosas da cultivar copa (TOUMI et al., 2007; SOUZA et al., 2009; TRAMONTINI et al., 2013). Para Serra (2014), o melhor desempenho de porta-enxertos de maior vigor em situação de deficiência hídrica está relacionado a maior condutividade hidráulica das raízes finas. Soar et al. (2006), observou efeito do porta-enxerto sobre a copa em termos de peso de poda, o fenômeno ao padrão de extração de fornecimento de água pelo porta-enxerto.

Normalmente a escolha de um porta-enxerto é determinada por suas características particulares, como tolerância a fungos e nematóides, as características do solo e condições de cultivo, bem como o objetivo da produção. No entanto devem ser consideradas ainda as características que essa interação transmite à copa, e conseqüentemente à uva e ao vinho (MIELE et al., 2009). Assim o estudo das relações entre copa/porta-enxerto, e as situações ambientais assumem particular relevância, devido a influência que exercem sobre a quantidade e qualidade da produção (CLIMACO et al., 2003).

2.5- Produção de uvas em regiões de altitude

A potencialidade de cada região em relação a produtividade de uma cultura é influenciada por diversos fatores. A interação dos elementos climáticos, como radiação solar, temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica com os do meio natural, como os tipos de solos e as técnicas de cultivo são considerados os principais fatores que definem a potencialidade das regiões produtoras (DELOIRE et al., 2005). Para a instalação de novos *terroir*, a altitude é outro importante fator a ser considerado, pois está diretamente ligada ao efeito térmico, considerando que a cada 100 metros de elevação de altitude represente uma diminuição de aproximadamente 0,6°C na temperatura do ar (TONIETTO; MANDELLI, 2003), influenciando diretamente nas características da uva e conseqüentemente a qualidade do vinho (FALCÃO et al., 2007).

Segundo Brighenti e Tonietto (2004), entre as características que influenciam diretamente o ciclo de desenvolvimento da videira estão: a altitude elevada (acima de 900 metros), a baixa latitude (28°), baixos índices de precipitação pluviométrica e

temperatura, com noites frias durante o período de maturação. A combinação desses fatores favorece o aumento do ciclo fenológico da videira, possibilitando a maturação completa da uva e o maior acúmulo de compostos químicos de interesse (DELOIRE et al., 2005), uma vez que influenciam no metabolismo da videira, reduzindo o crescimento das plantas e retardando o amadurecimento dos frutos, permitindo a completa maturação fisiológica (FALCÃO et al., 2007; BORGHEZAN et al., 2011; CALIARI et al., 2016).

Nos vinhedos com altitude elevada, o ciclo das plantas é maior, fazendo com que o início da brotação ocorra precocemente e a maturação mais tardiamente, contribuindo para que a colheita ocorra em períodos de menor precipitação pluviométrica, permitindo a maior sanidade dos frutos e incremento de sólidos solúveis nas uvas, além de favorecer o acúmulo de polifenóis totais, devido a menor taxa de fotorrespiração que ocorre nas regiões de altitude, ocasionada pela diminuição das temperaturas noturnas (CALIARI et al., 2016). Para Malinovski et al. (2016b), a duração dos estágios fenológicos de cada cultivar de videira depende da interação entre genótipo e ambiente, particularmente as médias das temperaturas ambientais locais, onde as regiões de maior altitude apresentam as menores médias de temperatura, conseqüentemente alterando o ciclo fenológico das videiras.

Diversos estudos têm mostrado a elevada qualidade das uvas e dos vinhos produzidos em regiões de altitudes, com características peculiares as outras regiões produtoras, como por exemplo o maior acúmulo de compostos fenólicos que conferem qualidade aos vinhos e benefícios à saúde humana (BURIN et al., 2011; BRIGHENTI et al., 2015; CALIARI et al., 2016; MALINOVSKI et al., 2016a; MALINOVSKI et al., 2016b). Nesse sentido, o estado de Santa Catarina tem apresentado resultados significativos, se consolidando na produção de vinhos finos de altitude de grande qualidade, desenvolvendo novas regiões produtoras com capacidade de elaborar vinhos finos estruturados, fazendo com que o estado seja identificado como tendo as melhores regiões para a produção de vinhos finos no Brasil (CALIARI et al., 2016).

3- Material e métodos

3.1- Localização e delineamento dos experimentos

O vinhedo é localizado no município de Água Doce – SC (26°42'33.8"S e 51°29'26.8"L", 1250 metros de altitude), em uma vinícola privada (Villaggio Grando) que trabalha em parceria com a Epagri, onde em 2016 foi instalado o experimento

com as videiras, pomar conduzido em forma de espaldeira com espaçamento entre fileiras de 2,9 m, com as cinco cultivares italianas (*V. vinifera* L.) selecionadas por desempenho agrônômico e qualidade de vinho, do Projeto Trento SC 2006.

As amostras serão colhidas e levadas aos laboratórios da Estação Experimental da Epagri de Videira (Videira, SC/Brasil) para realização da microvinificação, análises físico-químicas e sensoriais.

Os tratamentos estudados consistem em cinco cultivares copa ('Sangiovese', 'Rebo', 'Manzoni bianco', 'Garganega' e 'Vermentino') sob cinco diferentes porta-enxertos (101-14 MGt, IAC 572, Paulsen 1103, Harmony e 043-43) e três espaçamentos entre plantas (1,0; 1,2 e 1,5m).

O delineamento utilizado será o de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 5 x 3 (cinco cultivares copa, cinco porta-enxertos e três espaçamentos), totalizando 75 tratamentos, com quatro repetições. A parcela experimental será de cinco plantas, sendo avaliadas as três plantas centrais, totalizando 1.500 plantas.

3.2- Experimento 1: Avaliação vegetativa, fenológica, produção e de características físico-químicas das cultivares italianas 'Sangiovese', 'Rebo', 'Manzoni bianco', 'Garganega' e 'Vermentino' sob influência dos porta-enxertos 101-14, IAC572, Paulsen 1103, Harmony e VR 043-43 e de três espaçamentos entre plantas.

3.2.1- Metodologia

As características avaliadas serão:

Peso de poda de inverno: Os ramos podados durante a poda de inverno de cada parcela experimental serão pesados para determinação da massa fresca dos ramos e o resultado expresso em gramas por planta.

Fenologia: Serão avaliados os principais estádios fenológicos da videira: início de brotação; início plena e fim de floração, mudança de cor ou amolecimento das bagas (*verasion*) e maturação.

Número de cachos: Em ocasião da colheita, será contado o número de cachos produzidos por parcela experimental e dividido pelo número de plantas. O resultado será expresso como número médio de cachos por planta.

Massa média de cachos: Os cachos colhidos de cada parcela experimental serão pesados e o resultado será dividido pelo número de cachos. O resultado será expresso em gramas.

Produção por planta: Será realizada a pesagem dos cachos por planta. O resultado será expresso em quilogramas (Kg. planta⁻¹).

Produtividade estimada por hectare: Será obtida através do resultado da produção por planta multiplicado pelo número de plantas por hectare, sendo o resultado expresso em toneladas/hectare (t. ha⁻¹).

Índice de fertilidade: Obtido pela razão entre número de ramos e número de cachos por planta, sendo o resultado expresso em cachos por ramo.

Índice de Ravaz: Será obtido através da massa média dos cachos e peso da poda de inverno (kg de uva da safra anterior / kg de sarmentos).

Antocianinas totais: Conforme metodologia adaptada de Fuleki e Francis (1968).

Polifenóis totais: Conforme metodologia adaptada de Swain e Hillis (1959)

Atividade antioxidante: Conforme metodologia adaptada de Brand-Williams et al. (1995)

Sólidos solúveis totais: Será quantificado utilizando refratômetro digital modelo PAL-1 ATAGO, através da medida do índice de refração da amostra sendo os resultados expressos em °Brix

Acidez total titulável: Para sua quantificação será utilizado 10 mL de suco, homogeneizados em 90 mL de água destilada, posteriormente titulada com solução de NaOH (0,1N), até pH 8,2 (ponto de viragem), sendo os resultados expressos em g 100 g⁻¹ de ácido tartárico.

Potencial Hidrogeniônico (pH): A leitura será realizada com utilização de uma amostra do suco da uva (mosto) adicionando em um becker de 50ml, e posteriormente introduzindo o peagâmetro, com aferição e leitura do resultado.

3.3- Experimento 2: Avaliação da interação porta-enxerto-copa sob a qualidade físico-química e sensorial de vinhos tintos das cvs. 'Sangiovese', 'Rebo', 'Manzoni Bianco', 'Garganega' e 'Vermentino' cultivados em Água Doce-SC.

3.3.1- Metodologia

Serão realizadas cinco microvinificações por combinação copa/porta-enxerto, conforme sistema clássico de fermentação. Após microvinificação será realizada análise físico-química e sensorial dos tratamentos.

Para as análises físico-químicas, serão avaliados:

Densidade relativa (20/20°C), obtida através de densímetro de vidro Aton Paar, expressa em g.cm³;

Sólidos solúveis totais (°Brix), através de refrator eletrônico

Álcool (%v/v), O teor alcoólico será medido em balança hidrostática após a destilação em destilador enológico eletrônico da marca Gibertini;

Acidez total (mEq.L⁻¹), obtida através de titulação, com azul de bromotimol como indicador de final de reação, adicionando a solução de hidróxido de sódio 0,1N (NaOH) até a viragem, ou seja, até atingir a coloração azul a pH 7;

Acidez Volátil (mEq.L⁻¹), será realizada a separação dos ácidos voláteis através do arraste do vapor da água. O vinho foi acidificado com uma pequena quantidade de ácido tartárico, aproximadamente 0,25g para 10mL, antes do arraste pelo vapor. Acrescentam-se algumas gotas de fenolftaleína ao arraste e neutralizou-se com hidróxido de sódio 0,1 N, até o aparecimento da cor rosada;

Potencial Hidrogeniônico (pH), será efetuado diretamente no vinho, com peagômetro de bancada a temperatura de 20°C;

Açúcares redutores, conforme método de Lane-Eynon, com utilização do Reagente de Fehling;

Dióxido de Enxofre livre (mg. L⁻¹), conforme metodologia proposta por Amerine e Ough (1976).

Dióxido de Enxofre total (mg. L⁻¹), conforme metodologia proposta por Amerine e Ough (1976).

Polifenóis totais, conforme metodologia proposta por Amerine e Ough (1976).

Antocianinas totais (mg. L^{-1}), conforme metodologia proposta por Amerine e Ough (1976).

Taninos totais, será baseada na propriedade das proantocianidinas monômeras ou polimerizadas de originarem antocianinas por aquecimento em meio ácido. O método consiste na transformação das leucoantocianinas em antocianinas através da hidrólise ácida, que são identificadas através da medida em espectrofotômetro numa longitude de onda de 550nm.

Coloração, com o uso do espectrofotômetro da Konica Minolta, modelo CM-5, pesquisando as coordenadas L^* , a^* e b^* . Sendo que o L^* representa a luminosidade da amostra e os valores de a^* e b^* serão empregados nos cálculos da saturação (croma) e tonalidade ($^{\circ}\text{HUE}$) da cor, obtidas pelas seguintes fórmulas $C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$ e $H^{\circ} = \tan^{-1} (b^*/a^*)$ quando $a^* > 0$ e $b^* \geq 0$ $H^{\circ} = 180 + \tan^{-1} (b^*/a^*)$ quando $a^* < 0$, respectivamente, conforme recomendações de McGuire (1992)

Perfil aromático dos vinhos: Para a identificação e quantificação dos compostos voláteis, foi empregada extração por HS-SPME, utilizando uma fibra DVB/CAR/PDMS. As análises cromatográficas foram executadas em um cromatógrafo gasoso com detector FID. A identificação dos compostos de interesse foi efetuada através do tempo de retenção e a quantificação foi por padronização interna (4-metil 2- pentanol). O valor de atividade olfativa (OAV) foi calculado como a razão entre a concentração de cada composto e o limiar de percepção descrito na literatura.

Para as análises sensoriais serão convidados julgadores treinados em avaliação sensorial. Participarão de duas sessões de familiarização dos termos descritivos com os extremos dos atributos sensoriais avaliados bem como, seus respectivos materiais de referência.

3.4- Análise estatística

Os resultados obtidos serão submetidos à análise de variação, e quando significativo, serão submetidos ao teste de médias (Tukey, a 5% de probabilidade de erro), assim como do desdobramento da interação entre os fatores, caso exista.

4- Orçamento

Tabela 1. Material de consumo:

Descrição	Unidade	Custo total (R\$)
Vidrarias de laboratório	Unidade	3.000,00
Embalagens	Unidade	2.000,00
Material de conservação e limpeza	Unidade	2.000,00
Produtos químicos	Unidade	5.000,00
Combustíveis e lubrificantes	Litros	5.000,00
Subtotal		17.000,00

Tabela 2. Material Permantente:

Descrição	Unidade	Qty.	Preço unit. (R\$)	Custo total (R\$)
Cromatografia Líquida HPLC	Unidade	1	500.000,00	500.000,00
Colorímetro Minolta CR 400	Unidade	1	24.000,00	24.000,00
Balança digital	Unidade	1	1.300,00	1.300,00
Penetrômetro digital	Unidade	1	600,00	600,00
Refratômetro digital (AtagoPR32)	Unidade	1	1.200,00	1.200,00
Centrífuga	Unidade	1	260,00	260,00
Destilador enoquímico (Gibertini)	Unidade	1	50.000,00	50.000,00
Titulador automático (Gibertini)	Unidade	1	50.000,00	50.000,00
Balança hidrostática (Gibertini)	Unidade	1	50.000,00	50.000,00
Microcomputador	Unidade	1	2.000,00	2.000,00
Subtotal				665.860,00

Tabela 3. Outros Serviços:

Descrição	Unidade	Qnt.	Preço unit. (R\$)	Custo total (R\$)
Material bibliográfico	Unidade			2.000,00
Impressões	Unidade			200,00
Encadernações	Unidade			100,00
Divulgação dos resultados	Unidade			2.000,00
Subtotal				4.300,00

Tabela 4. Custo Total:

Descrição	Valor (R\$)
Material de consumo	17.000,00
Outros serviços	4.300,00
Imprevistos (10%)	2.130,00
Total	23.430,00

Tabela 5. Cronograma de execução:

Atividades	Meses											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2018												
Revisão Bibliográfica									X	X	X	X
Elaboração do Projeto									X	X		
2019												
Revisão Bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Execução do Tema 1									X	X	X	X
2020												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

Revisão Bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Execução do Tema 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Avaliação do Tema 1	X	X	X									
Execução do Tema 2	X	X	X	X								
Avaliação do Tema 2					X	X	X					
2021	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Avaliação do Tema 1	X	X	X									
Execução do Tema 2	X	X	X	X								
Avaliação do Tema 2					X	X	X					
Análises Estatísticas	X	X	X	X	X	X	X					
Redação	X	X	X	X	X	X	X					
Defesa									X			
Publicação									X			

6- Divulgação prevista

Os trabalhos serão apresentados em congressos e/ou reuniões técnicas e os artigos científicos serão publicados em revistas científicas com corpo editorial.

7- Referências bibliográficas

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

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

BRIGHENTI, A. F.; MALINOVSKI, L. I.; STEFANINI, M.; VIEIRA, H. J.; SILVA, A. L. Comparação entre as regiões vitícolas de São Joaquim-SC, Brasil e San Michele all'Adige–TN, Itália. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 37, p. 281-288, 2015.

BRIGHENTI, A.F.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A.A.; MADEIRA, F.C. Desponte dos ramos da videira e seu efeito na qualidade dos frutos de 'Merlot' sobre portaenxertos 'Paulsen 1103' e 'Couderc 3309'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 32, n. 1, p. 19-26, 2010.

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.096-102, 2011.

BRIGHENTI, E.; TONIETTO, J. 2004. O clima de São Joaquim para a viticultura de vinhos finos: Classificação pelo sistema CCM Geovitícola. In: XVIII Congresso Brasileiro de Fruticultura. Anais. CD-ROM. Florianópolis, 4p. 2004.

BURIN, V. M.; SILVA, A. L., MALINOVSKI, L. I.; ROSIER, J. P.; FALCÃO, L. D. Characterization and multivariate classification of grapes and wines of two Cabernet Sauvignon clones. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.46, n.5, p.474-481, maio 2011.

CALIARI, V. SOUZA, A.L.K.de. SOUZA, E.L.de. MUNIZ, J.N. Vitivinicultura Brasileira. In. PORRO, D. et al. (Orgs.). *Tecnologias para o desenvolvimento da Vitivinicultura de Santa Catarina*. 3.ed. Florianópolis: EPAGRI, 2016. p. 19-35.

CALIARI, V. Uva e vinho. In. EPAGRI/CEPA. *Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina*, Florianópolis, v. 1, 2017.

CALÒ A., SCIENZA, A., COSTACURTA, A. *Vitigni d'Italia*. Edagricole, Bologna, Italy, 2006. 919p.

CAMARGO, U. A. Porta-enxertos e cultivares de videira. In: Kuhn, G. B. (Org.). *Uvas viníferas para processamento em regiões de clima temperado*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003 (Sistema de Produção, 4). Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/Uvas_ViniferasRegioesClimaTemperado/cultivar.htm> Acesso em: 23 out. 2018.

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

CAMARGO, U.A; DIAS, M.F. Identificação ampelográfica de videiras americanas e híbridos cultivados na MRH 311. Bento Gonçalves: EMBRAPA-CNPUV, 1986, 40p. (Circular Técnica, 12).

CHRISTENSEN, L. P. Rootstock selection. In: BETTIGA, L. J. (Ed.). Wine grape varieties in California. Oakland: University of California (System), Division of Agriculture and Natural Resources, 2003. p. 12-15.

CLIMACO, P.; LOPES, C.M.; CARNEIRO, L.C.; CASTRO, R. Efeito da casta e do porta-enxerto no vigor e na produtividade da videira. Ciência e Tecnologia Vitícola, Dois Portos, v. 18, n. 1, p. 1-14, jul. 2003.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Análise mensal: Uva industrial, Abril 2018: Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2018. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 07 jul. 2018.

COOKSON, S. J.; OLLAT, N. Grafting with rootstocks induces extensive transcriptional re-programming in the shoot apical meristem of grapevine. BMC Plant Biology, v. 13, n. 147, p. 1-14, 2013.

COUSINS, P. Evolution, genetics, and breeding: Viticultural applications of the origins of our rootstocks. In: 2005 Rootstock Symposium, 2005, Osage Beach, MO, USA. Proceedings... Mountain Grove, MO: MVEC, 2005. p. 1-8.

DAL SANTO, S.; FASOLI, M.; NEGRI, S.; D'INCÀ, E.; VICENZI, N.; GUZZO, F.; TORNIELLI, G. B.; PEZZOTTI, M.; ZENONI, S. Plasticity of the Berry Ripening Program in a White Grape Variety. Frontiers in plant science, v.7, n.970, 2016.

DELOIRE, A.; VAUDOUR, E.; CAREY, V.; BONNARDOT, V.; VAN, L.C. Grapevine responses to terroir: une approche globale. Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin. v. 39, p. 149-162, 2005.

DOTA, F.M. Sistemática de la vid y características de sus principales especies. In: _____ Biología de la vid: fundamentos biológicos de la viticultura. Madrid: Mundi, 1991. Cap. 2, p. 29-43.

DRY, N. Grapevine Rootstocks: Selection and Management For South Australian Vineyard. Adelaide: Lythrum Press, 2007. 85 p.

DRY, P.; LOVEYS, B. R. Factors influencing grapevine vigour and the potential for control with partial rootzone drying. Australian Journal of Grape and Wine Research, v. 4, n. 3, p. 140-148, 1998.

EMATER. Rio grande do Sul/ASCAR. Informativo conjuntural nº 1.492. Elaboração: Gerência e Planejamento – GPL. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2018. Disponível em: <<http://www.emater.tche.br/site/>>. Acesso em: 07 jul. 2018.

FALCÃO, L. D.; DE REVEL, G.; PERELLO, M. C.; MOUTSIOU, A.; ZANUS, M. C.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. A 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. 3605–36012, 2007.

GIOVANNINI, E. Manual de viticultura. Porto Alegre: Bookman, 2014. 253 p. (Série Tekne).

GOMES, A. P. O.; GONÇALVES, N. P. da S.; BORGES, R. M. E. Estudo preliminar da compatibilidade da cultivar Thompson Seedless sobre 10 porta-enxertos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 4., 2007, São Lourenço. Anais... São Lourenço: Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, 2007. 1 CD-ROM.

GOOD JUNIOR, D.Z.; KREWER, G.W.; LANE, R.P.; DAINELL, J.W.; COUVILLON, G.A.; Rooting studies of dormant muscadine grape cuttings. HortScience, v. 7, n. 4, p. 644-645, 1982.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E. Propagación de plantas: principios y practicas. México: Continental, 1990. 760p.

JAHNKE, G. et al. Analysis of grape rootstocks by SSR markers. Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin, v. 45, n. 3, p. 199-210, 2011.

KOEPKE, T.; DHINGRA, A.; Rootstock scion somatogenetic interactions in perennial composite plants. Plant cell reports, v. 32, n. 9, p. 1321-1337, 2013.

LEÃO, P. C. de S.; POSSÍSIO, E. L. Principais Cultivares. In: Patrícia Coelho de Souza Leão; José Monteiro Soares. (Org.). A Viticultura no Semi-Árido Brasileiro. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2009, v.1, p. 149-214.

MALINOVSKI, L.I.; BRIGHENTI A.F.; BORGHEZAN, M.; GUERRA, M.P.; SILVA, A.L.; PORRO, D.; STEFANINI, M.; VIEIRA, H.J. Viticultural performance of Italian grapevines in high altitude regions of Santa Catarina state, Brazil. *Acta Horticulturae* 1115: p.203–210, 2016a.

MALINOVSKI, L.I.; VIEIRA, H.J.; CAMPOS, C.G.C.; STEFANINI, M.; SILVA, A.L.da. Climate and Phenology: Behavior of Autochthonous Italian Grapevine Varieties in the Uplands of Southern Brazil. *Journal of Agricultural Science*; v. 8, n. 5, p. 26-33, 2016b.

MCGOVERN, P. E. Ancient wine: the search for the origin of viniculture. Princeton: Princeton University Press, 2003.

MELLO, L. M. R. Vitivinicultura brasileira: panorama 2016. Bento Gonçalves: Embrapa, 2017. ISSN 1808-6802. (Comunicado técnico)

MELLO. E. C. de. A história do vinho no Brasil. 2010. Disponível em: <https://revistaadega.uol.com.br/artigo/a-historia-do-vinho-no-brasil_2629.html>. Acesso em: 20. Set. 2018.

MIELE, A.; RIZZON, L.A.; GIOVANNINI, E. Efeito do porta-enxerto no teor de nutrientes em tecidos da videira 'Cabernet Sauvignon'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 1141-1149, 2009.

MONTEIRO, F.F. Caracterização e identificação genética de castas de videira. *Boletim de Biotecnologia*, 63:5-9, 1999.

MUNIZ, J.N.; SIMON, S.; BRIGHENTI, A.F.; MALINOVSKI, L.I.; PANCERI, C.P.; VANDERLINDE, G.; WELTER, J.; DAL ZOTTO, D.; SILVA, A.L. Viticultural performance of Merlot and Cabernet Sauvignon (*Vitis viníferas*) cultivated in high altitude regions of southern Brazil. *Journal of Life Sciences*, n.9, p.399-410, 2015.

NACHTIGAL, J.C. Propagação e instalação da cultura da videira. In: BOLIANI, A. C; CORRÊA, L. de S. (Org.). *Cultura de Uvas de Mesa - do plantio à comercialização*. Jaboticabal: FUNEP, 2000. p. 81-106

POMMER, C. V. Cultivares de uva produzidos ou introduzidos pelo IAC. In: BOLIANI, A. C.; CORRÊA, L. de S. (Org.). Cultura de Uvas de Mesa - do plantio à comercialização. Jaboticabal: FUNEP, 2000. p. 51-68.

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

RIBAS, W.C. CONAGIN, A. Cultivares de cavalos de videira e sua melhor época de enraizamento. Bragantia: Boletim técnico do instituto agrônômico do estado de São Paulo – SP, Campinas, v. 16, n. 2, p.127 – 138, 1957.

ROSA, A.M., et al. Fertilidade e reservas de carbono e nitrogênio em gemas de ramos das viníferas 'Cabernet Sauvignon' e 'Nebíolo'. Revista Brasileira de Fruticultura, v.36, p.576-585, 2014.

SATO, A. J. et al. Fenologia e demanda térmica das videiras 'Isabel' e 'Rubea' sobre diferentes porta-enxertos na região Norte do Paraná. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 29, n. 2, p. 283-292, 2008.

SERRA, I. et al. Review: the interaction between rootstocks and cultivars (*Vitis vinifera* L.) to enhance drought tolerance in grapevine. Australian Journal of Grape and Wine Research, v. 20, n. 1, p. 1-14, 2014.

SHIKHAMANY, S. D. Physiology and cultural practices to produce seedless grapes in tropical environments. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 9., 1999, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1999. p. 43-48.

SOAR, C. J.; DRY, P. R.; LOVEYS, B. R. Scion photosynthesis and leaf gas exchange in *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz: mediation of rootstock effects via xylem sap ABA. Australian Journal of Grape and Wine Research, v. 12, n. 2, p. 82-96, 2006.

SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. S. A viticultura no Semiárido brasileiro. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2009. 756 p.

SOUZA, A.L.K.; SOUZA, E.L. DE; CALIARI, V.; DALBÓ, M.A.; BRIGHENTI, A.F.; BRUNA, E.D.; BRIGHENTI, E.; WESP, C. DE L. Uva. Avaliação de cultivares para o estado de Santa Catarina 2017-2018. Boletim técnico 176. EPAGRI, Florianópolis, 2017. 78p. Disponível em: < http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_epagri/BT/BT-176_Avaliacao-de-cultivares-2017-18.pdf> Acesso em: 08/11/2018.

SOUZA, C. R. et al. Water relations of field-grown grapevines in the São Francisco Valley, Brazil, under different rootstocks and irrigation strategies. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 66, n. 4, 436-446, 2009.

SOUZA, J. S. I. Uvas para o Brasil. Piracicaba. FEALQ. 1996

TECCHIO, M. A. et al. Efeito do porta-enxerto e da época de poda na duração das fases fenológicas e no acúmulo de graus-dia pela videira 'Niagara Rosada'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 1073-1080, 2013.

TECCHIO, M. A. et al. Fenologia e acúmulo de graus-dia da videira 'Niagara Rosada' cultivada ao noroeste do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 33, n. Especial, p. 248-254, 2011.

THIS, P., LACOMBE, T., THOMAS, M. R. Historical origins and genetic diversity of wine grapes. *TRENDS in Genetics*, 22(9): 511-519. 2006.

TOMAZETTI, Tiago Camponogara et al. Fenologia e acúmulo térmico em videiras viníferas na região da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. *Pesq. Agropec. Bras.*, [s.l.], v. 50, n. 11, p.1033-1041, nov. 2015. WINKLER, A.J. *Viticultura*. 6.ed. México: Editorial Continental, 1980. 791p.

TONIETTO, J.; MANDELLI, F. Uvas viníferas para processamento em região de clima temperado. *EMBRAPA Uva e Vinho*, versão eletrônica, 2003.

TORREGROSA, L. BOUQUET, A. In vitro propagation of *Vitis* x *Muscadinia* hybrids by microcuttings or axillary budding. *Vitis*, Geneva, v. 34, n. 4, p. 237-238, 1995.

TORREGROSA, L. LOPEZ, G. Culture in vitro des hybrides *Vitis* x *Muscadinia*: Intérêt de la micropopagation axillaire par rapport au microboturage. *Progrès Agricole et Viticole*, Montpellier, v. 113, n. 8, p. 176-181, 1996.

TOUMI, I. et al. Response of ungrafted and grafted grapevine cultivars and rootstocks (*Vitis* sp.) to water stress. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, v.41, n. 2, p. 85-93, 2007.

TRAMONTINI, A. S. et al. Rootstock control of scion response to water stress in grapevine. *Environmental and Experimental Botany*, v. 93, p. 20-26, 2013.

VALDUGA, L. A História do Vinho no Brasil: conheça a história do vinho em território nacional. 2017. Disponível em: <<http://blog.famigliavalduga.com.br/a-historia-do->

vinho-no-brasil-conheca-a-trajetoria-da-bebida-em-territorio-nacional/>. Acesso em 18. Set. 2018.

WÜRZ, D.A.; BRIGHENTI, A.F.; DE BEM, B.P.; PASA, M.; BRIGHENTI, E.; BONIN, B.F. Avaliação de uvas viníferas com potencial de cultivo em regiões de elevada altitude de Santa Catarina. Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa URCAMP, v.1, p.812-823, 2017.

ZANUS, M. C. Panorama da viticultura brasileira. Bento Gonçalves: Embrapa. 2015. In: XV Congresso Latino-Americano de Viticultura e Enologia, 2015.

ZANUS, M.C. Panorama da Viticultura brasileira. In. Anais do Congresso Latino-Americano de Viticultura e Enologia. 13., 2015, Bento Gonçalves. Palestras... Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho: Associação Brasileira de Enologia, 2015. p. 217-219.

ZENONI, S.; DAL SANTO, S.; TORNIELLI, G.B.; D'INCÀ, E.; FILIPPETTI, I.; PASTORE, C.; ALLEGRO, G.; SILVESTRONI, O.; LANARI, V.; PISCIOTTA, A.; DI LORENZO, R.; PALLIOTTI, A.; TOMBESI, S.; GATTI, M.; PONI, S. Transcriptional Responses to Pre-Flowering Leaf Defoliation in Grapevine Berry from Different Growing Sites, Years, and Genotypes. *Frontiers in Plant Science*, v.8, n.630, 2017.

3. RELATÓRIO DE CAMPO

O projeto “Caracteres produtivos e de qualidade de vinhos finos produzidos em região de altitude catarinense com cultivares italianas de videira (*Vitis vinifera*) em diferentes porta-enxertos e densidade de plantio” teve início em outubro de 2018, abrangendo as safras 2018/19, 2019/20 e 2020/21.

Entretanto a primeira safra de produção foi acompanhada a distância, visto que durante esse período ainda estava realizando as disciplinas obrigatórias de forma presencial na UFPel.

O primeiro contato com a área experimental ocorreu em 13/02/2019, onde tive a oportunidade de conhecer a vinícola Villaggio Grando e as instalações da EPAGRI de Videira permanecendo até 10/03/2019, quando retornei para as atividades presenciais das disciplinas da pós-graduação, não sendo possível acompanhar as colheitas da primeira safra.

A vinícola Villaggio Grando está situada na região de Hercilópolis, município de Água Doce, serra catarinense, em um planalto com características únicas de solo e clima, ideais para o desenvolvimento de viníferas, com vinhedo de 45 hectares.

Além disso a empresa contribui com a pesquisa para adaptação de castas desde os anos 90, o qual, hoje conta com mais de 100 variedades de *vitis viniferas*, diariamente pesquisadas e controladas para se chegar ao exato conhecimento das variedades que melhor se adaptarão ao terroir. Colaborando de forma direta e indireta para o desenvolvimento da vitivinicultura de altitude.

A primeira safra do vinhedo experimental teve produção apenas para as cultivares Rebo, Sangiovese e Vermentino. As cultivares Manzoni e Garganega apresentaram produção a partir da safra 2019/20.

A Cultivar Garganega não será exposta nessa pesquisa pois desde a primeira safra apresentou vários problemas com a incidência de míldio nos cachos e na planta. O que resultou em um alto abortamento floral, desuniformidade de maturação e debilidade das plantas. Dessa forma, tendo várias parcelas perdidas e enfraquecendo a confiabilidade dos resultados.

Seus dados serão entregues a EPAGRI para serem incorporados a novas safras e utilizados em outra oportunidade com maior confiabilidade, gerando comunicados voltados ao produtor rural.

O retorno das atividades de pesquisa em campo se deu em agosto de 2019 com o início das podas da safra 2019/20. Essa safra foi marcada por fortes e

frequentes chuvas ocorridas no período de brotação e floração seguida de temperaturas baixas. Resultando em desuniformidade de floração e maturação das uvas. Além de agravar a ocorrência de míldio, trazendo prejuízos a produtividade.

Durante o período de maturação, as frequentes chuvas também contribuíram para disseminação da *Glomerella* nas uvas maduras, as cultivares brancas foram as mais prejudicadas principalmente a cultivar Manzoni, depreciando consideravelmente a qualidade das uvas. As cultivares tintas Rebo e Sangiovese, de forma geral apresentaram boa sanidade e uniformidade de produção.

A safra 2020/21 teve por característica marcante a geada que causou prejuízos na produção principalmente das cultivares Rebo e Sangiovese, mesmo quando utilizado porta-enxertos mais tardios.

Apesar de todas as cultivares terem sido afetadas pelas geadas nesta safra, a cultivar Rebo foi a mais prejudicada, forçando o rebrotamento de muitas plantas. Conseqüentemente, alta desuniformidade na maturação que aliado a forte presença de doenças nos cachos causou a redução da produtividade.

É característico que em regiões de grande amplitude térmica, com temperaturas inferiores a 10°C e superiores a 25°C no período em que ocorre a mudança de cor e maturação das uvas, ocorra o alongamento do ciclo de produção da videira.

Essa alternância de temperatura contribui para o aumento do período de maturação das uvas, fato que deve ser considerado ao se relacionar as elevadas condições de precipitação observadas no local durante as três safras.

Pois essa combinação pode exigir maiores intervenções no controle de doenças foliares e do cacho. Fato que ocorreu de forma mais marcante nas cultivares brancas em todas as safras avaliadas.

Durante a etapa de avaliações a campo, foram coletados dados de fenologia, número de ramos, massa de poda, número de cachos e peso de cachos.

Após as colheitas, foram levadas amostras ao laboratório de pós colheita da EPAGRI para avaliação das características físico-químicas das uvas separando as amostras por porta-enxerto e espaçamento de cada cultivar.

Em cantina os vinhos foram elaborados considerando apenas os porta-enxertos para cada cultivar. Após os vinhos ficarem prontos, avaliou-se também as características físico-químicas e sensoriais em laboratório.

Entretanto não foi possível realizar as avaliações dos parâmetros voláteis dos vinhos devido a indisponibilidade de equipamento no momento da pesquisa e a dificuldade de interação com outros laboratórios devido a Covid-19.

Conforme o andamento da pesquisa, foram apresentados alguns resultados prévios em congressos e eventos conforme segue abaixo.

Resumo expandido, Competição de porta-enxertos no desenvolvimento inicial de plantas de videira cv. Vermentino, no ENPOS 2019.

Resumo expandido, Competição de porta-enxertos no desenvolvimento inicial de plantas de videira cv. Rebo, no Congresso Brasileiro de Fruticultura 2019.

Resumo expandido, Competição de porta-enxertos no desenvolvimento inicial de plantas de videira cv. Gargânega, no ENFRUTE 2019.

Resumo expandido, Efeito do porta-enxerto e espaçamento sobre as características produtivas de videiras do cultivar Sangiovese, no Convimbra 2020.

Resumo simples, Influência do porta-enxerto e espaçamento entre plantas sobre o equilíbrio produtivo de videiras da cultivar Rebo, no Senafrut 2020.

Resumo simples, Características físico-químicas de uvas do cultivar Sangiovese com diferentes porta-enxertos e densidades de plantio, no Senafrut 2020.

Resumo expandido, Porta-enxerto e densidade de plantio na produtividade inicial de uvas para vinho do cultivar Vermentino, no Congresso Brasileiro de Agronomia 2021.

Resumo simples, Influência do Porta-enxerto Sobre a Composição Química de Uvas cv. Rebo, no Simpósio de Fruticultura Paranaense 2021.

Resumo Simples Influência do porta-enxerto sobre a qualidade dos vinhos cv. Manzoni em região de altitude de Santa Catarina, no SimBBeb 2021.

Resumo Simples, Influência do porta-enxerto nas características produtivas da videira cv. Garganega, no FRUSUL – Simpósio de Fruticultura da Região Sul 2022.

Resumo expandido, Comportamento produtivo da cultivar Rebo em diferentes porta-enxertos e espaçamentos, no Congresso Brasileiro de Fruticultura 2022.

Além desses trabalhos serão publicados mais sete artigos que compõem a tese, sendo quatro artigos relacionados a influência do porta-enxerto sobre os aspectos de cultivo e qualidade, para as cultivares Rebo, Vermentino, Sangiovese e Manzoni Bianco, e três artigos relacionados a influência dos porta-enxertos sob a qualidade dos vinhos Vermentino, Sangiovese e Manzoni Bianco.

O artigo que se refere a qualidade dos vinhos da cultivar Rebo, não faz parte da tese devido a problemas enfrentados em relação as amostras, ficando incompleto para apresentação atual.

Dessa série de artigos, o artigo 1, “Desempenho inicial de uvas para vinho 'Rebo' em diferentes porta-enxertos e densidades de plantio”, já está publicado na revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB), acesso pelo endereço: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2022.v57.02426>.

O artigo 2, “Competição de porta-enxertos e densidade de plantio para cv. Vermentino em região de altitude de Santa Catarina” já está publicado na revista Ciência e Técnica Vitivinícola, acesso pelo endereço: <https://doi.org/10.1051/ctv/ctv20223702178>.

4. ARTIGOS

4.1 ARTIGO 1: Desempenho inicial de uvas para vinho 'Rebo' em diferentes porta-enxertos e densidades de plantio.

Artigo publicado na revista Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB

Submetido em 04/02/2021

Aceito em 31/01/2022

ISSN 1678-3921

Journal homepage: www.embrapa.br/pabFor manuscript submission and journal contents, access: www.scielo.br/pab

Pomology/ Original Article

Initial performance of 'Rebo' wine grapes on different rootstocks and at various planting densities

Abstract – The objective of this work was to evaluate the influence of different rootstocks and planting densities on the initial performance of the yield and quality of the Rebo grapes cultivars grown in a high altitude region of the state of Santa Catarina, Brazil. An experimental design with randomized complete blocks was carried out in a 5×3 factorial arrangement. The treatments consisted of the combination of five rootstocks ('101-14 Mgt', 'IAC 572', 'Paulsen 1103', 'Harmony', and 'VR 043-43') with the 'Rebo' grape, and of three spacing between plants (1.0, 1.2, and 1.5 m). The evaluations took place during the 2018/2019 and 2019/2020 crop seasons. The initial yield variables and the physicochemical characteristics of the grapes were evaluated. The '101-14 Mgt' rootstock provided early shoots, and the 'VR043-43' and 'IAC 572' rootstocks the latest shoots. The '101-14 Mgt' and 'VR043-43' rootstocks provided a higher yield. Plant spacing at 1.0 and 1.2 m increased the initial yield of the vineyard. The '101-14 Mgt' and 'Harmony' rootstocks contributed to the lower total acidity of must. The initial performance of the yield and quality of 'Rebo' wine grape is favored by the '101-14 Mgt' rootstock at the planting densities of 1.0 to 1.2 m.

Index terms: *Vitis vinifera*, plant spacing, viticulture, yield parameters.

Desempenho inicial de uvas viníferas 'Rebo' sobre diferentes porta-enxertos e a várias densidades de plantio

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes porta-enxertos e densidades de plantio sobre o desempenho inicial da produtividade e da qualidade de uvas da cultivar Rebo, cultivada em região de alta altitude do estado de Santa Catarina, Brasil. Realizou-se um delineamento experimental de blocos ao acaso, em arranjo fatorial 5×3. Os tratamentos consistiram da combinação de cinco porta-enxertos ('101-14 Mgt', 'IAC 572', 'Paulsen 1103', 'Harmony' e 'VR 043-43') com a uva Rebo e de três espaçamentos entre plantas (1,0, 1,2 e 1,5 m). As avaliações ocorreram durante as safras 2018/2019 e 2019/2020. Avaliaram-se as variáveis produtivas iniciais e as características físico-químicas das uvas. O porta-enxerto '101-14 Mgt' apresentou a brotação mais precoce, e os porta-enxertos 'VR043-43' e 'IAC 572', as mais tardias. Os porta-enxertos '101-14 Mgt' e 'VR043-43' proporcionaram maior produtividade. Os espaçamentos de 1,0 e 1,2 m entre plantas aumentaram a produtividade inicial da vinha. Os porta-enxertos '101-14 Mgt' e 'Harmony' contribuíram para diminuir a acidez total do mosto. O desempenho inicial da produtividade e da qualidade da uva vinífera 'Rebo' é favorecido pelo porta-enxerto '101-14 Mgt' às densidades de plantio de 1,0 a 1,2 m.

Termos para indexação: *Vitis vinifera*, espaçamento entre plantas, viticultura, parâmetros produtivos.

Izabel Camacho Nardello⁽¹⁾ ,
André Luiz Kulkamp de Souza⁽²⁾ ,
Mateus da Silveira Pasa⁽¹⁾ ,
Marco Antonio Dalbó⁽²⁾  and
Marcelo Barbosa Malgarim⁽¹⁾ 

⁽¹⁾ Universidade Federal de Pelotas, Avenida Eliseu Maciel, s/nº, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Campus UFPel, CEP 96100-000 Capão do Leão, RS, Brazil. E-mail: izabelnardello@gmail.com, mateus.pasa@gmail.com, malgarim@yahoo.com

⁽²⁾ Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Rua João Zardo, nº 1.660, Campo Experimental, CEP 89560-000 Videira, SC, Brazil. E-mail: andresouza@epagri.sc.gov.br, dalbo@epagri.sc.gov.br

✉ Corresponding author

Received
February 04, 2021

Accepted
January 31, 2022

How to cite

NARDELLO, I.C.; SOUZA, A.L.K. de; PASA, M. da S.; DALBÓ, M.A.; MALGARIM, M.B. Initial performance of 'Rebo' wine grapes on different rootstocks and at various planting densities. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.57, e02426, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2022.v57.02426>.



Introduction

Viticulture is practiced in different regions of the world. In Southern Brazil, the state of Santa Catarina has as traditionally producing regions the “Vale do Rio do Peixe” and “Vale da Uva Goethe” with a predominance of common and hybrid grapes (Caliari, 2018). However, new productive areas have emerged and received attention on the national scene, with the production of viniferous grapes, mainly in high altitude areas, between 900 to 1,400 m, due to the high quality of the elaborated wines (Malohlava et al., 2017).

A partnership between the Autonomous Province of Trento, through the Fondazione Edmund Mach/Istituto San Michele all’Adige and the Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural Catarinense (Epagri), together with the Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), developed the project called “Technologies for the development of viticulture in Santa Catarina”, in order to characterize potential new regions for the viticulture in Santa Catarina (Porro & Stefanini, 2016). Therefore, 36 new Italian grape cultivars were introduced in the region, out of which five were selected for their best agronomic and enological performance. This fact makes it necessary to continue the research, in order to better characterize these five cultivars in the altitude regions of Santa Catarina, and to find ideal rootstocks for each one, adapting the planting density for these combinations.

These regions at high altitude provide unique characteristics to grapes produced in the terroir, allowing of complete maturation and, consequently, the elaboration of different still and sparkling wines. The Rebo grape cultivar, originated from Italy, showed favorable agronomic and enological potential for production in this terroir (Porro & Stefanini, 2016), with high levels of soluble solids, total monomeric anthocyanins, and total polyphenols, in addition to intermediate values of titratable acidity and yield (Brighenti et al., 2014).

The great influence of environmental conditions on the phenological and productive quality is characteristic of wine grape cultivars (Tomazetti et al., 2015), which can be influenced when combined with the rootstocks, as such condition can alter the vigor of the plants and, consequently, the quality of the grapes (Brighenti et al., 2010). In viticulture, the use of rootstocks is consolidated to confer resistance to different soil characteristics, such as pH, wet or

poor drainage, dry and saline soils, among others, conferring also resistance to pests and soil diseases, as well as their control (Li et al., 2019).

In addition, the different canopy and rootstock combinations can influence the microclimate conditions of the vineyard, making it necessary to adjust the planting density (Santos, 2006). At the same time, planting density is directly linked to the yield of cultivation operations and to levels of productivity and, consequently, to the costs of cultivation operations (Caser et al., 2000).

The objective of this work was to evaluate the influence of different rootstocks and planting densities on the initial performance of the yield and quality of the Rebo grapes cultivars grown in a high altitude region of the state of Santa Catarina, Brazil.

Materials and Methods

The experiment was carried out in a vineyard installed in 2016, located in the municipality Água Doce, in the state of Santa Catarina, Brazil (at 1,250 m altitude), in the Villaggio Grando winery, during the 2018/2019 and 2019/2020 crop seasons. The plants were conducted in the form of a spreader with a pruning system in double Guyot, at 2.9 m spacing between rows and between plants, varying according to the treatment (1.0, 1.2, and 1.5 m). The climate of the region, according to the Köppen-Geiger’s classification, is the Cfb type (mesothermal, humid) without dry season, with a cool summer (Pessenti et al., 2019).

The experimental design was carried out in randomized complete blocks, in a 5×3 factorial arrangement (five rootstocks and three spacings), and four replicates, with two plants per plot. The treatments included the combination of five rootstocks ('101-14 Mgt', 'IAC 572', 'Paulsen 1103', 'Harmony', and 'VR 043-43') with the 'Rebo' canopy and three plant spacings (1.0, 1.2, and 1.5 m).

The phenological cycle was evaluated by observing the main stages after pruning (09/12/2018 and 08/27/2019 for the 2018/2019 and 2019/2020 crop seasons, respectively, in the beginning of sprouting (BBCH:07), in the full bloom (BBCH:65), and during the color change – “veraison” (BBCH:83), following the report by Lorenz et al. (1995). Monthly and weekly averages of precipitation and air temperature, as

well as the accumulated cold hours, obtained by the meteorological station of Água Doce, located in the Villagio Grando winery, were provided by the Epagri/Ciram database.

The evaluation of the productive parameters was carried out in the 2018/2019 and 2019/2020 crop seasons, with the measurement of the following ones: number of bunches, counted individually in the marked plants and averaged per plant; the average bunch weight, obtained by the average weight of the bunches harvested per plant (g); production per plant, from the weighing of the bunches at the time of harvest (kg); and the estimated yield per hectare, by multiplying the production per plant by the number of plants per hectare ($Mg\ ha^{-1}$).

Harvestings were performed considering the point of maturation in relation to the content of soluble solids and acidity of berries, and they took place on 03/19/2019 and 03/04/2020, for the 2018/2019 and 2019/2020 crop seasons, respectively.

For the physicochemical parameters, the soluble solids content ($^{\circ}Brix$) was determined in a digital bench refractometer with automatic temperature compensation (QUIMIS, Nova Instruments, WYA -2S, Piracicaba, SP, Brazil); pH was determined directly in the wort by pHmeter (Adwa, AD1030, São Paulo, SP, Brazil); and the total acidity ($mEq\ L^{-1}$) determinations were carried out by titrating the samples (Netter Toledo, 8603, China) with a standardized solution of NaOH 0.1N, adopting pH = 8.2 as the end point of the titration.

Data were subjected to the analysis of variance, normality was determined by the Shapiro-Wilk's test, and homoscedasticity, by the Bartlett's test. When the assumptions were not met, data transformation was performed. In the 2018/2019 crop season, the variable yield was transformed by the base 10 logarithm of value. In the 2019/2020 crop season, the TSS variable was transformed using the method of Box & Cox (1964).

When there was statistical significance, the data were unfolded and the means were compared by the Duncan's test, at 5% probability. The analyses were performed using the R 4.1.1 software (R Core Team, 2019), agricolae packages (Mendiburu, 2017), openxlsx 4.1.0 (Walker, 2018), ExpDes.pt 1.2.0 (Ferreira et al., 2018), and dplyr (Wickham et al., 2021).

Results and Discussion

The 2018/2019 crop season was marked by high rainfall throughout the reproductive period (Figure 1), and mild temperatures during grape ripening (Figure 2). The 2019/2020 crop season was characterized by a drought that preceded the sprouting, and constant rainfall together with mild temperatures during the grape ripening period. These characteristics are limiting factors for grapevine cultivation in high altitude regions of Southern Brazil (Brighenti et al., 2015), which requires the use of fungicide preventive applications for disease control (Brighenti et al., 2016).

The 'Rebo' sprouting occurred between 09/23/2018 and 09/05/2019, for the 2018/2019 and 2019/2020 crop seasons, respectively. Flowering was between 11/15/2018 and 10/26/2019, and the color change ("veraison") between 02/01/2019 and 01/19/2020, with an average of 180 days from the sprouting cycle until

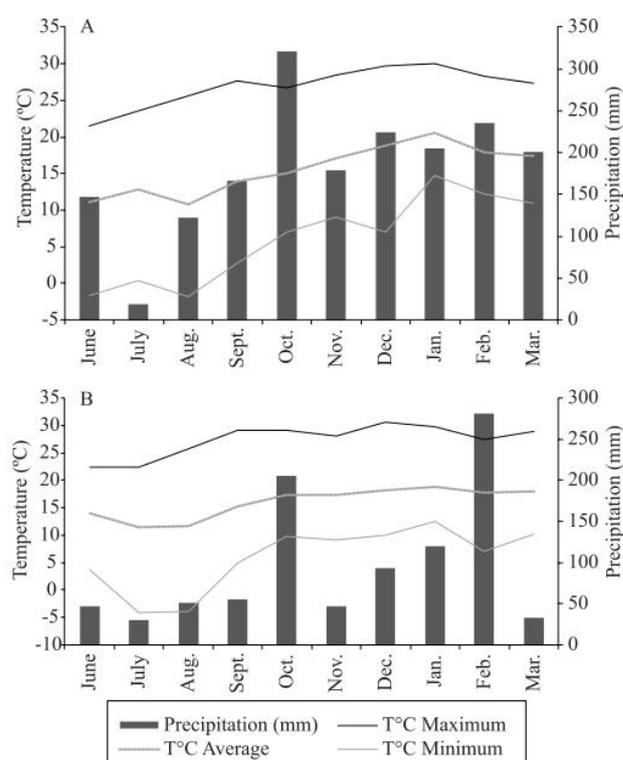


Figure 1. Monthly averages of air temperature and accumulated precipitation, in the municipality of Água Doce, in the state of Santa Catarina, Brazil, at 1,250 m altitude, during 'Rebo' grape (*Vitis vinifera*) crop seasons: A, 2018/2019; and B, 2019/2020

the harvest (Table 1). According to Brighenti et al. (2015), in its region of origin (San Michele All'Adige, Italy), 'Rebo' has an average of 150 days for the cycle from sprouting to maturity, and in the municipality of São Joaquim, in the state of Santa Catarina, Brazil, this cultivar shows 219 days for the same cycle.

The thermal sum of cold hours shows that the accumulated amount was 680 and 405 hours, respectively, in the 2018/2019 and 2019/2020 crop seasons (Figure 3). The reduction of the number of cold hours can cause problems such as breaking dormancy, uneven sprouting, and delay of the beginning of ripening, due to the displacement of the phases subsequent to sprouting (Pandolfo et al., 2008).

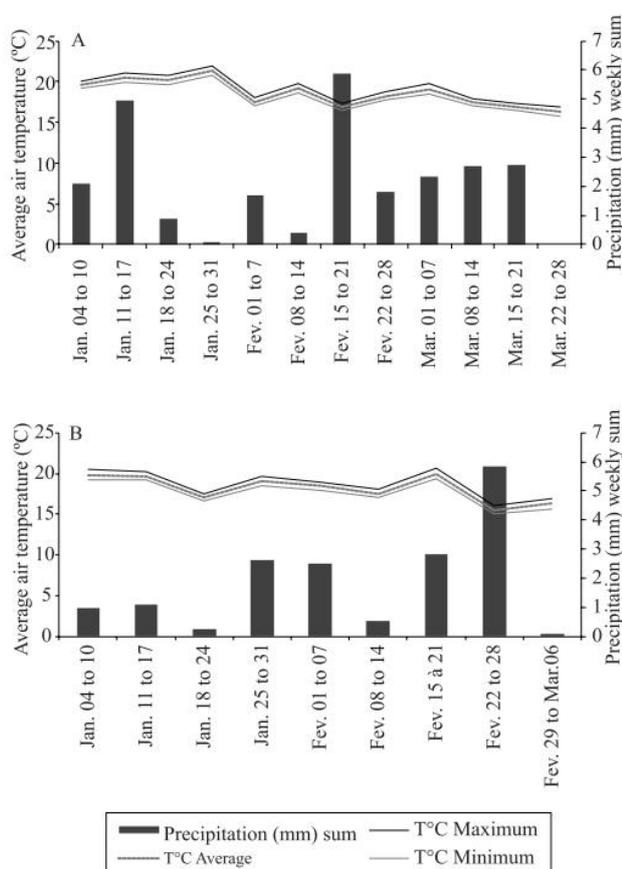


Figure 2. Weekly averages of air temperature and accumulated precipitation, in the municipality of Água Doce, in the state of Santa Catarina, Brazil, at 1,250 m altitude, during 'Rebo' grape (*Vitis vinifera*) crop seasons: A, 2018/2019; and B, 2019/2020.

The reduction of cold hours in the 2019/2020 crop season contributed to overcoming dormancy and anticipating pruning by 16 days, in comparison to the previous crop season (Table 2). First sproutings occurred on '101-14 Mgt' and 'Harmony' rootstocks, in both crops. In the 2018/2019 crop season, 'IAC 572' and 'Paulsen 1103' showed intermediate sprouting, and 'VR 043-43' the latest one. In the 2019/2020 crop season, there was no difference for sprouting of these rootstocks. However, this crop had a smaller sum in cold hours, leading to nonuniform sprouting. The adequate minimum limit for cold hours is 600, as values below this one affect yield and the period of economic exploration of the vineyard (Westphalen & Maluf, 2000).

Flowering also showed a difference, though in a shorter interval of days; the 2018/2019 crop season showed up to 4 days difference between the flowerings, as '101-14 Mgt' had 56 days from sprouting to flowering, while 'IAC 572' stood out with 52 days. Similar behavior was observed in the 2019/2020 crop season, as '101-14 Mgt' again was the last for flowering (56 days) and 'Paulsen 1103' was the first with 49 days after sprouting. In turn, color change ("veraison"), in the 2018/2019 season, occurred first in the most vigorous rootstocks, when 'Paulsen 1103' stood out with 74 days after the beginning of flowering, and 'Harmony', at 79 days. In the 2019/2020 season, 'VR 043-43' was the first to show color change (83 days),

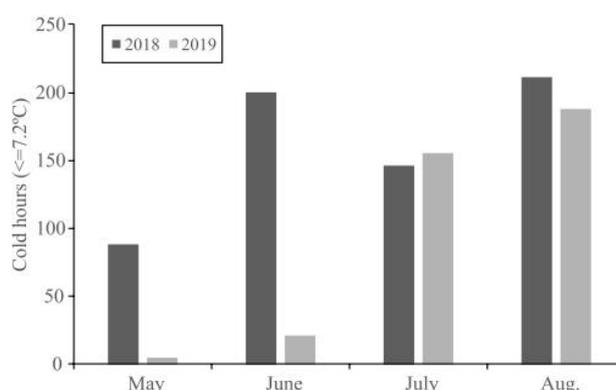


Figure 3. Monthly sum of cold hours, in the municipality of Água Doce, in the state of Santa Catarina, Brazil, at 1,250 m altitude, during 'Rebo' grape (*Vitis vinifera*) 2018/2019 and 2019/2020 crop seasons.

whereas 'Paulsen 1103' and '101-14 Mgt' had similar behavior, with color change 86 days after flowering.

Despite the difference for days from the beginning of the “veraison” to the harvest, grapes should be considered as being harvested together, regardless of the rootstock, since a general sampling of the area was performed, in order to optimize the activities in the

winery, and the maturation period may be different among the rootstocks; to elucidate this issue, a physicochemical evaluation of must per rootstock was carried out. In a study on the effect of rootstocks on the evolution of Cabernet Sauvignon grape ripening, the '101-14 Mgt' rootstock interference was observed in both “veraison” and maturity stage (Miele & Rizzon, 2019). Vigorous rootstocks can prolong the vegetative

Table 1. Dates of phenological occurrences by rootstock for 'Rebo' grapes (*Vitis vinifera*) grown in a high-altitude region of the state of Santa Catarina, Brazil.

Rootstock ⁽¹⁾	Pruning	Sprouting	Flowering	“Veraison”	Harvest
2018/2019 crop season					
101-14 Mgt	09/12/2018	09/18/2018	11/13/2018	01/29/2019	03/19/2019
Harmony	09/12/2018	09/22/2018	11/15/2018	02/02/2019	03/19/2019
IAC 572	09/12/2018	09/25/2018	11/17/2018	02/02/2019	03/19/2019
Paulsen 1103	09/12/2018	09/24/2018	11/15/2018	01/30/2019	03/19/2019
VR 043-43	09/12/2018	09/26/2018	11/18/2018	02/04/2019	03/19/2019
2019/2020 crop season					
101-14 Mgt	08/27/2019	08/29/2019	10/25/2019	01/19/2020	04/03/2020
Harmony	08/27/2019	09/05/2019	10/26/2019	01/18/2020	04/03/2020
IAC 572	08/27/2019	09/07/2019	10/27/2019	01/20/2020	04/03/2020
Paulsen 1103	08/27/2019	09/07/2019	10/26/2019	01/20/2020	04/03/2020
VR 043-43	08/27/2019	09/08/2019	10/28/2019	01/18/2020	04/03/2020

⁽¹⁾Averages of four replicates.

Table 2. Chronological duration (days) of the solstice-pruning (SP), pruning-sprouting (PS), sprouting-flowering (SF), flowering-“veraison” (FV), and “veraison”-harvest (VH) subperiods of 'Rebo' grape (*Vitis vinifera*) cultivated in a high-altitude region of the state of Santa Catarina, Brazil⁽¹⁾.

Rootstock	SP	PS	SF	FV	VH
2018/2019 crop season					
101-14 Mgt	83 ^{ns}	6d	56a	76bc	53a
Harmony	83	8c	55ab	79a	49bc
IAC 572	83	13ab	52c	78ab	50b
Paulsen 1103	83	12b	54abc	74c	52ab
VR 043-43	83	14a	53bc	78ab	46c
2019/2020 crop season					
101-14 Mgt	67 ^{ns}	3c	56a	86a	44abc
Harmony	67	8b	53b	84ab	46a
IAC 572	67	12a	50bc	85ab	43c
Paulsen 1103	67	11a	49c	86a	44bc
VR 043-43	67	12a	50bc	83 b	45ab

⁽¹⁾Means followed by equal letters, lowercase in the column, do not differ from each other by Duncan's test, at 5% probability. ^{ns}Nonsignificant.

cycle, thus slowing the accumulation of sugars in the berries (Brighenti et al., 2011).

Água Doce region is characterized by low temperature during the sprouting period, a factor that favors the occurrence of late frosts. In this sense, it is interesting to use rootstocks that delay the sprouting start. The most vigorous rootstocks ('IAC 572', 'Paulsen 1103', and 'VR 043-43') provided this effect. Evaluating the phenology of 'Merlot' on different rootstocks, Allebrandt et al. (2015) observed no difference for the beginning of sprouting; however, they noted the anticipation of flowering, when using the 'Paulsen 1103' rootstock in comparison with the '101-14 Mgt'.

In the 2018/2019 crop season, there was interaction between the treatment factors for the variables number of clusters, production per plant, and estimated yield. No differences were observed for bunch weight (Table 3).

Regarding the number of bunches, the highest averages were obtained in the smallest spacing, except for 'Harmony', which had the highest number of bunches at 1.5 m spacing. The smallest number of bunches for the largest spacing may be related to the vigor imparted by the rootstocks, which led to an imbalance between shoots and roots (Dalbó & Feldberg, 2019).

The production per plant was statistically different between rootstocks only when spacing at 1.2 m between plants was used, in which 'VR043-43' showed the highest production. The spacing at 1.0 m showed the highest number of curls for all grafts. For the first productive crop, this result may be related to a greater competition between environment and plant at the smaller spacing, since the plant uses its photoassimilates

for vegetative production instead of bunches, which shows the importance of controlling the vegetative canopy for the adjustment of the relationship between source and drain (Santos, 2006; Panceri et al., 2018). This behavior affected the estimated yield that (in the case of raw values) had the highest averages at 1.0 m spacing between plants.

In the 2019/2020 crop season, the evaluation of production parameters did not show interaction between treatments, and only the isolated factors of rootstock and spacing were evaluated (Table 4).

Number of bunches did not differ significantly in relation to the rootstocks and spacing used. However, considering the raw values, the rootstocks '101-14 Mgt' and 'VR 043-43' showed four more bunches than the other rootstocks. Besides, these '101-14 Mgt' and 'VR 043-43' had the highest averages for bunch weight, and this fact reflected in the production per plant variables and estimated yield.

'Rebo' behavior at a high altitude region of the state of Santa Catarina, showed an average production of 17.10 clusters per plant, according to Brighenti et al. (2014). These authors also compared wine-growing regions and found an average of 32.80 clusters for 'Rebo' in Italy, and they associated the difference of production to a lower insolation and temperature in the subperiod between flowering and color change of the berries, when this cultivar was produced in São Joaquim (Brighenti et al., 2015).

In the evaluation of cluster weight, 'IAC 572' showed the lowest average, which affected the productive performance per plant, resulting in the lowest production. Very vigorous rootstocks, such as

Table 3. Production parameters of the 'Rebo' grape (*Vitis vinifera*) on different rootstocks, at various planting densities, in a high-altitude region of the state of Santa Catarina, Brazil, in the 2018/2019 crop season⁽¹⁾.

Rootstock	Number of clusters			Cluster weight (g)	Yield (Mg ha ⁻¹)			Production per plant (kg)		
	1.0 m	1.2 m	1.5 m		1.0 m	1.2 m	1.5 m	1.0 m	1.2 m	1.5 m
Harmony	12.2bAB	8.3bB	16.5aA	79.42a	3.8abA	2.07bcA	2.68aA	1.47aA	0.62bB	0.61aB
IAC 572	21.5aA	7.7bB	8.8bB	72.88a	2.5bA	2.75abA	1.60aA	1.67aA	0.55bB	0.70aB
Paulsen 1103	22.3aA	16.0aA	7.3bB	77.24a	4.2abA	1.06cB	1.34aB	1.55aA	0.37bB	0.58aB
VR 043-43	23.3aA	14.3abB	9.5abB	75.64a	6.1aA	5.25aA	0.50bB	1.76aA	1.33aB	0.36aB
101-14 Mgt	23.0aA	12.3abB	3.3bC	64.92a	6.9aA	2.70abB	0.36bC	1.99aA	0.94bB	0.36aB
Spacing	1.0 m	1.2 m	1.5 m	-	-	-	-	-	-	-
Cluster weight (g)	75.81 ^{ns}	76.16	70.23	-	-	-	-	-	-	-

⁽¹⁾Means followed by equal letters, lowercase in the columns or uppercase in the rows, do not differ by Duncan's test, at 5% probability. ^{ns}Nonsignificant.

the 'IAC 572', can cause excessive growth of plants, tending to lead to floral abortion or bud dormancy, due to the lack of incidence of solar radiation (Dalbó & Feldberg, 2019). Brighenti et al. (2015) observed an average production per plant of 1.3 kg per plant for 'Rebo' grown in São Joaquim, in the state of Santa Catarina, Brazil, and 7.1 kg per plant when this cultivar was grown in San Michele All'Adige, Italy. Several environmental factors can affect yield, among which is the increase of altitude, either by the effect of lower bud fertility, or by reduction of the average weight of bunch (Porro & Stefanini, 2016).

Table 4. Production parameters of the Rebo grape (*Vitis vinifera*) cultivar on different rootstocks, at various planting densities, in a high-altitude region of the state of Santa Catarina, Brazil, in the 2019-2020 crop season⁽¹⁾.

Rootstock	Cluster weight (g)	Production per plant (kg)	Number of clusters	Yield (Mg ha ⁻¹)
Harmony	98.81b	1.49bc	14.38 ^{ns}	4.24bc
IAC 572	70.51c	1.17c	14.36	3.37c
Paulsen 1103	100.15b	1.54bc	14.92	4.51bc
VR 043-43	111.14ab	2.05ab	18.21	5.84ab
101-14 Mgt	122.61a	2.28a	18.42	6.69a
Spacing				
1.0 m	103.95 ^{ns}	1.70 ^{ns}	15.25 ^{ns}	5.85a
1.2 m	105.23	1.88	17.58	5.39a
1.5 m	94.48	1.59	15.50	3.65b

⁽¹⁾Means followed by equal letters in the columns, do not differ by Duncan's test, at 5% probability. ^{ns}Nonsignificant.

Average yield of the 2019/2020 crop season was generally higher at 1.0 and 1.2 m spacing between plants. This result may be related to the higher number of plants per hectare, since no effect of the interaction between rootstocks and spacings was observed in this season.

It is important to consider that the plants have not yet reached their productive balance, since the data obtained express what occurred in the early years of the vineyard, and differences may occur when plants are mature, especially in relation to the more vigorous rootstocks, which take longer to reach adulthood, thus, this may be a trend for future behavior in the vineyard.

The physicochemical variables in the 2018/2019 crops season showed interaction between the treatments evaluated for pH and titratable acidity, whereas the total soluble solids content was not significant in this season. In the 2019/2020 crop season, the interaction was only observed for the soluble solids content. Titratable acidity and pH showed significance only in relation to rootstock (Table 5).

Although pH values in both vintages have differed statistically, this difference in practice is not enough to change the properties of the product. The appropriate pH value for winemaking is around 3.30, since must at low pH is protected from the action of oxidative enzymes, during the pre-fermentation phase (Rizzon & Miele, 2002).

Titratable acidity values for both vintages were suitable for winemaking. The initial acidity of the ripe grape should be between 90 and 110 mEq L⁻¹,

Table 5. Means for pH, titratable acidity (TA), and total soluble solids (TSS) of the Rebo grape (*Vitis vinifera*) cultivar on different rootstocks, and at various planting densities, in a high-altitude region of the state of Santa Catarina, Brazil⁽¹⁾.

Rootstock	pH			TA			TSS	pH	TA	TSS		
	1.0 m	1.2 m	1.5 m	1.0 m	1.2 m	1.5 m				1.0 m	1.2 m	1.5 m
----- 2018/2019 crop season -----												
Harmony	3.17aB	3.24abA	3.20aAB	81.34bA	82.43bA	85.01bA	18.19 ^{ns}	3.50a	79.47cd	21.85aA	21.85aA	21.85aA
IAC 572	3.18aB	3.25aA	3.18aB	89.59aA	82.79bB	90.48aA	17.84	3.42b	91.09a	20.92aA	20.92cAB	20.92bB
Paulsen 1103	3.22aA	3.16cA	3.17aA	82.24bA	90.48aA	87.34abA	18.16	3.48a	82.21bc	20.17aA	20.17bcA	20.17aA
VR 043	3.16aA	3.17bcA	3.20aA	85.12bA	85.83bA	78.40cB	18.19	3.45ab	83.37b	21.65aA	21.65cA	21.65aA
101-14 Mgt	3.18aA	3.15cA	3.20aA	81.01bA	78.03cA	77.34cA	18.40	3.46a	78.56d	21.82aA	21.82abA	21.82aA
----- 2019/2020 crop season -----												
Spacing												
1.0 m	-	-	-	-	-	-	18.07 ^{ns}	3.48 ^{ns}	82.96 ^{ns}	-	-	-
1.2 m	-	-	-	-	-	-	18.28	3.45	82.09	-	-	-
1.5 m	-	-	-	-	-	-	18.11	3.46	83.31	-	-	-

⁽¹⁾Means followed by equal letters, lowercase in the columns or uppercase in the rows, do not differ by Duncan's test, at 5% probability. ^{ns}Nonsignificant.

according to Conde et al. (2007). The 'IAC 572' rootstock had the highest averages for titratable acidity, and the lowest values of soluble solids. There is a tendency toward a decrease of soluble solids, when very vigorous rootstocks are used, such as the 'IAC' (Dalbó & Feldberg, 2019), which may be related to a possible competition between vegetative growth, induced by the rootstock and the supply of soluble solids in the more vigorous combinations, linked to the translocation of photoassimilates primarily for vegetative growth rather than accumulation in fruit (Pasa et al., 2012). Even so, this rootstock produced grapes with adequate levels of brix and acidity.

As to phenological periods, it was observed that the 'IAC 572' rootstock sprouted eight days after the earliest rootstock, therefore, it is possible that this rootstock had not reached the final stage of maturation when grapes were harvested. Brighenti et al. (2015) found an average of 20.2 °Brix for 'Rebo', in São Joaquim (Brazil) and in San Michele All'Adige (Italy). Porro & Stefanini (2016) found levels of total soluble solids above 21 °Brix, which is a result close to those found in this study.

Rootstocks effect was also evidenced for the pH and titratable acidity variables, for which less vigorous rootstocks ('101-14 Mgt' and 'Harmony') were observed to have the greatest reduction of acidity. However, vigorous rootstocks tend to extend the fruit ripening period (Dalbó & Feldberg, 2019). This change may be related to the lengthening of the phenological cycle, since all grapes were harvested in the same date. Therefore, they could be at different levels of maturation because of the thickening of the canopy that resulted from the excess vigor, which led to less grape exposure to solar radiation and, consequently, to the delay of the ripening and reduction of volatile acids.

Conclusions

1. The initial performance of yield and quality of the 'Rebo' wine grape (*Vitis vinifera*) is favored by the '101-14 Mgt' rootstock at 1.0 to 1.2 m planting spacing.
2. The rootstock '101-14 Mgt' provides early shoots, and rootstocks 'VR043-43' and 'IAC 572' provide the latest ones.
3. The rootstocks '101-14 Mgt' and 'VR043-43' lead to higher yield.

4. Spacings at 1.0 and 1.2 m between plants increase the initial yield of the vineyard.

5. The rootstocks '101-14 Mgt' and 'Harmony' contribute to lower the total acidity of must.

Acknowledgments

To Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes, Finance Code 001), to Financiadora de Estudos e Projetos do Estado de São Paulo (Finep), and to Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Santa Catarina (Fapesc), for financial support and scholarship granted; and to Vinícola Villagio Grando, for the support and assignment of the area to carry out the experiment.

References

- ALLEBRANDT, R.; MARCON FILHO, J.L.; BEM, B.P. de; WÜRZ, D.A.; BRIGHENTI, A.F.; KRETZSCHMAR, A.A.; RUFATO, L. Fenologia da variedade Merlot produzida sobre três porta-enxertos em elevadas altitudes de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, v.7, p.36-43, 2015.
- BOX, G.E.P.; COX, D.R. An Analysis of Transformations. **Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)**, v.26, p.211-243, 1964. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1964.tb00553.x>.
- BRIGHENTI, A.F.; BRIGHENTI, E.; PASA, M. da S. Vitivinicultura de altitude: realidade e perspectivas. **Revista Agropecuária Catarinense**, v.29, p.140-146, 2016. Suplemento. Anais do 12º Seminário Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado. São Joaquim, 2016.
- BRIGHENTI, A.F.; MALINOVSKI, L.I.; STEFANINI, M.; VIEIRA, H.J.; SILVA, A.L. da. Comparação entre as regiões vitícolas de São Joaquim - SC, Brasil e San Michele All'Adige - TN, Itália. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.37, p.281-288, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-2945-093/14>.
- BRIGHENTI, A.F.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A.A.; MADEIRA, F.C. Desponte dos ramos da videira e seu efeito na qualidade dos frutos de 'Merlot' sobre os porta-enxertos 'Paulsen 1103' e 'Couderc 3309'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, p.19-26, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452010005000038>.
- 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, p.96-102, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011005000039>.
- BRIGHENTI, A.F.; SILVA, A.L. da; BRIGHENTI, E.; PORRO, D.; STEFANINI, M. Desempenho vitícola de variedades autóctones italianas em condição de elevada altitude no Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49, p.465-474, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2014000600008>.

- CALIARI, V. Uva e vinho. In: SÍNTESE Anual da Agricultura de Santa Catarina 2017-2018. Florianópolis: Epagri, Cepa, 2018. v.1, p.111-116.
- CASER, D.V.; CAMARGO, A.M.M.P. de; AMARO, A.A. Densidades de plantio em culturas perenes na agricultura paulista. **Informações Econômicas**, v.30, p.45-53, 2000.
- 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, 2007.
- DALBÓ, M.A.; FELDBERG, N.P. Comportamento agrônomico de porta-enxertos de videira com resistência ao declínio de plantas jovens nas condições do estado de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v.32, p.68-72, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X201400060000810.22491/RAC.2019.v32n2.10>.
- FERREIRA, E.B.; CAVALCANTI, P.P.; NOGUEIRA, D.A. **ExpDes.pt**: Pacote Experimental Designs (Portuguese). R package version 1.2.0. 2018. Available at: <https://CRAN.R-project.org/package=ExpDes.pt>. Accessed on: Jan. 1 2019.
- LI, M.; GUO, Z.; JIA, N.; YUAN, J.; HAN, B.; YIN, Y.; SUN, Y.; LIU, C.; ZHAO, S. Evaluation of eight rootstocks on the growth and berry quality of 'Marselan' grapevines. **Scientia Horticulturae**, v.248, p.58-61, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.12.050>.
- LORENZ, D.H.; EICHHORN, K.W.; BLEIHOLDER, H.; KLOSE, R.; MEIER, U.; WEBER, E. Growth stages of the grapevine: Phenological growth stages of the grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*) – Codes and descriptions according to the extended BBCH scale. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.1, p.100-103, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.1995.tb00085.x>.
- MALOHLAVA, I.T.C.; SIMON, S.; VANDERLINDE, G.; BRIGHENTI, A.F.; MALINOVSKI, L.I.; MUNHOZ, B.; BRIGHENTI, E.; SILVA, A.L. Ecophysiology of 'Cabernet Sauvignon' and 'Merlot' grown at different altitudes in Santa Catarina State, Brazil. **Acta Horticulturae**, v.1188, p.197-204, 2017. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1188.26>.
- MENDIBURU, F. de. **Agricolae**: Statistical procedures for agricultural research. R package version 1.2-7. 2017. Available at: <https://CRAN.R-project.org/package=agricolae>. Accessed on: Jan. 1 2019.
- MIELE, A.; RIZZON, L.A. Rootstock-scion interaction: 3. Effect on the composition of Cabernet Sauvignon wine. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.41, e642, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-29452019642>.
- PANCERI, C.P.; FAGHERAZZI, M.M.; CANOSSA, A.T.; MACHADO, B.D.; BRINGHETI, A.F.; BRIGHENTI, E. Cordão esporonado X Guyot: influência da intensidade de poda sobre os aspectos produtivos e qualitativos da uva Chardonnay em região de altitude de Santa Catarina. **Revista da Jornada da Pós Graduação e Pesquisa - Congrega**, v.15, p.985-997, 2018.
- PANDOLFO, C.; MASSIGNAM, A.M.; SILVA, A.L. da; HAMMES, L.A.; BRIGHENTI, E.; BONIN, V. Impacto das mudanças climáticas nas horas de frio, graus-dias e amplitude térmica do ar para a videira (*Vitis vinifera* L.) Var. Cabernet sauvignon, no estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.16, p.267-274, 2008.
- PASA, M. da S.; FACHINELLO, J.C.; SCHMITZ, J.D.; SOUZA, A.L.K. de; FRANCESCO, É. de. Desenvolvimento, produtividade e qualidade de peras sobre porta-enxertos de marmeleiro e *Pyrus calleryana*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, p.873-880, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452012000300029>.
- PESENTI, I.L.; AYUB, R.A.; BOTELHO, R.V. Defoliation, application of S-ABA and vegetal extracts on the quality of grape and wine Malbec cultivar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.41, e-018, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-29452019018>.
- PORRO, D.; STEFANINI, M. **Tecnologias para o desenvolvimento da vitivinicultura de Santa Catarina**: relatório das atividades desenvolvidas. Trento: Provincia autonoma di Trento, 2016. 143p.
- R CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2019.
- RIZZON, L.A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Cabernet Sauvignon para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, p.192-198, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612002000200015>.
- SANTOS, H.P. dos. **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. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado técnico, 71).
- 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, p.1033-1041, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2015001100006>.
- WALKER, A. **openxlsx**: Read, write and edit xlsx files. R package version 4.1.0. 2018. Available at: <https://CRAN.R-project.org/package=openxlsx>. Accessed on: Jan. 1 2019.
- WESTPHALEN, S.L.; MALUF, J.R.T. **Caracterização das áreas bioclimáticas para o cultivo de *Vitis vinifera* L.**: Regiões da Serra do Nordeste e Planalto do Estado do Rio Grande do Sul. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 98p.
- WICKHAM, H.; FRANÇOIS, R.; HENRY, L.; MÜLLER, K. **dplyr**: a grammar of data manipulation. R package version 1.0.7. 2021. Available at: <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>. Accessed on: Jan. 1 2019.

4.2 ARTIGO 2: Competição de porta-enxertos e densidade de plantio para cv.
Vermentino em região de altitude de Santa Catarina.

Artigo submetido à revista Ciência e Técnica Vitivinícola.

Submetido em 31/08/2022

Aceito em 27/10/2022

Article

ROOTSTOCK COMPETITION AND PLANTING SPACING FOR CV. 'VERMENTINO' IN AN ALTITUDE REGION OF SANTA CATARINA

COMPETIÇÃO DE PORTA-ENXERTOS E ESPAÇAMENTO DE PLANTAÇÃO PARA A CV. 'VERMENTINO' EM REGIÃO DE ALTITUDE DE SANTA CATARINA

Izabel Camacho Nardello^{1,*}, André Luiz Kulkamp de Souza², Vinícius Caliari², Marcelo Barbosa
Malgarim¹

¹PPGA/UFPEL – Programa de Pós-Graduação em Agronomia/ Universidade Federal de Pelotas; Av. Eliseu Maciel, sn. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Campus UFPel, 96160-000, Rio Grande do Sul/Capão do Leão, Brazil.

²EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina; R. João Zardo, 2016 - Campo Experimental Videira, 89560-000, Santa Catarina/Videira, Brazil.

* Corresponding author: Tel.: + 5553 98106 3581; e-mail: izabelnardello@gmail.com

(Received 18.08.2022. Accepted 27.10.2022)

SUMMARY

Rootstock adequacy and planting density are necessary for new grapevine varieties in new regions. The objective of this work was to select the rootstock that confers the best productive performance to the 'Vermentino' variety, and to adjust the ideal spacing for this combination. The experimental design used was randomized blocks in a 5x3 factorial scheme, in which the treatments studied consisted of the combination of five rootstocks ('101-14 Mgt', 'Harmony', 'IAC 572', 'Paulsen 1103', and 'VR 043-43') and three spacings between plants (1.0, 1.2 and 1.5 m). The phenological cycle of the plants and the productive and quality characteristics of the grapes were evaluated during 2018/19, 2019/20, and 2020/21 harvests. Bud break of 'Paulsen 1103' and 'VR 043-43' rootstocks occurred the latest in 2019/20 and 2020/21. '101-14 Mgt' and 'Paulsen 1103' rootstocks induced the highest yields in 2019/20 and 2020/21. The 1.0 m spacing between plants provided the highest productivity in all seasons. Thus, it can be concluded that the 'Paulsen 1103' and 'VR 043-43' rootstocks delayed bud break and decreased phenological sub-periods. 'Paulsen 1103' and '101-14 Mgt' rootstocks contributed to increase the productivity; the 'IAC 572' rootstock presented the lowest contribution to the polyphenols content and antioxidant activity, and the 1.0 m spacing between plants resulted in greater productivity of the vineyard.

RESUMO

A adequação do porta-enxerto e da densidade de plantação é necessária para novas variedades de videira em novas regiões. O objetivo deste trabalho foi selecionar o porta-enxerto que confere o melhor desempenho produtivo para a variedade 'Vermentino', bem como ajustar o compasso ideal para essa combinação. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 5x3, em que os tratamentos estudados consistiram na combinação de cinco porta-enxertos ('101-14 Mgt', 'Harmony', 'IAC 572', 'Paulsen 1103', e 'VR 043-43') e três espaçamentos entre plantas (1,0, 1,2 e 1,5 m). Procedeu-se à avaliação do estado fenológico das plantas, bem com das características produtivas e de qualidade da uva durante as vindimas 2018/19, 2019/20 e 2020/21. Os porta-enxertos 'Paulsen 1103' e 'VR 043-43' apresentaram os abrolhamentos mais tardias em 2019/20 e 2020/21. O porta-enxerto '101-14 Mgt' e 'Paulsen 1103' induziram as maiores produtividades em 2019/20 e 2020/21. O espaçamento de 1,0 m entre plantas proporcionou a maior produtividade em todas as safras. Assim, conclui-se que os porta-enxertos 'Paulsen 1103' e 'VR 043-43' atrasaram os abrolhamentos e atrasaram os subperíodos fenológicos; os porta-enxertos 'Paulsen 1103' e '101-14 Mgt' contribuíram para a maior produtividade; o porta-enxerto 'IAC 572' apresentou a menor contribuição para a acumulação de polifenóis e para a atividade antioxidante, e o espaçamento de 1,0 m entre plantas contribuiu para a maior produtividade do vinhedo.

Keywords: Vitis vinifera, rootstock, planting density.

Palavras-chave: Vitis vinifera, porta-enxerto, densidade de plantio.

INTRODUCTION

Vine cultivation is practiced in different regions of the world, where it consolidates and moves the market, generating wealth and income for the population. The altitude regions of Santa Catarina – Brazil, have stood out in the cultivation of fine wine grapes (Brighenti *et al.*, 2014; Brighenti *et al.*, 2015; Brighenti *et al.*, 2016; Vianna *et al.*, 2016; Nodari and Frank, 2019). In this sense, partnerships between the state government and the Autonomous Province of Trento made it possible to develop the project “Technology for the Development of Santa Catarina Vitiviniculture”, to study and indicate grapevine varieties for the altitude regions of the state of Santa Catarina (Palladini *et al.*, 2021). This project selected Italian varieties with the best enological and agronomic performance, which included the ‘Vermentino’ variety.

However, further research was necessary to choose the best spacing and rootstock combination for these varieties since this can influence the phenological and productive characteristics of the vineyard, as well as the quality characteristics of the wines (Brighenti *et al.*, 2011).

The ‘Vermentino’ variety, also known as ‘Pigato’, ‘Favorita’, ‘Piccabon’, and ‘Formentino’, is recommended for the production of wines and sparkling wines (Souza *et al.*, 2017), and can also be used as a table grape and for the production of homemade candies (Calò *et al.*, 2006). When cultivated in Santa Catarina, its phenology is marked by medium budding and flowering, late veraison, and medium ripening (Porro and Stefanini, 2016). It has shown good productivity in regions above 900 m of altitude (Souza *et al.*, 2017).

The appropriate rootstock combination contributes to the adaptation to different types of soil, and also influences the phenology of the plant, being an alternative adaptation to the climate specificities of each region (Hartmann and Kester, 1975; Tecchio *et al.*, 2013; Allebrandt *et al.*, 2015). In addition, rootstocks interfere with the vigor characteristics of plants grafted onto them, which is reflected in the vineyard productivity and management (Dalbó and Souza, 2019; Tecchio *et al.*, 2019).

The different levels of vigor conferred by the rootstocks, in turn, require an adjustment in the density of plants in the vineyard since, with vigorous rootstocks, greater spacing between the plants is recommended so that there is space to hold a more significant load of buds per plant without excessive shading conditions (Santos, 2006).

Hence, the objective of the work was to select the rootstock that provides the best productive performance to the ‘Vermentino’ variety, and to adjust the ideal spacing for this combination.

MATERIALS AND METHODS

The experiment was conducted in a vineyard installed in 2016, located in the municipality of Água Doce - SC (1250 m of altitude), at the Villaggio Grando winery, in 2018/19, 2019/20, and 2020/21 cycles. The plants of the ‘Vermentino’ variety were conducted in an espalier with a spur cord pruning system. A 2.9 m spacing was used between rows, while the distance between plants varied according to the treatment. The climate of the region, according to the Koeppen classification, is Cfb, mesothermic, humid, without a dry season, and with a cool summer (Pessenti *et al.*, 2019).

The experimental design used was randomized blocks, in a 5 x 3 factorial scheme (five rootstocks and three spacings), with four replications evaluated at two plants per plot. The treatments studied are a combination of five rootstocks (‘101-14 Millardet et de Grasset’ (Mgt) (*Vitis riparia* x *Vitis rupestris*), ‘Harmony’ (*Vitis champinii* x *Vitis vinifera* x *Vitis labrusca* x *Vitis riparia*), ‘IAC 572’ (*Vitis caribaea* x ‘101-14 Mgt’), ‘Paulsen 1103’ (*Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris*), and ‘VR 043-43’ (*Vitis rotundifolia* x *Vitis vinifera*)) and three plant spacings of 1.0 m (3448 plants/ha), 1.2 m (2874 plants/ha) and 1.5 m (2298 plants/ha).

The phenological cycle was evaluated through the observation of the main stages - after the winter solstice (21/06/2018, 21/06/2019, and 20/06/2020) the budburst; full flowering; color change (veraison); harvest date - according to the scale of Baggiolini (1952). Pruning was carried out by observing the swelling of the buds (a sign of breaking dormancy) on 09/12/2018, 09/12/2019 and 08/10/2020.

The monthly and weekly precipitation and air temperature averages, as well as the accumulated cold hours (≤ 7.2 °C), were obtained by the Água Doce meteorological station, located at the Villaggio Grando winery, through the EPAGRI/CIRAM database.

To assess the productive parameters, fertility evaluations were carried out through: i) the direct counting of the number of branches and bunches per plant; ii) average pruning mass, obtained by weighing the branches pruned per plant in winter (g); iii) Ravaz index, by dividing the mass of bunches (yield, g) by the pruning mass (g); iv) number of bunches, counted individually on the marked plants and averaged per plant; v) the average mass of the bunch, obtained by the average weight of the bunches harvested per plant (g); vi) production per plant, based on weighing the bunches at the time of harvest (kg); vii) estimated productivity per hectare, by multiplying the production per plant by the number of plants per hectare (t/ha).

The harvests were carried out considering the health of the bunches and the ripeness of the grapes

according to the total soluble solids content and total acidity.

The harvests took place on 18/03/2019, 03/03/2020, and 04/03/2021. Regarding the physicochemical parameters of the must, the total soluble solids content was evaluated and determined in a digital benchtop refractometer with automatic temperature compensation (QUIMIS®, Nova instruments, WYA-2S, Brazil), and the results were expressed as °Brix. In addition, the pH was determined directly in the must by a potentiometer (Meter AD1030, Adwa Instruments, Hungary), and total acidity was assessed by titration of the sample (Mettler 8603-Toledo, Switzerland) with a standardized solution of NaOH 0.1N, adopting pH = 8.2 as the endpoint of the titration, and the results were expressed as mEq/L.

Total polyphenols of the must (mg/L) were determined by the Folin-Ciocalteu method (Singleton and Rossi, 1965) and the antioxidant activity of the must ($\mu\text{mol/L}$) was based on the DPPH assay according to the methodology described by Kim *et al.* (2002), using a UV-2601 spectrophotometer (Beijing Rayleigh Analytical Instrument Corporation, China).

Measurements of the chromatic characteristics of the must were performed using a spectrophotometer (Konica Minolta, CM 5, Japan): L^* (represents lightness, ranging from fully opaque/dark = 0 % to fully transparent/bright = 100%); a^* and b^* (represents chromatic coordinates, in which a^* varies from $+a^*$ red to $-a^*$ green, and b^* varies from $+b^*$ yellow to $-b^*$ blue); chroma and hue ($^\circ\text{Hue}$), obtained by the following formulas $C = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$ and $H^\circ = 1/\tan b^*/a^*$, respectively, as recommended by McGuire (1992).

The ANOVA assumptions were evaluated in the statistical analysis, with normality analyzed using the Shapiro-Wilk test and homoscedasticity using the Bartlett test. If the assumptions were not met, data transformation was performed. In the 2018/2019 harvest, the variables that required transformation were: yield, Ravaz index, total polyphenols, and DPPH. In the 2019/2020 harvest, the total polyphenols and pruning mass variables required transformation. In the 2020/2021 harvest, the total polyphenols variable was transformed. The transformations were carried out according to the method described by Box and Cox (1964).

The results were submitted to analysis of variance, and, in case of statistical significance, to an analysis of means by Duncan's test ($p \leq 0.05$).

RESULTS AND DISCUSSION

The vineyard's first harvest, 2018/19, was marked by frequent rains throughout the vine's reproductive period and mild temperatures during the fruiting period. The 2019/20 harvest was characterized by a drought that occurred in the months before the bud

break and frequent rains during the months of grape ripening, together with mild temperatures. The 2020/21 harvest presented drought in September and October; however, it had frequent rains in November, December, and January, a period of flowering and development of the bunches, with mild temperatures for this period (Figure 1). The weeks that preceded the evaluated crops' harvest showed a predominance of cloudy days with frequent rains until harvest (Figure 2). The frequency and distribution of rainfall are essential elements in fruit growing since the free water on leaves, flowers, and fruits is the main factor that can trigger the development of fungal diseases in the vine (Chavarria *et al.*, 2007), indicating the need for alertness in the control of fungal diseases in the cultivation of the 'Vermentino' variety for this region. In 2018/19, the sum of cold hours was 680 hours; in 2019/20, it was 405 hours; in 2020/21, it was 575 hours (Figure 3). The species regulate the cold hours needed to overcome dormancy when this requirement is met. Dormancy depends on an environmental stimulus, mainly temperature and water availability, which provides adequate conditions for the beginning of bud break (Anzanello and Christo, 2020).

For the 'Vermentino' variety, the cold requirement was sufficient throughout the seasons, where the budburst is seen to occur in the first half of October in 2018, in the second half of September in 2019, and in the first half of September in 2020. Flowering occurred in the second half of November in 2018, in the first half of November in 2019, and in the second half of October in 2020; while the veraison took place between the end of January and the beginning of February in all crops, while the harvests happened in the beginning of the second half of March 2019 and in the first half of March in 2020 and 2021 (Table I).

No studies comparing rootstocks with the variety 'Vermentino' in Água Doce-SC were found in the literature; however, the commonly used rootstock is 1103P. For this scion-rootstock combination, Würz *et al.* (2017) observed average bud break, flowering, and veraison around September 20, November 24, and February 8 in São Joaquim-SC, respectively. Brighenti *et al.* (2014) observed the same region's mean dates between September 18, December 6, and February 9 for the bud break, flowering, and veraison, respectively.

Budburst occurred latest in the vines grafted onto 'Paulsen 1103' and 'VR 043-43' rootstocks in 2019/20 and 2020/21 (S-B) (Table II). This result is interesting because the classification based on the bud break can be used to choose varieties less prone to late frost risks (Würz *et al.*, 2017).

The sub-period between budburst and flowering (B-F) was anticipated by these rootstocks, with an average difference of 4.5 days between the latest and the earliest rootstocks.

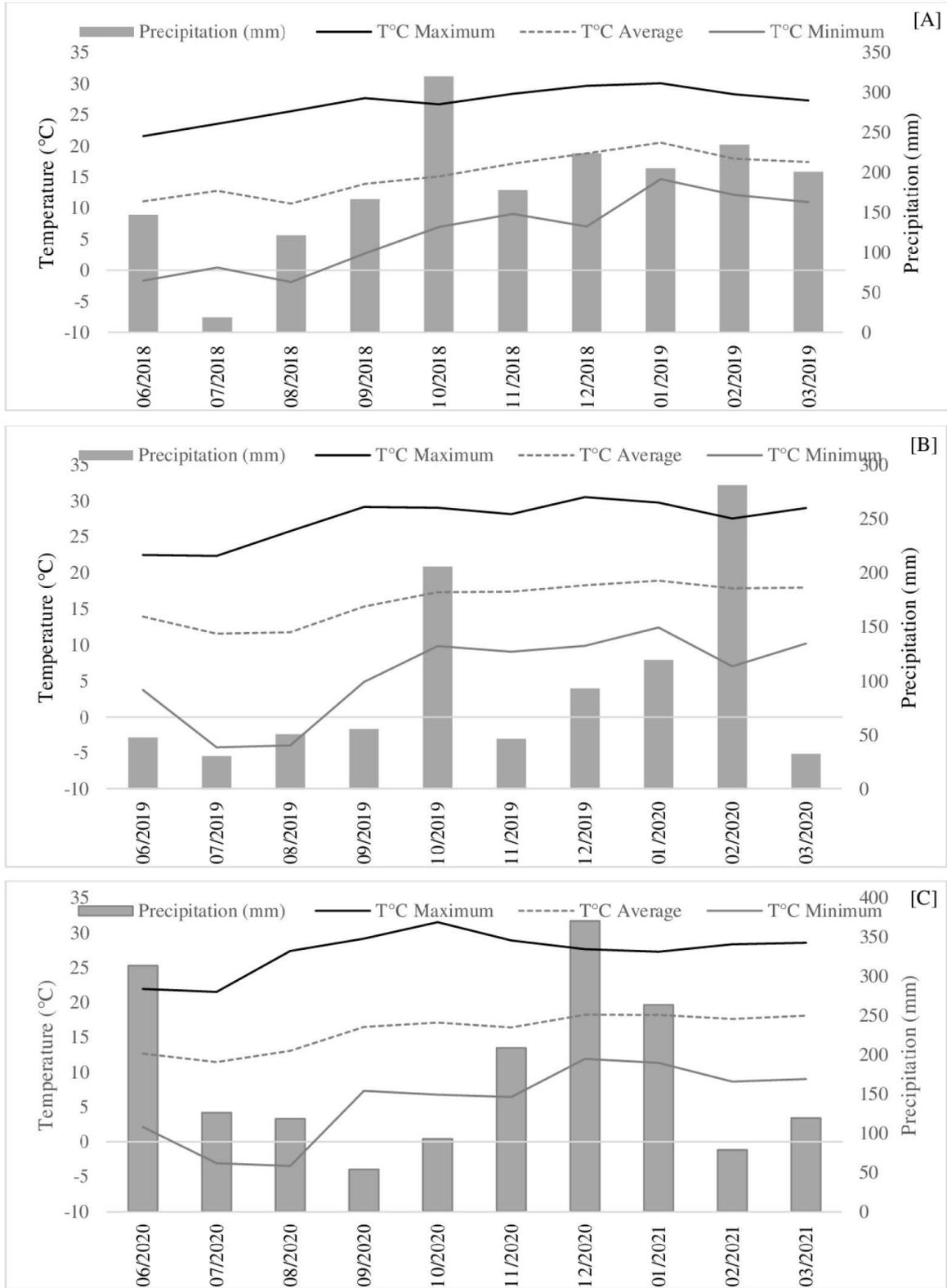


Figure 1. Monthly averages of temperature and precipitation, Água Doce - SC, Villaggio Grando Winery. Crops [A] 2018/19, [B] 2019/20 and [C] 2020/21.

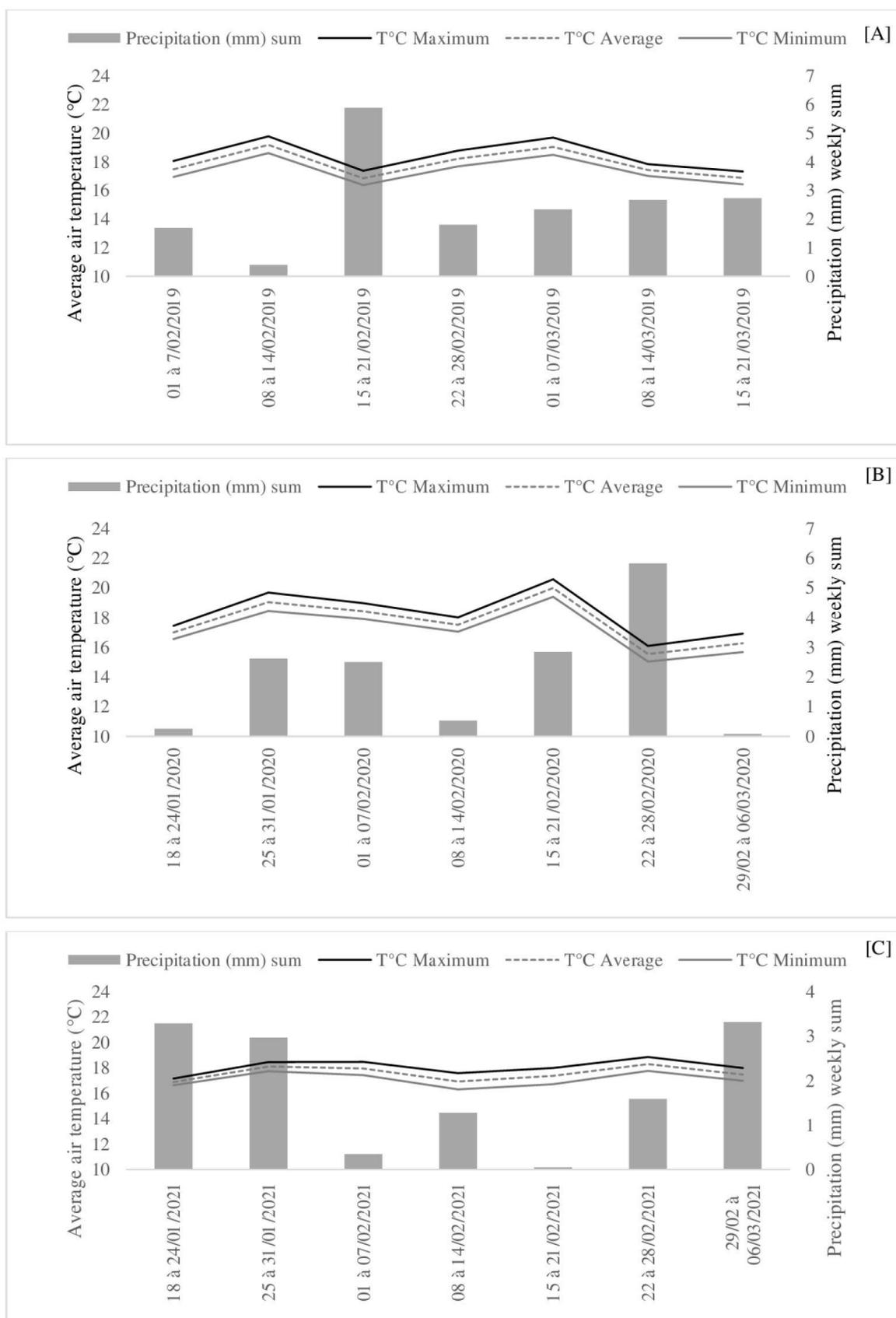


Figure 2. Weekly averages of temperature and precipitation, Água Doce - SC, Villaggio Grando Winery. Crops [A] 2018/19, [B] 2019/20 and [C] 2020/21.

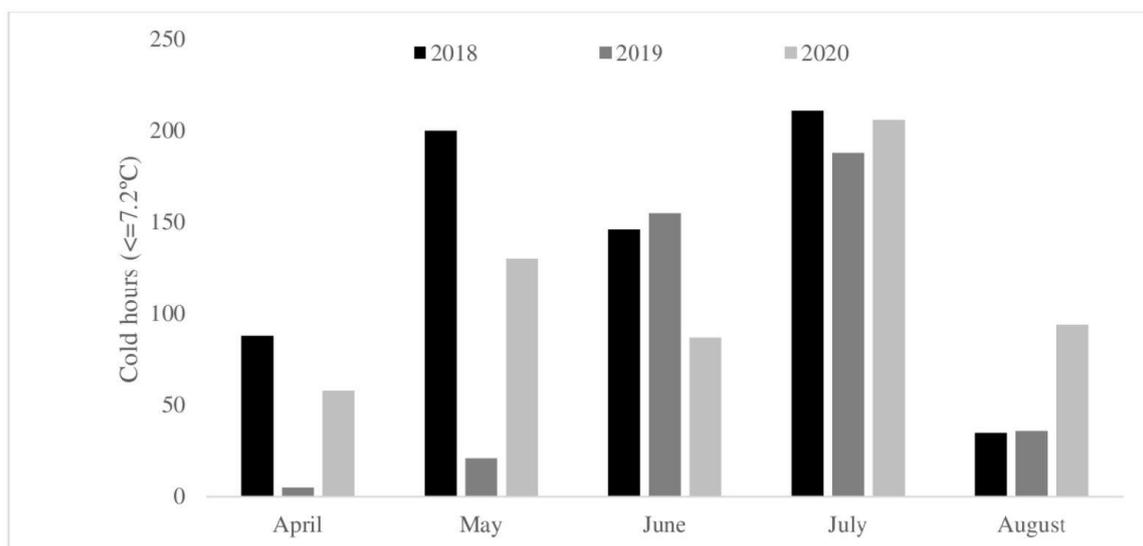


Figure 3. Accumulated cold hours, Água Doce – SC, Villaggio Grando Winery.

Table I

Dates of the main phenological occurrences of the ‘Vermentino’ cultivar in 2018/19, 2019/20, and 2020/21 cycles in Água Doce/SC

Rootstock	Bud break	Flowering	Veraison	Harvest
2018/19 Crop				
‘101-14 Mgt’	09/10/2018	26/11/2018	02/02/2019	18/03/2019
‘Harmony’	10/10/2018	25/11/2018	29/01/2019	18/03/2019
‘IAC 572’	12/10/2018	27/11/2018	02/02/2019	18/03/2019
‘Paulsen 1103’	16/10/2018	30/11/2018	29/01/2019	18/03/2019
‘VR 043-43’	12/10/2018	30/11/2018	01/02/2019	18/03/2019
2019/20 crop				
‘101-14 Mgt’	24/09/2019	12/11/2019	01/02/2020	03/03/2020
‘Harmony’	24/09/2019	12/11/2019	27/01/2020	03/03/2020
‘IAC 572’	24/09/2019	13/11/2019	29/01/2020	03/03/2020
‘Paulsen 1103’	29/09/2019	14/11/2019	28/01/2020	03/03/2020
‘VR 043-43’	28/09/2019	13/11/2019	02/02/2020	03/03/2020
2020/21 Crop				
‘101-14 Mgt’	05/09/2020	23/10/2020	25/01/2021	04/03/2021
‘Harmony’	04/09/2020	24/10/2020	24/01/2021	04/03/2021
‘IAC 572’	05/09/2020	25/10/2020	25/01/2021	04/03/2021
‘Paulsen 1103’	10/09/2020	27/10/2020	28/01/2021	04/03/2021
‘VR 043-43’	09/09/2020	27/10/2020	28/01/2021	04/03/2021

The value of recognition of growth stages for the grapevine is indispensable for implementing cultural operations in the vineyard and providing a

unanimous understanding among workers (Gökbayrak and Engin, 2019). The sub-period between flowering and veraison (F-V) was

significantly influenced by the rootstocks in the first crop only, with ‘Paulsen 1103’, ‘VR 043-43’, and ‘Harmony’ inducing the smallest sub-period.

The difference in color change and harvest (V-C) subperiod was observed only in the 2020/21 harvest, for the ‘Paulsen 1103’ and ‘VR 043-43’ rootstocks. Brighenti *et al.* (2015) stated that in colder climate regions, varieties that have early ripening are indicated, while in warmer climates, varieties of late ripening are preferable because they have climatic conditions to complete maturation.

These differences may be related to variations in rootstock vigor levels, considering that vigorous rootstocks can prolong the vegetative cycle (Brighenti *et al.*, 2011). Malinovski *et al.* (2016) observed an average cycle of 179 days for the ‘Vermentino’ variety in Água Doce-SC, which is similar to that observed in the present study in the 2020/21 harvest with ‘Paulsen 1103’ and ‘VR 043-43’ rootstocks.

Table II

Days between stages of the main phenological occurrences of the cultivar ‘Vermentino’ in the 2018/19, 2019/20 and 2020/21 cycles in Água Doce/SC

Rootstock	S-B	B-F	F-V	V-C
2018/19 Crop				
‘101-14 Mgt’	111b	47ns	69a	43ns
‘Harmony’	111b	47	63b	47
‘IAC 572’	113b	45	66ab	43
‘Paulsen 1103’	117a	45	62b	47
‘VR 043-43’	112b	48	62b	45
2019/20 Crop				
‘101-14 Mgt’	96b	48ab	83ns	29ns
‘Harmony’	96b	48ab	79	33
‘IAC 572’	95b	49a	81	29
‘Paulsen 1103’	100a	46b	79	31
‘VR 043-43’	100a	46b	79	31
2020/21 Crop				
‘101-14 Mgt’	75c	51a	94ns	38a
‘Harmony’	77b	50a	92	39a
‘IAC 572’	77b	51a	92	38a
‘Paulsen 1103’	83a	47b	92	35b
‘VR 043-43’	82a	48b	93	34b

Means followed by the same lowercase letter in a column do not differ by Duncan’s test ($p > 0.05$); ns, not significant. S-B (Solstice- Bud break), B-F (Bud break-Flowering), F-V (Flowering -Veraison), V-C (Veraison-Harvest).

Evaluating the productive parameters of the first crop (2018/19), no difference in the fertility index caused by the rootstocks and the spacing was found. Fertility is a genetic characteristic of grapevine varieties, and reflects the ability to differentiate vegetative buds from fruiting buds, which will determine their productivity (Meneguzzi *et al.*, 2020).

Pruning mass was higher by using ‘IAC 572’ and ‘Paulsen 1103’ rootstocks. These rootstocks are considered vigorous (Dalbó and Feldberg, 2019);

however, the Ravaz index indicates that only ‘IAC 572’ showed excessive vigor in this crop, with a 3.7 Ravaz index, and ‘Paulsen 1103’ was slightly above, which is accepted as appropriate for optimal ripening (Würz *et al.*, 2020). Despite the low Ravaz index presented by the ‘IAC 572’, the production in several bunches did not show a significant difference, indicating that the vigor did not interfere with the fertility of the branches. The cluster mass was higher for Paulsen1103 rootstock, affecting production per plant and estimated yield (Table III).

Table III

Productive parameters of the 'Vermentino' variety in relation to the rootstock and spacing in the 2018/19 crop

	Fertility index	Pruning mass (g)	Ravaz index	Number of bunches	Bunch weight (g)	Production per plant (kg)	Estimated yield (ton/ha)
Rootstock							
'101-14 Mgt'	1.27ns	280bc	5.53b	10.00ns	170b	1.94b	6.19b
'Harmony'	1.43	238c	5.51b	7.91	170b	1.47b	4.61b
'IAC 572'	1.36	429a	3.73b	10.67	170b	1.92b	5.90b
'Paulsen 1103'	2.07	365ab	10.71a	16.25	230a	3.80a	10.89a
'VR 043-43'	1.45	301bc	5.32b	10.58	150b	1.80b	5.48b
Spacing							
1.0 m	1.74ns	329ns	8.61a	13.95ns	210a	2.97a	10.23a
1.2 m	1.55	339	5.69ab	10.35	170b	2.02ab	5.82b
1.5 m	1.30	301	4.67b	9.06	150b	1.61b	3.69c

Means followed by the same lowercase letter in a column do not differ by Duncan's test ($p > 0.05$); ns, not significant.

In 2018/19, pH variation promoted by the rootstocks was observed. However, all the musts had fair quality fermentation values (Brighenti *et al.*, 2014). Higher total acidity and lower concentration of soluble solids were associated with 'IAC 572' and 'VR 043-43' rootstocks (Table IV). However, it is worth mentioning that the whole experiment was harvested on the same date, and this behavior may be related to the need for a longer period for grape ripening using these rootstocks due to their high vigor. Lower total polyphenols content and antioxidant activity were obtained with '101-14 Mgt' and 'IAC 572' rootstocks. Nevertheless, the amount and phenolic composition may vary according to different factors, such as grapevine variety, grape maturity, climate conditions, and exposure to ultraviolet light (Da Costa *et al.*, 2021), and therefore its behavior over the years should be observed. Regarding the chromatic characteristics, differences were only observed for the Hue; higher values were related with '101-14 Mgt' and 'IAC 572' rootstocks (Table IV). This result may be related to the lower concentration of phenolic compounds associated with these rootstocks, considering that such compounds have an essential role in the color of wines acting as pigments (Bender *et al.*, 2020).

The second crop of the vineyard (2019/20) presented the lowest fertility rate for the 'IAC 572' and 'VR

043-43' rootstocks. On the other hand, the pruning mass was superior to the 'IAC 572' rootstock in the spacings of 1.2 and 1.5 m between plants, following the exact behavior of the first crop. However, even with a statistical difference between the rootstocks, the Ravaz index values indicate an excessive vegetative vigor (Würz *et al.*, 2020), especially in 'IAC 572' that presented the lowest index value, thus being seen again as the rootstock that confers more significant imbalance between vegetation and production.

In 2019/20, an increase in the number of bunches was observed when using the 'Paulsen 1103' rootstock followed by 'Harmony'. The lowest value of bunch mass was related to 'IAC 572'. These results demonstrate the need for adjustment in management to adapt to the vigor conferred by the rootstocks since excess or lack of vigor can lead to lower productivity (Grigolo *et al.*, 2021), as observed in 'IAC 572' (Table V).

Grapes produced in 2019/20 with 'IAC 572', VR 043-42, and 'Paulsen 1103' rootstocks had a lower concentration of soluble solids content and higher total acidity regardless of the spacing used. As a result, these rootstocks are considered to be of increased vigor, and a more extended period may be necessary for grape ripening (Dalbó and Feldberg, 2019).

Table IV
Physicochemical parameters of ‘Vermentino’ must in relation to rootstock and spacing in the 2018/19 crop

	pH	TSS (°Brix)			TA
		1.0 m	1.2 m	1.5 m	
Rootstock					
‘101-14 Mgt’	3.16ab	16.3aB	16.8aAB	17.3aA	84.92b
‘Harmony’	3.13b	16.2abA	16.7aA	16.6aA	82.73b
‘IAC 572’	3.14ab	15.0bA	16.1abA	15.3bA	92.60a
‘Paulsen 1103’	3.18a	15.9abA	14.1cB	16.6aA	84.50b
‘VR 043-43’	3.12b	15.5abA	15.1bcB	15.2bA	95.07a
Spacing					
1.0 m	3.16ns	-	-	-	86.78ns
1.2 m	3.15	-	-	-	87.05
1.5 m	3.13	-	-	-	90.05
	Polyphenols (mg gallic acid /L)	Antioxidant activity (µM/mL)	L*	°Hue	Chroma
Rootstock					
‘101-14 Mgt’	664b	10103bc	95.33ns	95.13a	7.13ns
‘Harmony’	848a	12866a	94.99	93.74b	8.83
‘IAC 572’	601b	10261c	95.38	95.33a	7.01
‘Paulsen 1103’	817a	12948a	95.05	93.93b	8.28
‘VR 043-43’	776a	12126ab	95.15	94.7ab	8.15
Spacing					
1.0 m	734a	11825ab	95.22ns	94.63ns	7.83ns
1.2 m	807a	12356a	95.07	94.41	8.34
1.5 m	679b	10694b	95.26	94.66	7.48

Means followed by the same lowercase letter in a column do not differ by Duncan's test ($p > 0.05$); ns, not significant. TSS – total soluble solids; TA – total acidity; L* - lightness.

Lower pH, in turn, was associated with 1.0 m spacing between plants when using the ‘IAC 572’ and ‘Paulsen 1103’ rootstocks, but in practice, this difference is not enough to change the quality of the must (Table VI).

The chromatic characteristics were not affected by the spacing between plants. The lightness of the sample, demonstrated that the musts have a clear and limpid aspect. The hue indicated that the musts exhibited a greenish yellow color when ‘101-14 Mgt’, ‘IAC 572’ and ‘VR 043-43’ rootstocks were used, and greenish yellow with straw tones when ‘Harmony’ and Paulsen1103 rootstocks were used. The highest color chroma was verified in the musts associated with ‘Harmony’ rootstock (Table VI). Polyphenol content and antioxidant activity were influenced by the interaction between rootstock and spacing; the lowest levels in the 1.0 meter spacing between plants were observed when using ‘101-14 Mgt’ and ‘Harmony’ rootstocks (Table VI). Despite the lack of information on the influence of these

rootstocks on the polyphenol content and antioxidant activity of ‘Vermentino’ scion, Brighenti *et al.* (2014), studying Italian varieties in an altitude region of Santa Catarina, found higher levels of polyphenols in the ‘Vermentino’ variety and ascribed them to the influence of altitude and low temperature.

In 2020/21 there was no interaction between the factors spacing and rootstock on the vineyard production variables (Table VII). Following the behavior of the previous crop, the fertility index was lower, and the pruning mass was higher when using the ‘IAC 572’ rootstock, this same rootstock presented the lowest Ravaz index value, indicating excess vigor conferred by the rootstock.

The productive behavior for most rootstocks was adequate, showing that in the third year of vineyard production, the plants are already better established; even when young, the Ravaz index shows the best balance between vegetative and grape production (Würz *et al.*, 2020).

Table V
Productive parameters of the ‘Vermentino’ variety in relation to the rootstock and spacing in the 2019/20 crop

	Fertility index	Ravaz Index	Pruning mass (g)		
			1.0 m	1.2 m	1.5 m
Rootstock					
‘101-14 Mgt’	1.00ab	3.25b	603aA	503bAB	400cB
‘Harmony’	1.09a	4.83a	473abA	396bAB	317cB
‘IAC 572’	0.73c	1.63c	554abB	904aA	826aA
‘Paulsen 1103’	1.00ab	4.64a	441bA	517bA	561bA
‘VR 043-43’	0.89bc	3.12b	503abA	510bA	552bA
Spacing					
1.0 m	0.87ns	3.88ns	-	-	-
1.2 m	0.97ns	3.57	-	-	-
1.5 m	0.97ns	3.02	-	-	-
	Number of bunches	Bunch weight (g)	Production per plant (kg)	Estimated yield (ton/ha)	
Rootstock					
‘101-14 Mgt’	10.64b	160ab	2.08ab	5.46ab	
‘Harmony’	11.70ab	150ab	1.94ab	5.40ab	
‘IAC 572’	10.14b	130b	1.24c	3.24c	
‘Paulsen 1103’	12.92a	170a	2.29a	6.67a	
‘VR 043-43’	9.67b	170a	1.68bc	4.77bc	
Spacing					
1.0 m	11.11ns	190a	2.05ns	6.72a	
1.2 m	11.08	150b	1.91	5.18b	
1.5 m	10.83	130c	1.55	3.32c	

Means followed by the same lowercase letter in a column do not differ by Duncan's test ($p > 0.05$); ns, not significant.

The number of bunches was lower when using the ‘Harmony’ rootstock, and this rootstock provided the lowest bunch mass, followed by ‘VR 043-43’ and ‘Paulsen 1103’, which was reflected in the production per plant and estimated productivity, where ‘Harmony’ and ‘VR 043-43’ had the lowest averages (Table VII). Regarding the spacing, a relationship between the number of bunches and bunch mass was observed; as the spacing increased, an increase in the number of bunches and the inverse

in bunch mass occurred, evidencing the high fertility of buds (Porro and Stefanini, 2016). However, the highest estimated productivity was obtained with the spacing of 1.0 m between plants due to the greater number of productive plants with heavier bunches. The ‘Vermentino’ variety originally had medium vigor and produced bunches with medium to high mass (180-300 g), showing good productivity in the altitude regions of Santa Catarina (Palladini *et al.*, 2021).

Table VI

Physicochemical parameters of 'Vermentino' must in relation to rootstock and spacing of the 2019/20 crop

	pH			TSS (°Brix)	TA	L*	°Hue	Chroma
	1.0 m	1.2 m	1.5 m					
Rootstock								
'101-14 Mgt'	3.36abA	3.36aA	3.38aA	18.9a	87.37c	94.47a	92.19a	10.59b
'Harmony'	3.41aA	3.36aAB	3.32bB	19.5a	80.58d	93.88b	90.49b	13.68a
'IAC 572'	3.28cB	3.37aA	3.39aA	17.2c	99.13a	94.5a	92.04a	10.3b
'Paulsen 1103'	3.32bcB	3.35aAB	3.38aA	17.6bc	90.51bc	94.32a	90.68b	11.4b
'VR 043-43'	3.41aA	3.37aA	3.38aA	18.1b	93.77ab	94.11ab	91.51a	11.87b
Spacing								
1.0 m	-	-	-	17.9ns	91.08ns	94.34ns	91.44ns	11.14ns
1.2 m	-	-	-	18.1	89.88	94.25	91.32	11.63
1.5 m	-	-	-	18.7	89.56	94.15	91.30	12.04
	Polyphenols (mg gallic acid/L)			Antioxidant activity (µM/mL)				
	1.0 m	1.2 m	1.5 m	1.0 m	1.2 m	1.5 m		
Rootstock								
'101-14 Mgt'	668bB	821bcA	764cAB	743cB	1020bA	1082bcA		
'Harmony'	832aB	1393aA	1748aA	1018abB	1397aA	1395aA		
'IAC 572'	888aA	707cB	744bcAB	1220aA	793cB	919cB		
'Paulsen 1103'	891aA	882bA	909bcA	961bcA	1073bA	1014bcA		
'VR 043-43'	751abA	868bA	925bA	845bcB	1080bA	1180bA		

Means followed by the same lowercase letter in a column do not differ by Duncan's test ($p>0.05$); ns, not significant.
TSS – total soluble solids; TA – total acidity; L* - lightness.

Table VII

Productive parameters of the 'Vermentino' variety in relation to rootstock and 2020/21 crop spacing

	Fertility index	Pruning mass (g)	Ravaz Index	Number of bunches	Bunch weight (g)	Production per plant (kg)	Production per plant (ton/ha)
Rootstock							
'101-14 Mgt'	1.38a	433b	7.90a	18.70a	186.50a	3.31a	9.73a
'Harmony'	1.21ab	291c	8.22a	14.45b	150.01c	2.37b	6.71c
'IAC 572'	1.12b	759a	4.06c	18.41a	166.93b	2.96a	8.61ab
'Paulsen 1103'	1.39a	453b	7.08ab	19.75a	158.41bc	3.11a	8.74ab
'VR 043-43'	1.35a	437b	6.46b	17.21a	163.40bc	2.78ab	7.95bc
Spacing							
1.0 m	1.29ab	456ns	6.68ns	17.11b	170.93a	2.88ns	10.02a
1.2 m	1.21b	467	6.51	16.42b	167.70a	2.75	7.92b
1.5 m	1.38a	474	7.13	19.55a	155.31b	3.08	7.07b

Means followed by the same lowercase letter in a column do not differ by Duncan's test ($p>0.05$); ns, not significant.

The 2020/21 harvest showed low values of soluble solids (Table VIII). This crop was characterized by constant rains and predominance of cloudy days during the grape ripening. These factors hinder the accumulation of soluble solids in the berries since the photosynthetic rate is reduced (Taiz and Zeiger, 2004). Nevertheless, Brighenti *et al.* (2014), studying the ‘Vermentino’ variety in the altitude region of Santa Catarina, obtained adequate values for the production of quality wines (18 to 22 °Brix). The total acidity of the musts was lower when using the ‘Harmony’ and ‘Paulsen 1103’ rootstocks, however,

in the case of white wines, higher acidity values are acceptable, in order to give freshness to the wines, in this context, it is considered that all rootstocks presented good acidity values for the production of young wines (Porro and Stefanini, 2016). Acidity are correlated the pH, which ranged from 3.27 to 3.32. This parameter is crucial in the biological stability and color of wines, and the ideal range is between 3.0 and 3.6, depending on the type of wine (Wurz *et al.*, 2022), which indicates adequate pH values for all the evaluated musts.

Table VIII

Physicochemical parameters of ‘Vermentino’ must in relation to rootstock and spacing of the 2020/21 crop

	pH	TSS (°Brix)	TTA	L*			
				1.0 m	1.2 m	1.5 m	
Rootstock							
‘101-14 Mgt’	3.29ab	16.5b	100.4bc	95.01bAB	95.33bA	94.81bcB	
‘Harmony’	3.32a	17.5a	95.0d	95.04bA	94.60cB	94.48cdB	
‘IAC 572’	3.28b	16.2b	103.0ab	95.83aA	95.89aA	94.96bB	
‘Paulsen 1103’	3.30ab	16.4b	98.4cd	94.50cB	95.77aA	94.28dB	
‘VR 043-43’	3.27b	16.2b	105.2a	95.48abA	94.77cB	95.55aA	
Spacing							
1.0 m	3.28ns	16.8ns	100.4ns	-	-	-	
1.2 m	3.3	16.6	99.6	-	-	-	
1.5 m	3.29	16.2	101.5	-	-	-	
		°Hue		Chroma			
		1.0 m	1.2 m	1.5 m	1.0 m	1.2 m	1.5 m
Rootstock							
‘101-14 Mgt’	93.69abA	94.27bA	93.13bA	8.7aA	7.3bA	9.0bA	
‘Harmony’	93.27bA	91.92cB	91.79cB	8.6aB	10.8aA	11.3aA	
‘IAC 572’	94.78aB	96.10aA	93.67bB	5.0cB	5.1cB	8.8bA	
‘Paulsen 1103’	91.99cB	95.45aA	91.49cB	10.0aA	5.6cB	11.4aA	
‘VR 043-43’	94.66aA	92.73cB	95.15aA	6.7bB	10.0aA	6.3cB	
		Polyphenols (mg gallic acid/L)			Antioxidant activity (µM/mL)		
		1.0 m	1.2 m	1.5 m	1.0 m	1.2 m	1.5 m
Rootstock							
‘101-14 Mgt’	478bA	421cA	435cA	1015bA	980cA	1010cA	
‘Harmony’	575aB	709aA	727aA	1348aA	1410aA	1424aA	
‘IAC 572’	341cB	321dB	455cA	902bB	942cB	1191bA	
‘Paulsen 1103’	580aA	427cB	612bA	1235aA	1180bA	1267bA	
‘VR 043-43’	437bB	590bA	392cB	990bB	1278abA	905cB	

Means followed by the same lowercase letter in a column do not differ by Duncan's test ($p>0.05$); ns, not significant.

The chromatic characteristics showed interaction between rootstock and spacing, the variable L* presented the highest values when using the 'IAC 572' rootstock with 1.0 and 1.2 m spacing between plants, although all the rootstocks were associated with clear musts. The hue, revealed musts of yellow color with greenish reflections, although 'IAC 572' presented the highest values in the 1.2 m spacing. Chroma, in turn, indicates musts with lower color intensity (Chitarra and Chitarra, 2005).

The lowest concentration of polyphenols was ascribed to the rootstock 'IAC 572' in the spacing of 1.0 and 1.2 m between plants. This rootstock, being vigorous, can lead to imbalance in the direction of carbohydrates, the main precursors of polyphenols, which are directed to the vegetative apex and not to the bunches (Marcon Filho *et al.*, 2015).

Likewise, of antioxidant activity was lower for 'IAC 572' at 1.0 and 1.2 m between plants. Antioxidant activity is the ability of a compound to inhibit or delay oxidation and lipid peroxidation, with phenolic compounds being the primary natural antioxidants. Its determination is vital to assess a food's ability to protect against deterioration, reactions that can decrease its quality, and nutritional value (Taiz and Zeiger, 2004).

Over the three seasons assessed, the tendency of delay in bud break can be observed when using more vigorous rootstocks, as well as the shortening of subsequent periods. This is an interesting behavior in plants grown in the altitude regions of Santa Catarina, since the risk of late frosts is high and the rainy period during ripening can harm the health and quality of the grapes for these regions. On the other hand, the last crop evaluated showed interesting yield values when the '101-14 Mgt' rootstock, with lower vigor, was used.

CONCLUSIONS

Under these experimental conditions, 'Paulsen 1103' and 'VR 043-43' rootstocks delayed bud break and shorten phenological sub-periods in young vineyards of the 'Vermentino' variety.

'Paulsen 1103' and '101-14 Mgt' rootstocks contributed to increase productivity in young vineyards of the 'Vermentino' variety.

The 1.0 m spacing between plants contributed to greater productivity in vineyard of the 'Vermentino' variety.

The 'IAC 572' rootstock contributed the least to the increase in polyphenols and antioxidant activity of grapes from 'Vermentino' variety.

The 'Harmony' rootstock contributed to the greater accumulation of soluble solids in the grapes of the 'Vermentino' variety.

CONFLICTS OF INTEREST: The authors declare no conflict of interest.

REFERENCES

- Allebrandt, R., Filho, J.L.M., Bem, B.P. de, Würz, D.A., Brighenti, A.F., Kretschmar, A.A. and Rufato, L., 2015. Fenologia da variedade Merlot produzida sobre três porta-enxertos em elevadas altitudes de Santa Catarina. *Rev. Bras. Vitic. Enol.*, **7**, 36–43.
- Anzanello, R. and Christo, M.C. de, 2020. Temperatura e tempo de frio para a superação da dormência de gemas de videiras 'Chardonnay', 'Merlot' e 'Cabernet Sauvignon.' *Rev. Eletrônica Científica UERGS*, **6**, 207–215.
- Baggiolini, M., 1952. Les stades repères dans le développement de la vigne et leur utilisation pratique, Station Féd. Essais Agric., Lausanne.
- Bender, A., Souza, A.L.K. de, Caliari, V., Malgarim, M.B., Costa, V.B. and Goulart, C., 2020. Caracterização físico-química e sensorial de sucos da uva Isabel em cortes com diferentes variedades produzidas na região do Vale do Rio do Peixe-SC. *Braz. J. Food Technol.*, **23**, 1–11.
- Box, G.E.P. and Cox, D.R., 1964. Journal of the Royal Statistical Society. *Ser. B Methodol.*, **26**, 211–252.
- Brighenti, A.F., Brighenti, E. and Pasa, M. da S., 2016. Vitivinicultura de Altitude: relidade e perspectivas. *Rev. Agropecuária Catarin.*, **29**, 14–146.
- Brighenti, A.F., Malinovski, L.I., Stefanini, M., Vieira, H.J. and Silva, A.L. da, 2015. Comparação entre as regiões vitícolas de São Joaquim - SC, Brasil e San Michele All'Adige - TN, Itália. *Rev. Bras. Frutic.*, **37**, 281–288.
- Brighenti, A.F., Rufato, L., Kretschmar, A.A. and Schlemper, C., 2011. Desempenho vitivinícola da Cabernet Sauvignon sobre diferentes porta-enxertos em região de altitude de Santa Catarina. *Rev. Bras. Frutic.*, **33**, 096–102.
- Brighenti, A.F., Silva, A.L. da, Brighenti, E., Porro, D. and Stefanini, M., 2014. Desempenho vitícola de variedades autóctones italianas em condição de elevada altitude no Sul do Brasil. *Pesqui. Agropecuária Bras.*, **49**, 465–474.
- Calò, A., Scienza, A. and Costacurta, A., 2006. Vitigni d'Italia, 2nd ed. Edagricole-New Business Media, Bologna, Italy.
- Chavarria, G., Santos, H.P. dos, Sônego, O.R., Marodin, G.A.B., Bergamaschi, H. and Cardoso, L.S., 2007. Incidência de doenças e necessidade de controle em cultivo protegido de videira. *Rev. Bras. Frutic.*, **29**, 477–482.
- Chitarra, M.I.F. and Chitarra, A.B., 2005. Pós colheita de frutas e hortaliças: Fisiologia e Manuseio, 2nd ed. FAEPE.
- Da Costa R.R., Ferreira T.D.O., Felix D.T. and De Lima M.A.C., 2021. Impact of trellis systems and rootstocks on global phenolic composition and antioxidant activity of 'Isabel Precoce' grapes produced during rainy seasons in semi-arid region of Brazil. *Ciência Téc. Vitiv.*, **36**, 126–138.
- Dalbó, M.A. and Feldberg, N.P., 2019. Comportamento agrônomico de porta-enxertos de videira com resistência ao declínio de plantas jovens nas condições do estado de Santa Catarina. *Agropecuária Catarin.*, **32**, 68–72.
- Dalbó, M.A. and Souza, A.L.K., 2019. Rootstock breeding for resistance to grapevine decline and dieback in southern Brazil. *Acta Hort.*, **1248**, 123–128.
- Gökbayrak Z & Engin H., 2019. Determination of floral development stages in 'Cabernet Sauvignon' (Vitis vinifera

- L. cv.): highlighting the manifestation of stamens and pistil primordia with new intermediate stages linking the phenological stages. *Ciência Téc. Vitiv.*, **34**, 84–90
- Grigolo, C.R., Citadin, I., Feldberg, N.P., Scariotto, S., Pertille, R.H., Santos, E.P. and Takeshita, K.C.C., 2021. Compatibility and initial development of grapevines 'BRS Magna' grafted on different rootstocks. *Ciênc. Rural*, **51**, 1–6.
- Hartmann, H.T. and Kester, D.E., 1975. Propagación de plantas. Principios y prácticas, 9th ed. Continental, Mexico.
- Kim, D.-O., Lee, K.W., Lee, H.J. and Lee, C.Y., 2002. Vitamin C Equivalent Antioxidant Capacity (VCEAC) of Phenolic Phytochemicals. *J. Agric. Food Chem.*, **50**, 3713–3717.
- Malinovski, L.I., Vieira, H.J., Camargo Campos, C.G., Stefanini, M. and Silva, A.L. da., 2016. Climate and Phenology: Behavior of Autochthonous Italian Grapevine Varieties in the Uplands of Southern Brazil. *J. Agric. Sci.*, **8**, 26.
- Marcon Filho, J.L., Hipólito, J.D.S., Macedo, T.A. De, Kretschmar, A.A. and Rufato, L., 2015. Raleio de cachos sobre o potencial enológico da uva "Cabernet Franc" em duas safras. *Ciênc. Rural*, **45**, 2150–2156.
- McGuire, R.G., 1992. Reporting of Objective Color Measurements. *HortScience*, **27**, 1254–1255.
- Meneguzzi, A., Marcon Filho, J.L., Brighenti, A.F., Würz, D.A., Rufato, L. and Silva, A.L. da., 2020. Fertility of buds and pruning recommendation of different grapevine varieties grown in altitude regions of Santa Catarina State, Brazil. *Rev. Ceres*, **67**, 30–34.
- Nodari, E.S. and Frank, Z., 2019. Vinhos de Altitude no Estado de Santa Catarina: a afirmação de uma identidade. *Rev. Tempo Argum.*, **11**, 183–200.
- Palladini, L.A., Brighenti, A.F., Souza, A.L.K. de and Silva, A.L. da., 2021. Potencial de variedades de uvas viníferas nas regiões de altitude de Santa Catarina. Epagri, Florianópolis.
- Pessenti, I.L., Ayub, R.A. and Botelho, R.V., 2019. Defoliation, application of S-ABA and vegetal extracts on the quality of grape and wine Malbec cultivar. *Rev. Bras. Frutic.*, **41**, 1–10.
- Porro, D. and Stefanini, M., 2016. Tecnologias para o desenvolvimento da vitivinicultura de Santa Catarina: relatório das atividades desenvolvidas. EPAGRI, Florianópolis, SC.
- Santos, H.P. dos, 2006. Aspectos ecofisiológicos na condução da videira e sua influência na produtividade do vinhedo e na qualidade dos vinhos, *Comunicado técnico* 71. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves.
- Singleton, V.L. and Rossi, J.A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.*, **16**, 144–158.
- Souza, A.L.K. de, Souza, E.L. de, Caliari, V., Dalbó, M.A., Brighenti, A.F., Bruna, E. Dela, Brighenti, E. and Wesp, C. de L., 2017. UVA., Avaliação de cultivares para o estado de Santa Catarina 2017-2018. EPAGRI.
- Taiz, L. and Zeiger, E., 2004. Fisiologia Vegetal. Artmed, Porto Alegre.
- Tecchio, M.A., Moura, M.F., Paioli-Pires, E.J. and Terra, M.M., 2013. Efeito do porta-enxerto e da época de poda na duração das fases fenológicas e no acúmulo de graus-dia pela videira 'Niagara Rosada'. *Rev. Bras. Frutic.*, **35**, 1073–1080.
- Tecchio, M.A., Silva, M.J.R. da, Paiva, A.P.M., Moura, M.F., Terra, M.M., Pires, E.J.P. and Leonel, S., 2019. Phenological, physicochemical, and productive characteristics of "Vênus" grapevine onto rootstocks. *Pesqui. Agropecuária Bras.*, **54**.
- Vianna, L.F., Massignan, A.M., Pandolfo, C., Dortzbach, D. and Vieira, V.F., 2016. Caracterização agrônômica e edafoclimática dos vinhedos de elevada altitude. *Rev. Ciênc. Agroveterinárias*, **15**, 215–226.
- Würz, D.A., Bonin, B.F., Brighenti, A.F., Canossa, A.T., Reinehr, J., Allebrandt, R., Bem, B.P. de, Rufato, L. and Kretschmar, A.A., 2020. Maior carga de gemas da videira resulta em melhora dos índices produtivos e vegetativos da videira 'Cabernet Franc' cultivada em região de elevada altitude. *Rev. Ciênc. Agroveterinárias*, **19**, 171–177.
- Würz, D.A., Brighenti, A.F., De Bem, B.P., Pasa, M., Brighenti, E. and Bonin, B.F., 2017. Evaluation of Grapevines With Cultural Potential in High Altitude Regions of Santa Catarina State. *Rev. Jorn. Pós-grad. E Pesqui. – CONGREGA*, 812–823.
- Würz, D.A., Nizer, M., Arendartchuck, C., Kowal, A.N., Almeida, R.S. and Maciel, T.A.S., 2022. Composição físico-químico de vinhos de mesa brancos elaborados no Planalto Norte Catarinense, safra 2020. *Res. Soc. Dev.*, **11**, e9611225718.

4.3 ARTIGO 3: Efeito do porta-enxerto nas características sensoriais e de qualidade de vinhos da cv. Vermentino produzidos em regiões de altitude de Santa Catarina

Artigo a ser submetido à Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira - PAB.

1 **Efeito do porta-enxerto nas características sensoriais e de qualidade de vinhos da cv.**

2 **Vermentino produzidos em regiões de altitude de Santa Catarina**

3 Izabel Camacho Nardello^{1*}, André Luiz Kulkamp de Souza², Vinícius Caliari², Marcelo

4 Barbosa Malgarim¹

5 ¹PPGA/UFPel – Programa de Pós-Graduação em Agronomia/ Universidade Federal de Pelotas;

6 Av. Eliseu Maciel, sn. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Campus UFPel, 96160-000, Rio

7 Grande do Sul/Capão do Leão, Brazil.

8 ²EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina; R. João

9 Zardo, 2016 - Campo Experimental Videira, 89560-000, Santa Catarina/Videira, Brazil.

10 * Corresponding author: Tel.: + 5553 98106 3581; e-mail: izabelnardello@gmail.com

11 **Resumo**

12 A qualidade dos vinhos é dependente de diversos fatores, entre eles o porta-enxerto utilizado.

13 Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho é determinar o porta-enxerto que melhor

14 contribua para as características enológicas do cultivar Vermentino. O experimento contou com

15 delineamento inteiramente casualizado, com 3 repetições, onde cada repetição foi representada

16 por uma garrafa. Em esquema bifatorial (3x5), onde o fator A trata das safras (2018, 2019 e

17 2020) e o fator B dos porta-enxertos (101-14 Mgt, Harmony, IAC 572, Paulsen 1103 e VR 043-

18 43). Avaliou-se as características físico-químicas e sensoriais dos vinhos. Os porta-enxertos

19 101-14 Mgt, Harmony, Paulsen 1103 e VR 043-43 apresentaram a menor acidez total na safra

20 2019. A acidez volátil foi menor nos vinhos da safra 2019 independente do porta-enxerto. O

21 teor alcoólico foi menor nos vinhos produzidos com IAC 572 em 2019 e VR 043-43 em 2021.

22 Na análise sensorial, constatou-se que os vinhos elaborados com os porta-enxertos 101-14 Mgt

23 e Harmony na safra 2019 apresentaram elevada turbidez. O caráter herbáceo destacou-se na

24 safra 2019, com maior intensidade de aroma herbáceo independente do porta-enxerto utilizado.

25 O aspecto sensorial relacionado a acidez foi superior nos vinhos da safra 2021 com destaque

26 para os porta-enxertos Harmony e VR043-43. Conclui-se que os porta-enxertos IAC 572 e VR
27 043-43 proporcionam elevada acidez total dos vinhos. As safras interferem em relação a
28 qualidade dos vinhos independente do porta-enxerto utilizado. Sensorialmente os vinhos do
29 cultivar Vermentino apresentam aspecto límpido, tonalidade amarela com reflexos esverdeados
30 e acidez média, independente do porta-enxerto utilizado.

31 **Palavras-chave:** *Vitis vinifera*, enologia, vinhos de altitude.

32 **Summary**

33 The quality of wines is dependent on several factors, including the rootstock used. In this sense,
34 the objective of the present work is to determine the rootstock that best contributes to the
35 enological characteristics of the Vermentino cultivar. The experiment had a completely
36 randomized design, with 3 repetitions, where each one was represented by a bottle. In a
37 bifactorial scheme (3x5), where factor A deals with the harvests (2018, 2019 and 2020) and
38 factor B with the rootstocks (101-14 Mgt, Harmony, IAC 572, Paulsen 1103 and VR 043-43).
39 The physical-chemical and sensorial characteristics of the wines were evaluated. Rootstocks
40 101-14 Mgt, Harmony, Paulsen 1103 and VR 043-43 had the lowest total acidity in the 2019
41 harvest. Volatile acidity was lower in wines from the 2019 harvest, regardless of the rootstock.
42 The alcohol content was lower in wines produced with IAC 572 in 2019 and VR 043-43 in
43 2021. In the sensory analysis, it was found that wines made with rootstocks 101-14 Mgt and
44 Harmony in the 2019 harvest had high turbidity. The herbaceous character stood out in the 2019
45 harvest, with a greater intensity of herbaceous aroma regardless of the rootstock used. The
46 sensory aspect related to acidity was higher in wines from the 2021 vintage, with emphasis on
47 the rootstocks Harmony and VR043-43. It is concluded that the rootstocks IAC 572 and VR
48 043-43 provide high total acidity of the wines. Vintages interfere with the quality of wines
49 regardless of the rootstock used. Sensorially, wines from the Vermentino cultivar have a limpid

50 appearance, yellow hue with greenish reflections and medium acidity, regardless of the
51 rootstock used.

52 **Keywords:** *Vitis vinifera*, enology, high altitude wines.

53 **Introdução**

54 No Brasil, o cultivo da videira movimentou diversos mercados, que vão desde o pequeno
55 agricultor familiar até o desenvolvimento do turismo enogastronômico. Tornando-se uma
56 importante ferramenta para a valorização da agricultura familiar e para o desenvolvimento
57 territorial. A produção vitícola movimentou cerca de 30 mil famílias que tem na viticultura a
58 principal geração de renda, produzindo desde uvas de mesa até vinhos finos, espumantes e
59 vinagres (Zanus, 2015). Além disso, o vinho possui um apelo muito forte de patrimônio,
60 herança e identidade cultural, evoluindo como parte da vida, cultura, tradição e dieta desde os
61 tempos mais remotos (Medeiros & Lindner, 2021).

62 O estado de Santa Catarina é o quinto maior produtor de uvas no Brasil, destacando-se
63 na segunda posição quanto ao processamento de vinhos e mostos, a maior parte da produção
64 está localizada no Vale do Rio do Peixe e Vales da Goethe, com expressivo cultivo e
65 beneficiamento de uvas comuns (*Vitis labrusca*) e híbridas, devido a facilidade de manejo
66 (Caliari, 2018). No entanto, o cultivo de uvas finas (*Vitis vinifera*) para beneficiamento de
67 vinhos finos e espumantes tem sido incrementada, principalmente nas regiões de altitude, de
68 forma a atender à disposição do aumento de consumo de vinhos finos e espumantes no Brasil
69 (Caliari, 2018).

70 As regiões de altitude de Santa Catarina são interessantes para a produção de uvas
71 viníferas, destinadas a elaboração de vinhos finos e espumantes, pois possuem características
72 próprias e distintas das demais regiões produtoras do país, permitindo a elaboração de produtos
73 com alta qualidade e elevado potencial enológico (Borghezán et al., 2011; Malinovski et al.,
74 2016). Nesse sentido, políticas voltadas para o desenvolvimento da viticultura de altitude de

75 Santa Catarina proporcionaram a introdução de cultivares italianas com potencial agrônomo
76 e enológico (Porro & Stefanini, 2016), sendo necessário o estudo para cada cultivar quanto à
77 adequação com o porta-enxerto e sua influência na qualidade final do vinho.

78 A cultivar Vermentino, cultivada em Santa Catarina, apresenta produção de média a
79 elevada, com cachos grandes de peso médio a elevado, seus vinhos apresentam cor amarelo-
80 palha com reflexos esverdeados, de aromas finos e delicados com uma leve nota amarga (Porro
81 & Stefanini, 2016). Entretanto, na introdução de novas cultivares deve-se levar em conta, além
82 da adaptação as condições edafoclimáticas proporcionadas pelo porta-enxerto, as características
83 que este pode imprimir aos vinhos, visto que influenciam o desenvolvimento da planta inteira
84 (Rossdeutsch et al., 2021).

85 Vinhos de alta qualidade derivam de uvas de qualidade, entretanto ela é dependente de
86 diversos fatores edafoclimáticos e de cultivo (Bayram & Kayalar, 2018). A composição química
87 do vinho é muito variável, sendo composta por água (cerca de 85%) e etanol (cerca de 12%),
88 produzido pelas leveduras durante o processo fermentativo, além de inúmeros outros compostos
89 responsáveis pelos demais 3% do conteúdo químico (Petretto et al., 2021), e todas estas
90 substâncias são influenciadas por diversos fatores, entre eles a combinação copa x porta-enxerto
91 (Rossdeutsch et al., 2021).

92 Normalmente a escolha de um porta-enxerto é determinada por suas características
93 particulares, como tolerância a fungos e nematóides, as características do solo e condições de
94 cultivo, bem como o objetivo da produção. No entanto devem ser consideradas ainda as
95 características que essa interação transmite à copa, e conseqüentemente à uva e ao vinho (Miele
96 & Rizzon, 2019). O vigor da parte aérea é influenciado pelo porta-enxerto, estando relacionado
97 a produtividade e qualidade dos frutos, podendo influenciar na composição de açúcares e
98 compostos fenólicos nos frutos (Dry & Loveys, 1998).

99 Nesse sentido, o objetivo do presente estudo é determinar o porta-enxerto que melhor
100 contribua para as características enológicas do cultivar Vermentino, cultivada em região de
101 altitude de Santa Catarina.

102 **Materiais e métodos**

103 O vinhedo foi instalado no ano de 2016, no município de Água Doce – SC (26°42'33.8"S
104 e 51°29'26.8"L; 1250 metros de altitude), na vinícola Villaggio Grando, com a cultivar copa
105 Vermentino em cinco diferentes porta-enxertos (101-14 Mgt, Harmony, IAC 572, Paulsen 1103
106 e VR 043-43). As plantas foram conduzidas na forma de espaldeira com sistema de poda em
107 cordão esporonado. O clima da região, segundo a classificação de Koeppen, é do tipo Cfb,
108 mesotérmico, úmido, sem estação seca, com verão fresco (Pessenti et al., 2019).

109 As médias mensais de precipitação e temperatura do ar foram coletadas a partir da
110 mudança de cor das bagas até a maturação, pela estação meteorológica de Água Doce,
111 localizada na vinícola Villaggio Grando, por meio do banco de dados Epagri / Ciram (Figura
112 1).

113 Os vinhos foram elaborados nas safras 2019, 2020 e 2021 na vinícola experimental da
114 Epagri - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, estação
115 experimental de Videira (Videira, SC/Brasil). As vinificações foram feitas individualmente para
116 cada porta-enxerto.

117 As uvas foram colhidas de forma manual e levadas para câmara fria a 2°C por 24 horas.
118 Após esse período realizou-se o desengace e prensagem imediata, sendo o mosto levado a
119 *débourbage* a frio com bentonite (AEB Spa - Brescia, Itália) por 24 horas e posteriormente
120 inoculação de leveduras selecionadas *Saccharomyces cerevisiae* PB2019 (Fermol Blanc-AEB
121 - Bréscia, Itália). A fermentação alcoólica ocorreu a temperatura de 17°C em tanques de aço
122 inoxidável não sendo submetidos à fermentação maloláctica. Após a estabilização a frio, foi

123 adicionado dióxido de enxofre (Vino Aromax AEB Spa - Brescia, Itália) e realizado o
124 engarrafamento.

125 O experimento contou com delineamento inteiramente casualizado, com 3 repetições,
126 onde cada uma foi representada por uma garrafa, escolhidas aleatoriamente para as análises
127 físico-químicas (realizadas em triplicata), em esquema bifatorial (3x4), onde o fator A trata das
128 safras (2019, 2020 e 2021) e o fator B dos porta-enxertos (101-14 Mgt, Harmony, Paulsen 1103
129 e VR 043-43).

130 Avaliou-se o pH, determinado em peagômetro Meter AD1030®, diretamente no vinho,
131 e as determinações de acidez total (AT) foram realizadas por titulação da mostra, com solução
132 padronizada de NaOH 0,1N, adotando-se, como ponto final, o pH = 8,2, e o resultado expresso
133 em mEq.L⁻¹. A acidez volátil (AV) foi obtida pela destilação da amostra em equipamento
134 Gibertini®, sendo recolhido 100 mL do destilado acrescido de fenolftaleína e titulado com
135 NaOH 0,1N adotando-se, como ponto final a presença da coloração rosa, expresso em mEq.L⁻¹
136 ¹. O teor alcoólico foi medido em balança hidrostática após a destilação em destilador enológico
137 eletrônico Gibertini® e os resultados expressos em %. Para os açúcares redutores (g.L⁻¹)
138 utilizou-se o método DNS descrito por Rizzon (2010). A densidade foi determinada com um
139 densímetro de vidro Anton Paar®, expressa em g.cm³. O teor de SO₂ livre e total foi
140 determinado conforme metodologia proposta por Ripper (1892) e o resultado expresso em
141 mg.L⁻¹ de SO₂ livre e total. As análises de Cinzas foram realizadas conforme metodologia
142 proposta por Rizzon (2010), seu resultado expresso em g.L⁻¹.

143 A avaliação sensorial foi realizada com os vinhos dos porta-enxertos 101-14Mgt,
144 Harmony, Paulsen 1103 e VR043-43 das safras 2019, 2020 e 2021, por uma equipe de 10
145 julgadores previamente treinados, e teve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com
146 seres humanos da Universidade Federal de Pelotas, sob protocolo CAAE 62015922.0.0000.5317.
147 Para a caracterização dos vinhos foram utilizadas 4 taças ISO, cada uma com o vinho de um

148 porta-enxerto, dispostas de forma aleatória e codificadas com 3 dígitos, na bancada de
149 avaliação. O procedimento foi repetido para cada safra, totalizando 12 degustações por
150 avaliador. As avaliações foram feitas baseadas em uma escala quantitativa, com escores de 0 –
151 imperceptível e 10 – muito intenso, para os atributos visuais de turbidez e brilho, 0 – Amarelo
152 esverdeado e 10 – Amarelo dourado, para o atributo visual tonalidade, 0 – imperceptível e 10 –
153 muito intenso, para os atributos olfativos floral, especiarias, frutado, defeitos e herbáceo, e para
154 os atributos gustativos acidez, doçura, amargor e retro gosto, 0 – Pouco e 10 – Muito para o
155 atributo gustativo persistência e de 0 - Péssimo e 10 – Gostei muito, para o aspecto global
156 equilíbrio. Conforme demonstrado na ficha sensorial Figura 2.

157 Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando detectadas
158 efeitos de tratamento, procedeu-se o teste de comparação de médias pelo Teste de Tukey a 5%
159 de probabilidade de erro.

160 **Resultados e discussão**

161 Foi constatado o efeito da interação entre os tratamentos para as variáveis físico-
162 químicas avaliadas. Exceto para variável açúcares redutores que apresentou significância
163 apenas para safra (Tabela 1).

164 A acidez total apresentou interação entre safras e porta-enxertos. Comparando os porta-
165 enxertos, observa-se que os vinhos de VR 043-43 apresentaram a maior acidez total, quando
166 comparado aos vinhos dos demais porta-enxertos, nas três safras avaliadas. Entretanto ao
167 observar as safras, nota-se que os vinhos da safra 2021 apresentaram a maior acidez total em
168 todos os vinhos avaliados. A acidez total está relacionada com o grau de maturação das uvas,
169 apresentando a tendência de decrescer conforme o progresso da maturação (Felippeto et al.,
170 2020), além disso, valores elevados de acidez total garantem as características de frescor da
171 bebida, podendo estar relacionados a cultivar e também a forma de extração do mosto (Bender
172 et al., 2017).

173 O porta-enxerto VR 043-43, é considerado de alto vigor, quando comparado aos demais,
174 com tendência de atraso da maturação, o que pode contribuir para o aumento da acidez na baga
175 e conseqüentemente no vinho (Dalbó & Feldberg, 2019). Ainda assim, a legislação brasileira
176 aceita mínimo de 40 e máximo de 130 mEq.L⁻¹ (Brasil, 2018), estando todos os vinhos dentro
177 dos padrões estabelecidos.

178 De modo geral, a acidez volátil foi inferior nos vinhos dos diferentes porta-enxertos da
179 safra 2019 quando comparados as demais safras. Entretanto, em 2021 destacou-se o porta-
180 enxerto 101-14 Mgt com a maior AV. O que indica que as condições para a elaboração dos
181 vinhos foram melhores na safra de 2019, podendo este resultado estar relacionado a melhor
182 sanidade das uvas.

183 Os ácidos voláteis são formados durante a fermentação alcoólica, e a maioria deles
184 forma ácido acético, sendo sua quantidade dependente da composição do mosto (ácido, açúcar,
185 substâncias nitrosas), cepa de levedura e condições de fermentação (Bayram & Kayalar, 2018),
186 portanto, independente do tratamento avaliado, todos os valores encontrados indicam a boa
187 sanidade dos produtos. De acordo com a Instrução Normativa n° 14 de 2018, o teor de ácidos
188 voláteis não deve ser superior a 20 mEq.L⁻¹ para vinhos de mesa, finos e nobres (Brasil, 2018),
189 estando todos os valores encontrados no presente trabalho dentro dos parâmetros exigidos
190 legalmente.

191 A densidade encontrada nos vinhos de VR 043-43 foi superior a encontrada nos vinhos
192 dos demais porta-enxertos na safra 2019. Porém, nas safras seguintes os vinhos provenientes
193 de Paulsen 1103 e 101-14 Mgt foram similares. Segundo Wurz et al. (2021), para vinhos secos,
194 a densidade dos vinhos deve estar entre 993 e 996 quando a fermentação estiver concluída.

195 A análise de açúcares redutores não apresentou significância estatística em relação aos
196 vinhos dos diferentes porta-enxertos, sendo significativo apenas o efeito da safra sobre os
197 diferentes vinhos, tendo 2020 a maior concentração de açúcares redutores. Essa avaliação é

198 importante pois infere sobre a classificação dos vinhos com base no açúcar residual após a
199 estabilização em: seco (0-4 g.L⁻¹), meio seco (4-12 g.L⁻¹), meio doce (12-48 g.L⁻¹) e doce (>48
200 g.L⁻¹) (Bayram & Kayalar, 2018), indicando que todos os vinhos produzidos neste estudo estão
201 abaixo de 4 g.L⁻¹, sendo classificados como vinhos secos de fermentação completa.

202 Ainda, o teor alcoólico e a densidade relativa estão relacionados entre si, no sentido que
203 a medida que a densidade relativa diminui o teor alcoólico aumenta, em vinhos completamente
204 fermentados e isentos de açúcares, a densidade é inferior a 1000 e o teor alcoólico é maior
205 (Wurz et al., 2021). A legislação brasileira estabelece como limites mínimos e máximos de teor
206 alcoólico valores entre 8,6 e 14% para vinhos finos e de mesa (Brasil, 2018), estando todos os
207 vinhos dos porta-enxertos avaliados dentro dos parâmetros exigidos legalmente.

208 Entretanto no que se refere a influência do porta-enxerto sobre o teor alcoólico dos
209 vinhos, destaca-se o porta-enxerto VR 043-43 em 2019 e 2021 com os menores valores.
210 Mostrando que além da interferência da safra, o vigor desses porta-enxertos pode ter
211 contribuído para a menor maturação, o que está relacionado a maior acidez titulável vista
212 anteriormente, levando a associar que o aporte de açúcares para fermentação nos vinhos obtidos
213 com esses porta-enxertos foi inferior, e por consequência, o teor alcoólico também.

214 A maior concentração de dióxido de enxofre (SO₂) total foi observada nos vinhos da
215 safra 2020. A dose de SO₂ a ser aplicada nos vinhos depende, do estado sanitário das uvas,
216 temperatura, teor de açúcares e pH do mosto ou do vinho, podendo variar de safra pra safra
217 (Bortoletto et al., 2015). A legislação brasileira não estabelece mais limite máximo de SO₂ total
218 em vinhos (Brasil, 2018) pela antiga legislação o máximo permitido era de até 350 mg.L⁻¹
219 (Brasil, 1988), estando portanto todos os vinhos avaliados dentro dos padrões anteriormente
220 exigidos.

221 De mesma forma, o SO₂ livre foi superior nos vinhos da safra 2020. O dióxido de
222 enxofre tem como função proteger o vinho da ação de bactérias e impedir a ação de enzimas

223 oxidantes, além de ser agente antioxidante, protegendo polifenóis e ésteres de processos de
224 oxidação, preservando a qualidade geral e a longevidade dos vinhos (Diniz et al., 2010).

225 Apesar de não ser estabelecido por lei os valores mínimos e máximos de SO_2 livre nos
226 vinhos, essa avaliação é interessante pois é a parte que contribuirá como agente protetor. Os
227 vinhos elaborados na safra 2020 apresentaram valores de 47,6 e 34,80 mg.L^{-1} entre a maior e
228 menor concentração, estando próximos do considerado ideal para sua conservação, que é em
229 torno de 30 mg.L^{-1} (Silva et al., 2015), entretanto os vinhos das safras 2019 e 2021 ficaram
230 abaixo do ideal.

231 Os valores de pH dos vinhos variaram em relação aos diferentes porta-enxertos na safra
232 2020, com Harmony e VR 043-43 apresentando o menor pH. A pouca variação do pH pode ser
233 explicada pelo efeito tampão dos vinhos, em que as diferenças relativas na concentração de
234 ácidos orgânicos podem não afetar o pH na mesma proporção, além disso os vinhos são
235 naturalmente ácidos, assim, mínimas diferenças de 0,1 podem causar mudanças no aspecto
236 visual, no perfil aromático, sabor e estabilidade dos vinhos (Wurz et al., 2021).

237 A análise de cinzas variou entre os porta-enxertos nas safras 2019 e 2020, entretanto
238 sem diferença quando comparado o mesmo porta-enxerto entre as safras. Na safra 2019,
239 destaca-se VR 043-43 com menor valor, e na safra 2020 Harmony e Paulsen 1103 com os
240 menores valores. As cinzas correspondem aos elementos minerais presentes no vinho, a
241 legislação brasileira estabelece valor mínimo de 1,0 g.L^{-1} para vinhos brancos e rosados (Brasil,
242 2018), estando todos os vinhos dentro dos parâmetros exigidos.

243 Em relação as análises sensoriais não foram constatadas diferenças significativas entre
244 os porta-enxertos e as safras para os aspectos visuais (brilho), olfativos (floral, especiarias e
245 frutado), gustativos (doçura, amargor, persistência e retro gosto) e impressão global, sendo
246 apresentados apenas os resultados significativos.

247 A turbidez apresentou resultados expressivos na safra 2019 quando utilizado os porta-
248 enxertos 101-14Mgt e Harmony, com os vinhos mais turvos, entretanto o mesmo não ocorreu
249 nas safras 2020 e 2021 sendo as diferenças associadas apenas em relação as safras e não aos
250 porta-enxertos (Figura 3A). A turbidez consiste na redução da transparência de um líquido
251 devido à presença de substâncias não dissolvidas. A presença de turbidez pode gerar defeitos
252 sensoriais no vinho e instabilidade na cor do vinho branco (Delso et al., 2022).

253 A safra 2019 apresentou chuvas frequentes durante todo o período de maturação das
254 uvas, o que pode ter contribuído para menor sanidade das bagas, além disso, os porta-enxertos
255 101-14Mgt e Harmony são porta-enxertos de menor vigor com tendência de antecipação da
256 maturação (Dalbó & Feldberg, 2019), podendo estar relacionado a estabilidade proteica dos
257 vinhos, considerando que a maioria das proteínas do vinho provém da polpa da uva (Pasquier
258 et al., 2021). Entretanto, mesmo que os vinhos da safra 2019 tenham apresentado maior
259 intensidade estatisticamente, a equipe de julgadores votou notas inferiores a 1, indicando baixa
260 turbidez dos vinhos em todos os porta-enxertos avaliados e safras.

261 A tonalidade dos vinhos variou conforme as safras, tendo os vinhos da safra 2020
262 apresentado tons amarelo esverdeados com notas inferiores a 4, já na safra 2021 os vinhos
263 apresentaram notas superiores a 5, de tonalidade amarela com reflexos dourados. Em 2019 a
264 tonalidade dos vinhos variou conforme o porta-enxerto utilizado, tendo o porta-enxerto 101-
265 14Mgt apresentado tom amarelo com reflexos dourados, com nota média superior a 5 e, já o
266 porta-enxerto Harmony tonalidade amarela com reflexos esverdeados de notas inferiores a 4
267 (Figura 3B).

268 É característico dos vinhos da cultivar Vermentino apresentarem tonalidade amarelo
269 palha com reflexos esverdeados (Brighenti et al., 2021). Os resultados dessa pesquisa
270 demonstram que os vinhos avaliados apresentaram a tonalidade próxima a esperada para essa
271 cultivar, sendo pouco influenciada pelos porta-enxertos avaliados, entretanto podendo

272 apresentar maior variação em relação as safras de produção. Para Urvieta et al. (2021) o clima
273 é provavelmente o fator específico da safra mais importante que afeta a qualidade dos frutos na
274 colheita, devendo ser incorporada a análise de várias safras a fim de isolar esse fator para
275 caracterização do vinho.

276 Para os parâmetros olfativos, a variável defeitos apresentou maior intensidade nos
277 vinhos produzidos com o porta-enxerto Paulsen 1103, entretanto o mesmo porta-enxerto não
278 apresentou defeitos de aroma na safra 2019, para esta safra os porta-enxertos 101-14Mgt e
279 VR043-43 tiveram a maior intensidade de defeitos aromáticos (Figura 4A). Esta característica
280 em poucas anuências torna-se fundamental para a apreciação do consumidor. Entretanto
281 diversos fatores estão relacionados a composição aromática dos vinhos, podendo estar
282 relacionado ao metabolismo da videira ou mesmo o metabolismo fermentativo em relação aos
283 microorganismos, que podem ser transformados ou revelados durante a fermentação alcoólica
284 (Pereira et al., 2020).

285 O caráter herbáceo destacou-se na safra 2019, com maior intensidade de aroma herbáceo
286 independente do porta-enxerto utilizado (Figura 4B). Esse resultado pode estar associado a
287 precocidade de colheita e/ou juvenilidade do vinhedo, no sentido de ser a primeira safra
288 produtiva. Além disso, como mencionado anteriormente, diversos fatores podem estar
289 relacionados ao perfil aromático dos vinhos. As condições ambientais podem afetar o sabor e a
290 qualidade das uvas, a variação térmica e as horas de exposição ao sol são fatores importantes,
291 pois, afetam o amadurecimento, muitos compostos de interesse são sintetizados nas cascas, e
292 influenciarão na composição química e conseqüentemente no acúmulo de aroma dos vinhos
293 (Pereira et al., 2020).

294 Em relação aos aspectos gustativos, a acidez demonstrou significância estatística, nos
295 vinhos da safra 2021 com maior intensidade para esse parâmetro, destacando-se os porta-
296 enxertos Harmony (6,96) e VR043-43 (6,90) de maior intensidade (Figura 5). Esses porta-

297 enxertos são considerados opostos em relação ao vigor inferido a copa (Dalbó & Feldberg,
298 2019) podendo esse resultado estar mais relacionado a época de colheita do que a influência do
299 porta-enxerto. A safra 2021 caracterizou-se pelas frequentes chuvas no período de maturação
300 das uvas, forçando a realização de uma colheita antecipada, afim de se reduzir prejuízos na
301 colheita. Os resultados da análise sensorial estão de acordo com o observado nas análises físico-
302 químicas, em que a safra 2021 apresentou maior acidez total.

303 A sensação de acidez dos vinhos é influenciada dentre outros fatores, pelas
304 concentrações de ácidos málico, cítrico e tartárico, que são os ácidos primários nas uvas para
305 vinho, e esses ácidos também contribuem com a maior proporção da acidez total,
306 desempenhando um papel fundamental na percepção sensorial do vinho, influenciando
307 diretamente o caráter organoléptico geral dos vinhos, muita acidez terá um sabor
308 excessivamente azedo e acentuado, enquanto vinhos com pouca acidez terão um sabor flácido
309 e plano e apresentarão um perfil de sabor menos definido (Chidi et al., 2018).

310 Ao final do estudo nota-se pouca interferência em relação a influência dos porta-
311 enxertos sobre a qualidade dos vinhos, sendo mais significativa as interferências
312 proporcionadas pela safra de produção. Os diferentes níveis de vigor dos porta-enxertos
313 avaliados interferem em relação a maturação das uvas, adiantando ou atrasando o ciclo, o que
314 nas regiões de altitude de Santa Catarina é um fator determinante para colheita de uvas sadias,
315 visto a maior frequência de chuvas durante o período de maturação, conseqüentemente afetando
316 a qualidade dos vinhos.

317 **Conclusões**

318 O porta-enxerto VR 043-43 proporcionou elevada acidez total dos vinhos.

319 As safras interferiram em relação à qualidade dos vinhos independente do porta-enxerto
320 utilizado.

321 Sensorialmente os vinhos da cultivar Vermentino apresentam aspecto límpido,
322 tonalidade amarela com reflexos esverdeados e acidez média, independente do porta-enxerto
323 utilizado.

324 **Referências**

325 Bayram M & Kayalar M (2018) White wines from Narince grapes: impact of two different
326 grape provenances on phenolic and volatile composition. *OENO One* 52:81–92

327 Bender A, Souza ALK de, Caliarí V & Souza EL de (2017) Caracterização físico-química e
328 sensorial de vinhos espumantes elaborados com uvas da espécie *Vitis rotundifolia*. *Revista*
329 *Brasileira de Tecnologia Agroindustrial* 10:1973–1995

330 Borghezán M, Gavioli O, Pit FA & Silva AL da (2011) Comportamento vegetativo e produtivo
331 da videira e composição da uva em São Joaquim, Santa Catarina. *Pesquisa Agropecuária*
332 *Brasileira* 46:398–405

333 Bortoletto AM, Alcarde AR, Carazzato C, Mendonça JA & Filho JAS (2015) Produção de
334 Vinho de Qualidade. Piracicaba, ESALQ

335 Brasil (2018) Instrução Normativa N° 14, De 8 De Fevereiro De 2018. Fica estabelecido a
336 complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho e derivados da uva e do
337 vinho. DOU, 09/03/2018, seção 4.

338 Brasil (1988) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria no 229, de 25 de
339 outubro de 1988. [Aprova as normas referentes à complementação dos padrões de identidade e
340 qualidade do vinho; Revoga a Portaria 84, de 25 de abril de 1988. DOU, maio 1988 , seção 1,
341 p.20948.

342 Brighenti A, Vanderlinde G, Luiz De Souza E, Feldberg NP, Brighenti E & Silva AL da (2021)
343 Cultivares e Porta-enxertos. In: *A Cultura da Videira – Vitivinicultura de Altitude, Série Frut.*
344 UDESC, pp 99–133

- 345 Caliari V (2018) Uva e vinho. Florianópolis, Epagri/Cepa.111-116p. (Síntese Anual 2017-
346 2018).
- 347 Chidi BS, Bauer FF & Rossouw D (2018) Organic Acid Metabolism and the Impact of
348 Fermentation Practices on Wine Acidity: A Review. South African Journal of Enology and
349 Viticulture 39:1–15
- 350 Dalbó MA & Feldberg NP (2019) Comportamento agrônômico de porta-enxertos de videira
351 com resistência ao declínio de plantas jovens nas condições do estado de Santa Catarina.
352 Agropecuária Catarinense 32:68–72
- 353 Delso C, Martínez JM, Aguilar-Machado D, Maza M, Morata A, Álvarez I & Raso J (2022)
354 Use of pulsed electric fields in white grape processing. White Wine Technology S.:61–71
- 355 Diniz BCR, Araújo AJ de B, Oliveira V de S, Oliveira JB de, Costa TR, Nascimento RL,
356 Quintino C, Alves LA & Pereira GE (2010) Evolução das características físico-químicas de
357 vinhos Syrah no Submédio do Vale do São Francisco. In: Jornada de Iniciação Científica da
358 Embrapa Semiárido. pp 245–251
- 359 Dry PR & Loveys BR (1998) Factors influencing grapevine vigour and the potential for control
360 with partial rootzone drying. Australian Journal of Grape and Wine 4:140–148
- 361 Felippeto J, Caliari V & Guerra CC (2020) Perfil físico-químico dos vinhos finos produzidos
362 nas regiões de altitude de Santa Catarina. In: Vinhos de Altitude de Santa Catarina. Embrapa
363 Uva e Vinho-Capítulo em livro científico (ALICE), pp 171–179
- 364 Malinovski LI, Brighenti AF, Borghezán M, Guerra MP, Silva AL, Porro D, Stefanini M &
365 Vieira HJ (2016) Viticultural performance of Italian grapevines in high altitude regions of Santa
366 Catarina State, Brazil. Acta Horticulturae 1115:203–210
- 367 Medeiros RMV & Lindner M (2021) Patrimônio, turismo e vitivinicultura: Marcas na
368 paisagem, 1 ed. Alvorada, RS, Jad Editora Editoração Gráfica

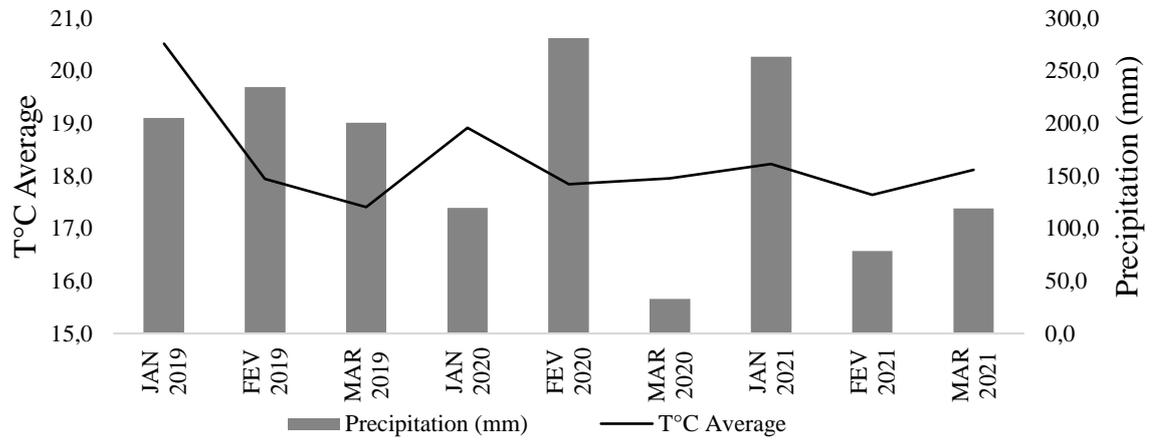
- 369 Miele A & Rizzon LA (2019) Rootstock-scion interaction:3. Effect on the composition of
370 Cabernet Sauvignon wine. *Revista Brasileira de Fruticultura* 41:1–9
- 371 Pasquier G, Feilhes C, Dufourcq T & Geffroy O (2021) Potential Contribution of Climate
372 Change to the Protein Haze of White Wines from the French Southwest Region. *Foods* 10:1355
- 373 Pereira AG, Fraga M, Garcia-oliveira P et al (2020) Management of Wine Aroma Compounds:
374 Principal Basis and Future Perspectives. In: *Web of science*. InTechOpen, pp 1–25
- 375 Petretto GL, Mercenaro L, Urgeghe PP, Fadda C, Valentoni A & Del Caro A (2021) Grape and
376 Wine Composition in *Vitis vinifera L.* cv. Cannonau Explored by GC-MS and Sensory Analysis.
377 *Foods* 10:101
- 378 Porro D & Stefanini M (2016) *Tecnologias para o desenvolvimento da vitivinicultura de Santa*
379 *Catarina: relatório das atividades desenvolvidas*. Florianópolis, SC, EPAGRI
- 380 Ripper M (1892) Die schweflige Säure im Weine und deren Bestimmung. *Journal für Praktische*
381 *Chemie* 46:428–473
- 382 Rizzon LA (2010) *Metodologia para análise de vinho*. Brasília, Embrapa
- 383 Rossdeutsch L, Schreiner RP, Skinkis PA & Deluc L (2021) Nitrate Uptake and Transport
384 Properties of Two Grapevine Rootstocks With Varying Vigor. *Frontiers in Plant Science* 11:1–
385 15
- 386 Silva MJR da, Tecchio MA, Moura MF, Brunelli LT, Imaizumi VM & Venturini Filho WG
387 (2015) Composição físico-química do mosto e do vinho branco de cultivares de videiras em
388 resposta a porta-enxertos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 50:1105–1113
- 389 Urvieta R, Jones G, Buscema F, Bottini R & Fontana A (2021) Terroir and vintage
390 discrimination of Malbec wines based on phenolic composition across multiple sites in
391 Mendoza, Argentina. *Scientific Reports* 11:2863

- 392 Wurz DA, Jastrombek JM, Maciel TAS, Almeida RS & Kowal AN (2021) Caracterização
393 físico-químico de vinhos de mesa tintos elaborados na região do Planalto Norte Catarinense,
394 safra 2019. *Revista de Ciência e Inovação*, 7:1–16.
- 395 Zanús MC (2015) Panorama da Vitivinicultura brasileira. In: XV Congresso Latino-americano
396 de Viticultura e Enologia XIII Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia. Bento
397 Gonçalves, Embrapa Uva e Vinho, pp 217–219.

398

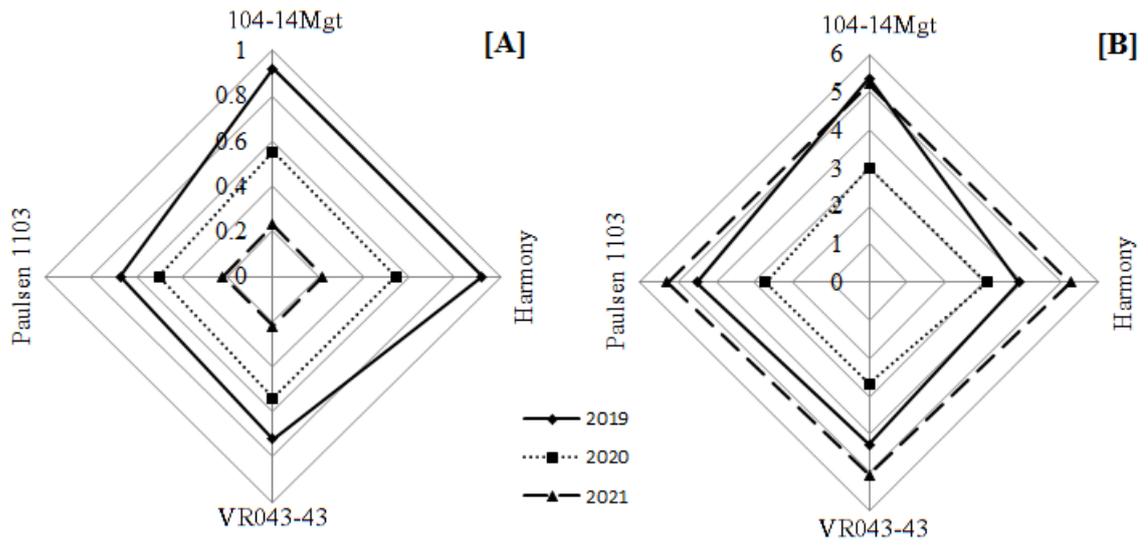
Figuras e tabelas

399



400

401 Figura 1. Médias mensais de temperatura do ar e precipitação durante o período de maturação
402 das uvas nas safras 2019, 2020 e 2021. Água Doce, SC, Brasil.

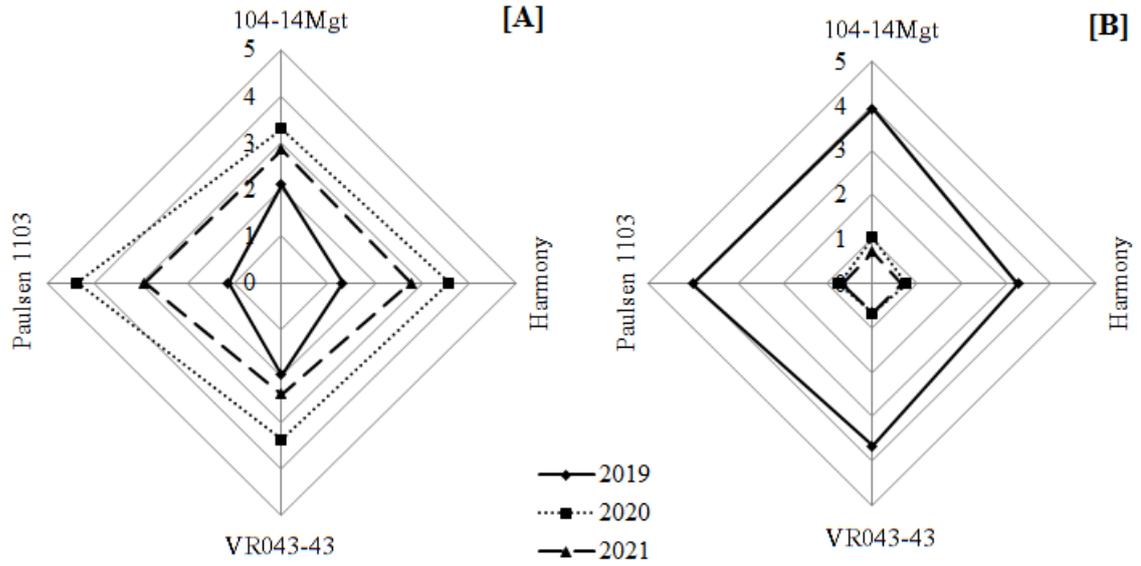


405

406

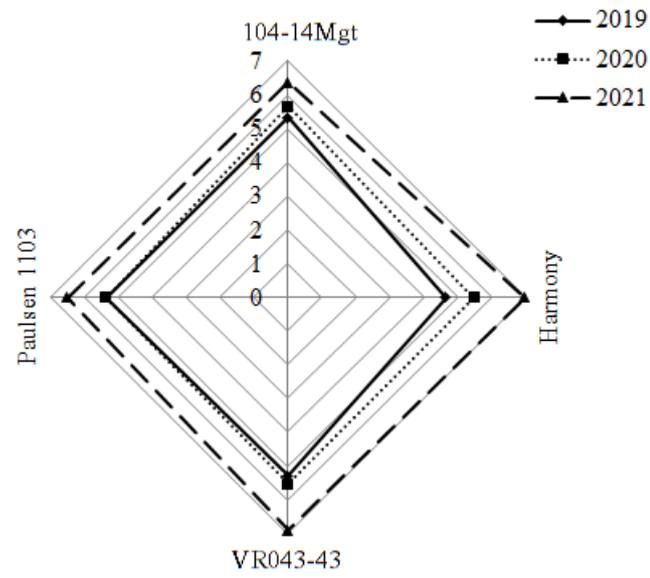
407

Figura 3. Parâmetros visuais de vinhos da cultivar Vermentino em diferentes porta-enxertos e safras. [A] Turbidez, [B] Tonalidade.



408

409 Figura 4. Parâmetros olfativos de vinhos da cultivar Vermentino em diferentes porta-enxertos
 410 e safras. [A] Defeitos, [B] Herbáceo.



411

412 Figura 5. Parâmetros gustativos de acidez em vinhos da cultivar Vermentino sob diferentes
 413 porta-enxertos e safras.

414 Tabela 1. Características analíticas de vinhos da cultivar Vermentino em diferentes porta-
415 enxertos e safras. Água Doce – SC / Brasil.

	2019	2020	2021	2019	2020	2021	
Porta-enxerto ⁽¹⁾	AT			AV			
101-14 Mgt	85,86cC	99,17bB	105,69bA	4,43aB	8,34aA	8,32aA	
Harmony	89,68bB	94,24cB	105,77bA	4,51aC	8,68aA	7,35bB	
Paulsen 1103	86,37bcC	94,88cB	103,73cA	4,24aC	7,79bA	7,00bB	
VR 043-43	98,66aC	103,32aB	108,41aA	4,70aC	7,04cB	7,60bA	
	SO ₂ Total			SO ₂ Livre			
101-14 Mgt	26,08cC	154,08bA	72,00aB	9,76bC	39,20abA	20,00aB	
Harmony	62,48aB	175,04aA	69,60aB	15,20aB	47,60aA	16,50bB	
Paulsen 1103	41,39bC	122,40dA	64,00bB	9,04bC	37,28bA	16,00bB	
VR 043-43	28,40bcC	137,44cA	72,80aB	9,60bC	34,80bA	17,60abB	
	Densidade			Álcool			
101-14 Mgt	991,0bB	993,3aA	993,0abA	11,72abB	11,85aB	12,25abA	
Harmony	991,5bA	991,3bA	992,5bA	11,55bB	12,10aA	12,48aA	
Paulsen 1103	991,3bB	991,5abB	993,5abA	11,90aAB	11,55aB	12,03bA	
VR 043-43	993,0aAB	992,0abB	994,0aA	11,30cB	12,02aA	11,65cAB	
	pH			Cinzas			Açúcares
	2019	2020	2021	2019	2020	2021	Redutores
101-14 Mgt	3,28aA	3,22aA	3,25aA	1,69bB	1,85aA	1,66aB	2,10ns
Harmony	3,22aA	3,14bB	3,24aA	1,59bcA	1,61bA	1,61aA	2,14
Paulsen 1103	3,29aA	3,20aB	3,19aB	1,83aA	1,69bB	1,73aAB	2,08
VR 043-43	3,22aA	3,18abA	3,24aA	1,54cA	1,81aA	1,52aA	2,07
Safra							
2019	-	-	-	-	-	-	1,84b
2020	-	-	-	-	-	-	2,60a
2021	-	-	-	-	-	-	1,85b

416 ⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha não diferem
417 entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo. AT - Acidez titulável
418 (mEq.L⁻¹), AV - Acidez volátil (mEq.L⁻¹), Densidade (g.cm⁻³), SO₂ Livre e total (mg.L⁻¹),
419 Álcool (%), pH – Potencial hidrogeniônico, Açúcares redutores (g.L⁻¹), Cinzas (g.L⁻¹).

4.4 ARTIGO 4: Adequação do porta-enxerto e espaçamento de plantio para cv.
Sangiovese em região de altitude de Santa Catarina.

Artigo a ser submetido à Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira - PAB.

1 **Adequação do porta-enxerto e espaçamento de plantio para cv. Sangiovese em região de**
2 **altitude de Santa Catarina**

3 Izabel Camacho Nardello^{1*}, André Luiz Kulkamp de Souza², Vinícius Caliar², Marcelo
4 Barbosa Malgarim¹

5 ¹ PPGA/UFPel – Programa de Pós-Graduação em Agronomia/ Universidade Federal de Pelotas;
6 Av. Eliseu Maciel, sn. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Campus UFPel, 96160-000, Rio
7 Grande do Sul/Capão do Leão, Brasil.

8 ² EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina; R. João
9 Zardo, 2016 - Campo Experimental Videira, 89560-000, Santa Catarina/Videira, Brasil.

10 * Corresponding author: Tel.: + 5553 98106 3581; e-mail: izabelnardello@gmail.com

11 **Resumo**

12 A escolha do porta-enxerto é fundamental para o sucesso produtivo do vinhedo, e qualidade
13 dos vinhos elaborados, pois influência nas características de vigor do cultivar copa e requer a
14 adequação da densidade de plantio. O objetivo do trabalho foi definir um porta-enxerto e
15 espaçamento que melhor contribuam para as características produtivas do cultivar Sangiovese
16 em região de altitude de Santa Catarina. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos
17 ao acaso, em esquema fatorial 5x3, os tratamentos estudados consistiram na combinação de
18 cinco porta-enxertos (101-14 Mgt, Harmony, IAC 572, Paulsen 1103, e VR 043-43) com a
19 cultivar copa Sangiovese e três espaçamentos entre plantas (1,0; 1,2 e 1,5m). Foram avaliados
20 o ciclo fenológico das plantas, bem com as características produtivas e de qualidade da uva
21 durante as safras 2018/19, 2019/20 e 2020/21. O porta-enxerto 101-14 Mgt apresentou a maior
22 precocidade de brotação e o ciclo mais longo até a maturação. IAC 572 inferiu maior vigor à
23 copa nas três safras de avaliação refletindo em diminuição da produtividade. A maior acidez
24 total foi atribuída ao porta-enxerto VR 043-43 em todos os ciclos avaliados. Com base nos
25 dados obtidos conclui-se que os porta-enxertos IAC 572, Paulsen 1103 e VR 043-43 atrasam

26 as brotações; os espaçamentos de 1,0 e 1,2 metros entre plantas aumentam a produtividade do
27 vinhedo; o conteúdo de sólidos solúveis é superior quando utilizado os porta-enxertos 101-14
28 Mgt, Harmony e Paulsen 1103; o teor de antocianinas é incrementado pelos porta-enxertos 101-
29 14 Mgt e Harmony.

30 Palavras-chave: *Vitis vinifera*, Viticultura, Parâmetros produtivos.

31 **Summary**

32 The choice of rootstock is fundamental for the productive success of the vineyard, influencing
33 the vigor characteristics of the canopy variety requires the adequacy of planting density. The
34 objective of this work is to define a rootstock and spacing that best contributes to the productive
35 characteristics of the Sangiovese variety in an altitude region of Santa Catarina. The
36 experimental design used was randomized blocks, in a 5x3 factorial scheme, the treatments
37 studied consisted of the combination of five rootstocks (101-14 Mgt, Harmony, IAC 572,
38 Paulsen 1103, and VR 043-43) with the variety Sangiovese canopy and three spacings between
39 plants (1,0, 1,2 and 1,5m). The phenological cycle of the plants, as well as the productive and
40 quality characteristics of the grapes were evaluated during the 2018/19, 2019/20 and 2020/21
41 harvests. The 101-14Mgt rootstock presented the highest precocity of sprouting and the longest
42 cycle to maturation. IAC 572 inferred greater canopy vigor in the three evaluation seasons,
43 reflecting a decrease in productivity. The highest total acidity was attributed to the VR043-43
44 rootstock in all evaluated cycles. Based on the data obtained, it is concluded that the rootstocks
45 IAC572, Paulsen 1103 and VR043-43 delay sprouting, the spacing of 1,0 and 1,2 meters
46 between plants increases the final productivity of the vineyard, the soluble solids content is
47 higher when used 101-14 Mgt, Harmony and Paulsen 1103 rootstocks, and the anthocyanin
48 content is increased by 101-14 Mgt and Harmony rootstocks.

49 Keywords: *Vitis vinifera*, Viticulture, Productive parameters.

Introdução

50

51 O estado de Santa Catarina contribui com cerca de 3,7% da produção nacional de uvas,
52 movimentando um mercado de 4,7% da produção de frutas no estado, com produtividade média
53 de 14,0 mil quilos de uva por hectare (Palladini et al., 2021). Além disso, as regiões de altitude
54 (entre 900 e 1400 metros acima do nível do mar) tem se destacado por apresentarem
55 características próprias e distintas das demais áreas do país, que possibilitam a produção de
56 vinhos qualidade elevada, com intensa coloração, aroma e acidez (Marcon Filho et al., 2015;
57 Malinovski et al., 2016a).

58

Acompanhando esse cenário, políticas voltadas ao desenvolvimento da viticultura no
59 estado, proporcionaram a introdução de novas cultivares viníferas voltadas a elaboração de
60 vinhos finos (Porro & Stefanini, 2016), dentre elas a cultivar Sangiovese, originária da Itália,
61 que apresentou bom desempenho enológico e agrônômico quando cultivada nas regiões de
62 altitude de Santa Catarina (Palladini et al., 2021).

63

Essa cultivar, também conhecida como Brunello, Calabrese, Cardisco, Maglioppa,
64 Morellino, Nerino, Pignolo, Riminese, Sangiovetto e Nielluccio (Córsega), possui vigor notável
65 e boa fertilidade, produzindo cachos de massa média a elevada e vinhos de cor vermelho-rubi
66 intenso, com destaque de aromas de violetas e flores vermelhas, seguidos de frutas vermelhas
67 e ameixa madura, sendo uma das cultivares mais cultivadas da Itália (Calò et al., 2006; Porro
68 & Stefanini, 2016). Sua fenologia no estado de Santa Catarina é marcada por brotações,
69 florações e *veraison* médias com maturação média-tardia (Brighenti et al., 2014).

70

A escolha do porta-enxerto é fundamental para o sucesso produtivo do vinhedo, pois
71 além de possibilitar o cultivo em diferentes especificidades relacionadas ao solo, pode
72 influenciar nos processos fisiológicos da planta e principalmente o equilíbrio entre vigor e
73 produção (Li et al., 2019). Em plantas enxertadas, as funções metabólicas estão repartidas em
74 dois genótipos diferentes, tendo o sistema foliar do enxerto a função de assegurar a produção

75 de fotoassimilados e o sistema radicular do porta-enxerto fornecer a nutrição hídrica e mineral
76 (Climaco et al., 2003).

77 Dessa forma, a escolha do porta-enxerto deve considerar diversos fatores, que vão desde
78 as condições particulares de tolerância a nematóides e características do solo, clima e paisagem,
79 até o objetivo de produção, levando em consideração as características que essa interação pode
80 transmitir a copa e conseqüentemente a uva e ao vinho (Miele & Rizzon, 2019). Além disso, a
81 influência do porta-enxerto nas características de vigor da cultivar copa requer a adequação da
82 densidade de plantio, visto que em porta-enxertos vigorosos recomenda-se maior espaçamento
83 entre as plantas na linha para que se tenha espaço para comportar uma maior carga de gemas
84 por planta sem que ocorram condições excessivas de sombreamento (Santos, 2006).

85 Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho é identificar a influência dos porta-
86 enxertos e do espaçamento entre plantas, sobre as características produtivas e de qualidade das
87 uvas Sangiovese.

88 **Material e Métodos**

89 O experimento foi conduzido em um vinhedo instalado no ano de 2016, localizado no
90 município de Água Doce – SC (26°42'33.8"S e 51°29'26.8"L", 1250 metros de altitude), na
91 vinícola Villaggio Grando, nos ciclos 2018/19, 2019/20 e 2020/21. As plantas foram
92 conduzidas em espaldeira com sistema de poda em cordão esporonado, com espaçamento entre
93 fileiras de 2,9 metros e entre plantas variando de acordo com os tratamentos. O clima da região,
94 segundo a classificação de Koeppen, é do tipo Cfb, mesotérmico, úmido, sem estação seca, com
95 verão fresco (Pessenti et al., 2019).

96 O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 3 (cinco
97 porta-enxertos e três espaçamentos), com quatro repetições, sendo avaliado duas plantas por
98 parcela. Os tratamentos estudados figuram a combinação de cinco porta-enxertos (101-14 Mgt,

99 Harmony, IAC 572, Paulsen 1103, e VR 043-43) e três espaçamentos entre plantas, de 1,0m
100 (3448 plantas/ha), 1,2m (2874 plantas/ha) e 1,5m (2298 plantas/ha).

101 O ciclo fenológico foi avaliado por meio da observação dos principais estágios, sendo
102 observado após solstício de inverno (21/06/2019 e 20/06/2020), o início das brotações, a plena
103 floração, mudança de cor (*veraison*) e maturação (colheita), conforme Keller (2010). As podas
104 foram realizadas observando o inchamento das gemas nas datas 12/09/2018, 12/09/2019 e
105 10/08/2020.

106 As médias mensais e semanais de precipitação e temperatura do ar, bem como as horas
107 frias acumuladas ($\leq 7,2^{\circ}\text{C}$), obtidas pela estação meteorológica de Água Doce, localizada na
108 vinícola Villaggio Grando, por meio do banco de dados Epagri / Ciram.

109 Para avaliação dos parâmetros produtivos foram realizadas as avaliações de fertilidade,
110 através da contagem direta do número de ramos e cachos por planta; massa média de poda,
111 obtido pela pesagem dos ramos podados por planta no inverno (g); índice de Ravaz, por meio
112 da divisão da massa dos cachos (g) pela massa de poda (g); número de cachos, contado
113 individualmente nas plantas marcadas e realizado a média por planta; massa média do cacho,
114 obtido pela média da pesagem dos cachos colhidos por planta (g); produção por planta, a partir
115 da pesagem dos cachos no momento da colheita (kg); e produtividade estimada por hectare,
116 através da multiplicação da produção por planta pelo número de plantas por hectare ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$).

117 As colheitas foram feitas considerando a sanidade dos cachos e o ponto de maturação
118 em relação ao teor de sólidos solúveis e acidez das bagas. As colheitas ocorreram nas datas
119 19/03/2019, 09/03/2020 e 09/03/2021.

120 Para os parâmetros físico-químicos, avaliou-se o teor de sólidos solúveis (SS),
121 determinado em refratômetro digital de bancada com compensação automática de temperatura
122 QUIMIS® (Nova instruments, WYA -2S, Brazil) e o resultado expresso em °Brix. O pH foi
123 determinado diretamente no mosto em peagômetro Mettler AD1030 e as determinações de

124 acidez total foram realizadas por titulação da amostra (Mettler Toledo, 8603, China), com
125 solução padronizada de NaOH 0,1N, adotando-se, como ponto final da titulação o pH = 8,2, e
126 o resultado expresso em mEq.L⁻¹.

127 Os polifenóis totais (mg.L⁻¹) foram determinados pelo método colorimétrico de Follin-
128 Ciocalteu (Singleton & Rossi, 1965), antocianinas totais (mg.L⁻¹) por pH diferencial (Wrolstad,
129 1993), e atividade antioxidante (µmol.L⁻¹) por DPPH de acordo com a metodologia descrita
130 por Kim et al. (2002). Essas análises foram realizadas por espectroscopia, em espectrofotômetro
131 Ray Leigh modelo UV-2601 (Beijing Ray leigh analíticas instrument co.ltd., UV 2601, China).

132 As variáveis de coloração foram realizadas utilizando espectrofotômetro (Konica
133 Minolta, CM 5, Japão), a partir das coordenadas L (representa a luminosidade, variando de
134 preto = 0 a branco = 100), a* e b* (representam as coordenadas cromáticas, onde a* localiza no
135 eixo horizontal +a* Vermelho-púrpura ao -a* verde-azulado, e b* localiza no eixo vertical +b*
136 amarelo ao -b* azul), empregadas nos cálculos da saturação (Chroma) e tonalidade (°Hue) da
137 cor, obtidas pelas seguintes fórmulas $C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$ e $H^\circ = \tan^{-1} b^*/a^*$, respectivamente,
138 conforme recomendações de (McGuire, 1992).

139 Na análise estatística, avaliou-se os pressupostos da ANOVA, sendo a normalidade
140 analisada pelo teste de Shapiro-Wilk e a homoscedasticidade pelo teste de Bartlett. Caso os
141 pressupostos não sejam atendidos, é realizada a transformação dos dados pela metodologia
142 indicada por Box e Cox (1964). Para a safra 2018/19 foi transformada a variável Ravaz, para
143 safra 2020/21 foi transformada a variável DPPH.

144 Os resultados foram submetidos à análise de variância, e em caso de significância
145 estatística à análise de médias pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

146 **Resultados e Discussão**

147 As ocorrências fenológicas da safra 2020/21 ocorreram em média 13 dias antes da safra
148 2019/20, exceto a colheita, que foi feita em mesma época (Tabela 2). Estudos apontam que a

149 época de poda interfere em todas as etapas fenológicas subsequentes (Gatti et al., 2016; Maciel
150 et al., 2018, 2020). O que está de acordo ao observado nessa pesquisa, já que as podas da safra
151 2020/21 ocorreram 17 dias antes da safra 2019/20. Entretanto se considerar o somatório em
152 horas de frio, a safra 2019/20 teve menor valor, e esse fator pode ter interferido atrasando o
153 início do ciclo nessa safra, podendo as plantas não terem atingido as horas de frio necessárias
154 para superação da dormência (Brighenti et al., 2013).

155 A média de duração do ciclo fenológico foi de 182 dias em 2019/20 e 194 dias em
156 2020/21, podendo essa diferença estar relacionada a época de poda ou somatório de horas de
157 frio como visto anteriormente (Tabela 3). Gris et al. (2010), observaram para a cultivar
158 Sangiovese em São Joaquim – SC, ciclo de 219 dias, apresentando brotações precoces.
159 Malinovski et al. (2016b) para a mesma cultivar em Água Doce – SC observaram
160 aproximadamente 200 dias de ciclo entre brotação e maturação. As diferenças nos ciclos para
161 a mesma cultivar podem estar relacionadas as diferenças climáticas entre as safras e as regiões,
162 considerando que São Joaquim- SC apresenta clima mais frio que Água Doce -SC (Malinovski
163 et al., 2016b).

164 Entretanto, é interessante observar que em ambas as safras o porta-enxerto 101-14Mgt
165 apresentou a maior precocidade de brotação e o ciclo mais longo até a maturação, destacando a
166 influência do porta-enxerto sobre a fenologia da videira. Sendo necessário cautela ao selecionar
167 porta-enxertos que antecipam as brotações, considerando o risco de perda de produtividade pela
168 ocorrência de geadas tardias (Dalbó & Feldberg, 2019). Os porta-enxertos IAC572, VR043-43
169 e Paulsen 1103, por sua vez, apresentaram as brotações mais tardias, em média cinco dias após
170 as brotações de 101-14Mgt, o que os torna interessantes para cultivo na região de Água Doce –
171 SC.

172 Em 2018/19 foi observado efeito simples dos tratamentos para as variáveis massa de
173 cachos, massa de poda, produção por planta e produtividade estimada e, interação entre os

174 tratamentos para as variáveis índice de fertilidade, índice de Ravaz e número de cachos (Tabela
175 4). Em relação ao índice de fertilidade, observou-se que o porta-enxerto IAC 572 teve o menor
176 valor quando utilizado o espaçamento de 1,0 metro entre plantas e o porta-enxerto VR 043-43
177 o maior valor no espaçamento de 1,2 metros entre plantas. A fertilidade é a capacidade de
178 diferenciar as gemas vegetativas em gemas frutíferas, várias causas podem estar relacionadas à
179 baixa fertilidade das gemas, por exemplo, diversidade genética, método de poda, temperatura,
180 intensidade luminosa, nutrição mineral e concentrações hormonais (Meneguzzi et al., 2020).

181 O índice de Ravaz evidencia o porta-enxerto IAC572 com alto vigor em todos os
182 espaçamentos e, VR043-43 nos espaçamentos de 1,0 e 1,5 metros entre plantas. As videiras de
183 Sangiovese apresentam elevado vigor (Porro & Stefanini, 2016), essa característica em
184 conjunto ao elevado vigor emitido pelos porta-enxertos IAC 572 e VR043-43 (Leão et al., 2020)
185 resultaram em desequilíbrio na primeira safra, apresentando maior desenvolvimento vegetativo
186 e baixa produção de cachos, refletindo no desempenho produtivo por planta e
187 consequentemente na produtividade estimada por hectare.

188 As avaliações físico-químicas da safra 2018/19 não tiveram interferência dos
189 parâmetros de tratamento para variável pH, entretanto o teor de Sólidos solúveis (SS) foi
190 inferior quando utilizado os porta-enxertos IAC572 e VR043-43. A acidez titulável foi maior
191 para o porta-enxerto VR043-43 (Tabela 5). O efeito dos porta-enxertos na composição química
192 da uva pode estar relacionado a fatores como vigor, nutrientes e capacidade de ingestão de água,
193 resistência a doenças e interação copa-porta-enxerto (Tecchio et al., 2019). Dalbó & Feldberg
194 (2019) explicam que existe uma tendência de diminuição de sólidos solúveis quando utilizado
195 porta-enxertos muito vigorosos devido a competição de fotoassimilados para o
196 desenvolvimento do sistema vegetativo.

197 A acidez titulável também apresentou diferença em relação ao espaçamento utilizado,
198 tendo o espaçamento de 1,5 metros entre plantas conferido a menor acidez independente do

199 porta-enxerto utilizado. Diversos fatores contribuem para a redução da acidez nas uvas durante
200 o processo de maturação como a diluição dos ácidos orgânicos devido ao aumento do tamanho
201 da baga, a migração de bases com conseqüente salificação dos ácidos orgânicos e a respiração
202 celular (RIZZON et al., 2000). Assim, a redução da acidez conforme o aumento do espaçamento
203 pode estar associado a maior respiração celular e exposição das uvas as condições ambientais,
204 facilitando o processo de degradação da acidez.

205 As variáveis de coloração apenas apresentaram diferença para o ângulo de cor ($^{\circ}$ Hue),
206 indicando que Paulsen 1103 e IAC572 com menor valor. Esse resultado pode estar relacionado
207 a menor concentração de compostos fenólicos para esses porta-enxertos, considerando que tais
208 compostos possuem importante papel na coloração dos vinhos atuando como pigmentos
209 (Bender et al., 2020), o que confirma os resultados obtidos nas avaliações de antocianinas,
210 atividade antioxidante e polifenóis. Entretanto, a quantidade e composição dos compostos
211 fenólicos pode variar de acordo com diferentes fatores, como cultivar, maturidade das bagas,
212 condições climáticas, espécie da videira, exposição a luz ultravioleta, entre outros fatores (Silva,
213 2015) devendo ser observado seu comportamento ao longo dos anos.

214 A safra 2019/20 apresentou significância apenas para os fatores isolados de tratamento
215 (Tabela 6). Em relação ao índice de fertilidade, destaca-se IAC 572 com o menor valor.
216 Normalmente os problemas de fertilidade estão relacionados ao alto vigor das plantas, podendo
217 estar relacionado a competição por fotoassimilados ou mesmo pelo prolongamento do período
218 juvenil sob condições promotoras de crescimento (Botelho et al., 2006). Entretanto o efeito do
219 vigor é evidenciado ao avaliar a massa de poda, onde o porta-enxerto IAC572 apresentou maior
220 valor, indicando maior direcionamento dos fotoassimilados para desenvolvimento dos
221 sarmentos ao invés de cachos, confirmado pelos menores resultados em número, massa de
222 cachos e índice Ravaz, refletindo nos resultados finais de produção por planta e produtividade
223 estimada.

224 O vigor transmitido pelo porta-enxerto IAC572 já foi mencionado em outras pesquisas
225 como sendo um inconveniente para produção de vinhos de qualidade (Dalbó & Souza, 2019).
226 Contudo, a diferença de vigor da cultivar não é influenciada apenas pelo porta-enxerto, mas
227 também pelo vigor do genótipo copa, onde cultivares consideradas vigorosas apresentaram
228 maior crescimento vegetativo quando comparadas às cultivares de baixo vigor, enxertadas no
229 mesmo enxerto (Grigolo et al., 2021), devendo-se buscar o adequado vigor afim que seu
230 excesso ou falta não se traduza em redução de produtividade e qualidade.

231 As variáveis SS, AT, L e Matiz apresentaram significância apenas para os fatores
232 isolados de tratamento já as variáveis pH, cor, polifenóis, atividade antioxidante e antocianinas,
233 da safra 2019/20, apresentaram efeito de interação entre os tratamentos (Tabela 7). O pH variou
234 entre 3.40 com o porta-enxerto Harmony no espaçamento de 1,0 metro até 3,54 com o porta-
235 enxerto Paulsen 1103 no espaçamento de 1,2 metros, apesar da diferença estatística observada,
236 os resultados mantiveram-se dentro da faixa de 3,30 e 3,60 considerado como ideal para
237 elaboração de vinhos tintos (Barros et al., 2019).

238 A maior concentração de sólidos solúveis (SS) foi observada quando utilizado os porta-
239 enxertos 101-14Mgt, Harmony e Paulsen 1103, assim como os menores teores de acidez total
240 foram observados para os mesmos porta-enxertos. Brighenti et al. (2011) sugerem que a
241 composição da uva é influenciada pelo vigor do porta-enxerto, pois tem influência na expansão
242 da copa e exposição das frutas. Entretanto os porta-enxertos mencionados possuem diferentes
243 níveis de vigor, sendo 101-14Mgt de baixo vigor, Harmony como intermediário e Paulsen 1103
244 o mais vigoroso (Lira et al., 2018), indicando que apesar das diferenças de vigor dos porta-
245 enxertos, o manejo do dossel vegetativo exerce influência na maturação dos frutos, evidenciado
246 pela menor acidez nas uvas do espaçamento de 1,5 metros.

247 Os parâmetros de coloração destacam o porta-enxerto Paulsen1103 com L superior,
248 indicando mostos mais claros e *C inferior indicando menor saturação da cor, além disso a

249 tonalidade (°H) foi a menor quando utilizado esse porta-enxerto independente do espaçamento
250 utilizado. A avaliação dos parâmetros de coloração são atributos importantes sobre a qualidade
251 dos vinhos, considerando que o aumento do teor de flavonoides aumenta também a intensidade
252 de cor dos vinhos (Pessenti et al., 2021).

253 O conteúdo de polifenóis totais foi inferior quando utilizado o porta-enxerto Paulsen
254 1103 em todos os espaçamentos avaliados, entretanto considerando o efeito do espaçamento
255 para esse porta-enxerto observa-se que quando utilizado 1,5 metros entre plantas obteve-se
256 maior conteúdo de polifenóis do que os demais. Pesquisas mostram que a exposição do cacho,
257 através do controle do dossel vegetativo, contribui para o aumento desses compostos no cacho
258 (Pessenti et al., 2019) o que explica a maior concentração quando utilizado o maior
259 espaçamento.

260 O vigor também influencia o acúmulo de compostos fenólicos, sendo observado
261 correlação negativa com o vigor devido à redução da síntese fenólica (Würz et al., 2019).
262 Resultados confirmados pela menor concentração de antocianinas e atividade antioxidante para
263 o mesmo porta-enxerto e espaçamentos. A forma como os pigmentos de antocianina evoluem
264 na casca das uvas durante a maturação é influenciada por diversos fatores, entre eles, a luz e a
265 temperatura são os fatores climáticos mais importantes na biossíntese das antocianinas, pois
266 interferem no teor de açúcar da pele, induzindo o acúmulo desse composto (Pessenti et al.,
267 2019). Nesse sentido, a adequação do vigor para o espaçamento utilizado é importante pois
268 influencia a interceptação da radiação solar.

269 A safra 2020/21 apresenta plantas mais bem formadas e estruturadas, com maiores
270 índices que as safras anteriores (Tabela 8). Como observado nas safras anteriores, o porta-
271 enxerto IAC 572 apresentou o menor índice de fertilidade. Esse porta-enxerto é de característica
272 vigorosa, transmitindo seu vigor para o dossel vegetativo (Dalbó & Feldberg, 2019) conforme
273 pode ser confirmado pela avaliação do índice de Ravaz, que indica a necessidade de controle

274 do dossel vegetativo para obter o equilíbrio da produtivo/vegetativo da planta (Würz et al.,
275 2020).

276 A variável massa de cacho não apresentou diferença estatística ao comparar os porta-
277 enxertos. Entretanto avaliando o espaçamento entre plantas observa-se aumento do número de
278 cachos para os espaçamentos de 1,5 e 1,2 metros. Apesar do espaçamento não ter apresentado
279 efeito em relação ao número de ramos por planta, o maior número de cachos pode estar
280 relacionado a maior incidência de luz solar nas gemas, uma vez que a alteração do espaçamento
281 interfere nas condições de microclima do vinhedo (Hernandes et al., 2013). Refletindo na
282 interação observada para variável massa do cacho, onde o porta-enxerto IAC 572, o mais
283 vigoroso, apresentou os menores valores nos espaçamentos de 1,2 e 1,5 metros entre plantas.

284 A produção por planta (kg) e a produtividade estimada ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) tiveram para os porta-
285 enxertos VR043-43, Paulsen 1103 e 101-14 Mgt os maiores resultados independente do
286 espaçamento utilizado. Apesar das diferenças de vigor desses porta-enxertos vemos pelo índice
287 de Ravaz que todos apresentaram equilíbrio vegetativo/produtivo (Würz et al., 2020), indicando
288 que essas diferenças de vigor não influenciaram na produção e produtividade. Em relação ao
289 espaçamento, evidencia-se a menor produtividade quando utilizado o espaçamento de 1,5
290 metros entre plantas, independente do porta-enxerto utilizado. Esse resultado pode estar
291 associado ao menor número de plantas por hectare, visto que o mesmo espaçamento contribuiu
292 para o maior número de cachos por planta, podendo ser ainda explorado se o aumento no
293 número de gemas pode contribuir para melhorar a produtividade (Würz et al., 2020).

294 Os parâmetros físico-químicos avaliados para safra 2020/21 (Tabela 9) mostram que, a
295 variável pH não apresentou diferença estatística em relação ao porta-enxerto e espaçamento
296 utilizado. O conteúdo de Sólidos solúveis totais (SS) foi inferior para o porta-enxerto IAC572
297 e VR043-43, ambos exercem influência de maior vigor a copa de Sangiovese, podendo esse

298 resultado estar relacionado ao maior sombreamento das bagas, ou mesmo a competição pelos
299 fotoassimilados para o desenvolvimento vegetativo do dossel (Dalbó & Feldberg, 2019).

300 Entretanto a acidez total foi superior nos porta-enxertos VR043-43 e 101-14Mgt, porta-
301 enxertos considerados distintos em vigor. Sabe-se que existem fatores ambientais, como
302 temperatura, amplitude térmica, pluviosidade e composição físico-química do solo, que
303 possuem correlação com componentes químicos, indicadores de qualidade do vinho (Vianna et
304 al., 2016).

305 A safra 2020/21 apresentou características de maior pluviosidade quando comparada a
306 safra passada, o que pode ter contribuído para o menor acúmulo de sólidos solúveis e maior
307 acidez observadas em todos os porta-enxertos. Além disso, as condições de clima foram
308 propícias ao desenvolvimento de doenças nos cachos, o que forçou a antecipação da colheita,
309 podendo os resultados de acidez e SS serem diferentes em outras condições. Há relatos na
310 literatura de níveis de acidez e sólidos solúveis em região de altitude para cultivar Sangiovese
311 de 80 a 140 mEq.L⁻¹ e 19 a 24°Brix (Gris et al., 2010; Brighenti et al., 2014), o que demonstra
312 a influência da safra sobre os atributos de maturação.

313 Os parâmetros de coloração demonstram a influência do porta-enxerto para variável de
314 cor (Hue) onde IAC572 e VR043-43 apresentaram menor ângulo de cor, esses mesmos porta-
315 enxertos tiveram maior *L e menor Saturação nos espaçamentos de 1,0 metros. A coloração
316 das uvas está relacionada a concentração de polifenóis (Bender et al., 2020), os mesmos porta-
317 enxertos tiveram as menores concentrações de polifenóis e antocianinas independente do
318 espaçamento utilizado. A quantidade e composição dos compostos fenólicos podem variar por
319 diversos fatores, entre eles o porta-enxerto utilizado (Silva et al., 2015).

320 A capacidade antioxidante apresentou interação entre os tratamentos, o porta-enxerto
321 VR043-43 foi o que apresentou a menor capacidade antioxidante em todos os espaçamentos,
322 entretanto comparando isoladamente esse porta-enxerto dentro de espaçamento, tem-se que o

323 espaçamento de 1,2 metros influenciou para a menor atividade antioxidante. Entretanto esse
324 resultado é reflexo do menor conteúdo de polifenóis apresentado pelo porta-enxerto, visto que
325 esses compostos contém os principais antioxidantes naturais (Taiz & Zeiger, 2004).

326 Ao fim das três safras avaliadas, pode-se dizer que é interessante o uso de porta-enxertos
327 que atrasem o início das brotações devido a precocidade de brotação natural da cv. Sangiovese.
328 Esse efeito foi alcançado pelos porta-enxertos de maior vigor IAC572, Paulsen 1103 e VR043-
329 43, entretanto IAC572 demonstrou excesso de vigor vegetativo, o que refletiu em menores
330 índices de qualidade e produtividade das uvas. Entretanto é precipitado o descarte de uso desse
331 porta-enxerto, deve-se avaliar outras formas de manejo para controle de vigor e por mais safras.

332 Além disso, o trabalho conduzido até aqui representa os resultados de um vinhedo
333 jovem, podendo ocorrer mudanças de comportamento produtivo em um vinhedo melhor
334 estabelecido. Por isso é importante a continuidade das pesquisas, servindo esses dados como
335 ponto de partida para trabalhos futuros.

336 **Conclusões**

337 Os porta-enxertos IAC572, Paulsen 1103 e VR043-43 atrasam as brotações da copa cv.
338 Sangiovese.

339 Os espaçamentos de 1,0 e 1,2 metros entre plantas aumentam a produtividade do
340 vinhedo.

341 O conteúdo de sólidos solúveis é superior quando utilizado os porta-enxertos 101-14
342 Mgt, Harmony e Paulsen 1103.

343 O teor de antocianinas é incrementado pelos porta-enxertos 101-14 Mgt e Harmony.

344 **Referências**

345 Anzanello R & Christo MC de (2020) Temperatura e tempo de frio para a superação da
346 dormência de gemas de videiras ‘Chardonnay’, ‘Merlot’ e ‘Cabernet Sauvignon.’ Revista
347 Eletrônica Científica da UERGS, 6:207–215.

- 348 Barros MILF, Mello LL, Frölech DB, Manica-Berto R, Costa VB & Malgarim MB (2019)
349 Características físico-químicas de uva ‘Marselan’ sob raleio de cachos na Serra do Sudeste-RS.
350 Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences 14:1–9
- 351 Bender A, Souza ALK de, Caliari V, Malgarim MB, Costa VB & Goulart C (2020)
352 Caracterização físico-química e sensorial de sucos da uva Isabel em cortes com diferentes
353 cultivares produzidas na região do Vale do Rio do Peixe-SC. Brazilian Journal of Food
354 Technology 23:1–11
- 355 Botelho RV, Pires EJP & Terra MM (2006) Fertilidade de gemas em videiras: fisiologia e
356 fatores envolvidos. *Ambiência* 2:129–144
- 357 Box GEP & Cox DR (1964) *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*
358 26:211–252
- 359 Brighenti AF, Brighenti E, Bonin V & Rufato L (2013) Caracterização fenológica e exigência
360 térmica de diferentes cultivares de uvas viníferas em São Joaquim, Santa Catarina - Brasil.
361 *Ciencia Rural* 43:1162–1167
- 362 Brighenti AF, Rufato L, Kretschmar AA & Schlemper C (2011) Desempenho vitivinícola da
363 Cabernet Sauvignon sobre diferentes porta-enxertos em região de altitude de Santa Catarina.
364 *Revista Brasileira de Fruticultura* 33:96–102
- 365 Brighenti AF, Silva AL da, Brighenti E, Porro D & Stefanini M (2014) Desempenho vitícola
366 de cultivares autóctones italianas em condição de elevada altitude no Sul do Brasil. *Pesquisa*
367 *Agropecuária Brasileira* 49:465–474
- 368 Calò A, Scienza A & Costacurta A (2006) *Vitigni d’Italia*, 2 ed. Bologna, Italy, Edagricole-
369 *New Business Media*
- 370 Chavarria G, Santos HP dos, Sônego OR, Marodin GAB, Bergamaschi H & Cardoso LS (2007)
371 Incidência de doenças e necessidade de controle em cultivo protegido de videira. *Revista*
372 *Brasileira de Fruticultura*, 29:477–482.

- 373 Climaco P, Lopes CM, Carneiro LC & Castro R (2003) Efeito da casta e do porta-enxerto no
374 vigor e na produtividade da videira. *Ciência e Técnica Vitivinícola* 18:1–14
- 375 Dalbó MA & Feldberg NP (2019) Comportamento agrônômico de porta-enxertos de videira
376 com resistência ao declínio de plantas jovens nas condições do estado de Santa Catarina.
377 *Agropecuária Catarinense* 32:68–72
- 378 Dalbó MA & Souza ALK (2019) Rootstock breeding for resistance to grapevine decline and
379 dieback in southern Brazil. *Acta Horticulturae* 1248:123–128
- 380 Gatti M, Pirez FJ, Chiari G, Tombesi S, Palliotti A, Merli MC & Poni S (2016) Phenology,
381 canopy aging and seasonal carbon balance as related to delayed winter pruning of *Vitis vinifera*
382 *L. cv. sangiovese* grapevines. *Frontiers in Plant Science* 7
- 383 Grigolo CR, Citadin I, Feldberg NP, Scariotto S, Pertille RH, Santos EP & Takeshita KCC
384 (2021) Compatibility and initial development of grapevines ‘BRS Magna’ grafted on different
385 rootstocks. *Ciência Rural* 51:1–6
- 386 Gris EF, Burin VM, Brighenti E, Vieira H & Bordignon-Luiz MT (2010) Phenology and
387 ripening of *Vitis vinifera L.* grape varieties in São Joaquim, southern Brazil: a new South
388 American wine growing region. *Ciencia e investigación agraria* 37:61–75
- 389 Hernandez JL, Pedro Júnior MJ, Blain GC & Rolim G de S (2013) Comportamento produtivo
390 da videira “Niagara Rosada” em diferentes sistemas de condução, com e sem cobertura plástica,
391 durante as safras de inverno e de verão. *Revista Brasileira de Fruticultura* 35:123–130
- 392 Keller M (2010) *The science of grapevines: Anatomy and physiology*, 1 ed. Burlington, MA:
393 Academic
- 394 Kim D-O, Lee KW, Lee HJ & Lee CY (2002) Vitamin C Equivalent Antioxidant Capacity
395 (VCEAC) of Phenolic Phytochemicals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50:3713–
396 3717
- 397 Leão PC de S, Chaves AR de M & Silva DJ (2020) Porta-enxertos e sua influência na

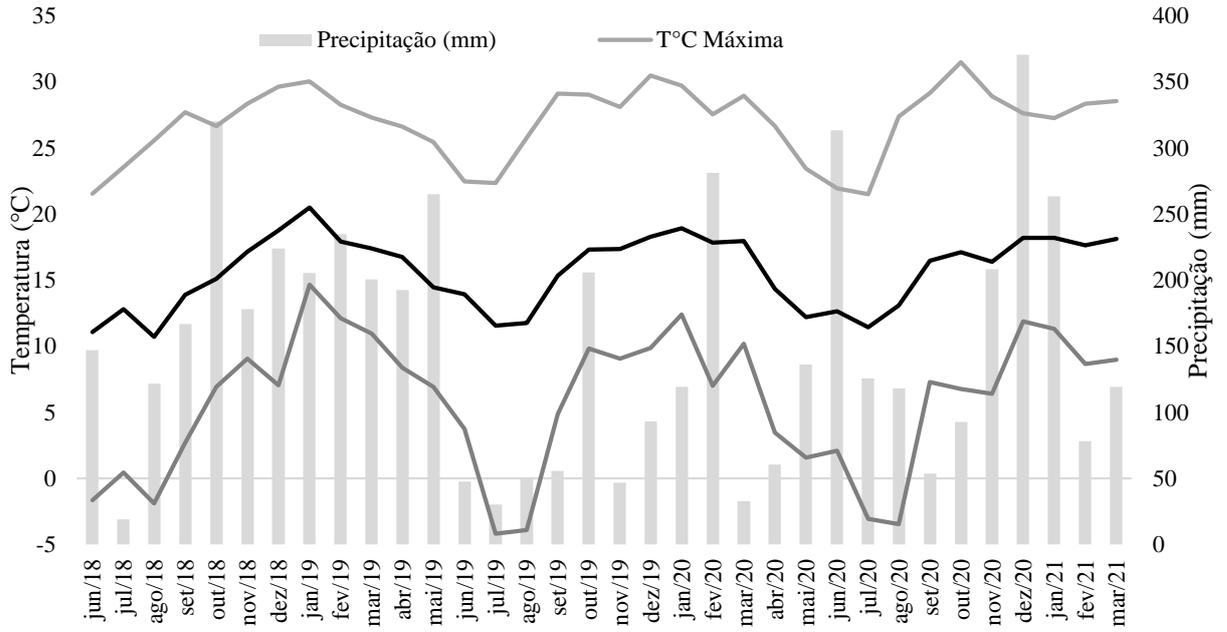
- 398 produtividade e desempenho agrônômico de videiras ‘ Syrah ’ e ‘ Chenin Blanc ’ no Vale do
399 São Francisco - Circular técnica 125. 12
- 400 Li M, Guo Z, Jia N, Yuan J, Han B, Yin Y, Sun Y, Liu C & Zhao S (2019) Evaluation of eight
401 rootstocks on the growth and berry quality of ‘Marselan’ grapevines. *Scientia Horticulturae*
402 248:58–61
- 403 Lira MMC de, Silva LOD da, Vale CNC do, Leão PC de S & Moura MSB de (2018) Influência
404 dos sistemas de condução no microclima da videira ‘Chenin blanc.’ *Agrometeoros* 25:121–131
- 405 Maciel SM, Santos ACM dos, Leite LP, Moreira FC, Rodrigues V, Kohn RAG & Malgarim
406 MB (2020) Impacts of dry pruning season on phenology and “Merlot” quality. *Brazilian Journal*
407 *of Development* 6:101965–101972
- 408 Maciel SM, Santos ACMM dos, Manzke EM, Kohn RAG & Malgarim MB (2018) Poda em
409 diferentes épocas e seu efeito em uvas viníferas. *Revista Científica Rural* 20:164–174
- 410 Malinovski LI, Brighenti AF, Borghezani M, Guerra MP, Silva AL, Porro D, Stefanini M &
411 Vieira HJ (2016a) Viticultural performance of Italian grapevines in high altitude regions of
412 Santa Catarina State, Brazil. *Acta Horticulturae* 1115:203–210
- 413 Malinovski LI, Vieira HJ, Camargo Campos CG, Stefanini M & Silva AL da (2016b) Climate
414 and Phenology: Behavior of Autochthonous Italian Grapevine Varieties in the Uplands of
415 Southern Brazil. *Journal of Agricultural Science* 8:26
- 416 Marcon Filho JL, Hipólito JDS, Macedo TA De, Kretschmar AA & Rufato L (2015) Raleio
417 de cachos sobre o potencial enológico da uva “Cabernet Franc” em duas safras. *Ciência Rural*
418 45:2150–2156
- 419 McGuire RG (1992) Reporting of Objective Color Measurements. *HortScience* 27:1254–1255
- 420 Meneguzzi A, Marcon Filho JL, Brighenti AF, Würz DA, Rufato L & Silva AL da (2020)
421 Fertility of buds and pruning recommendation of different grapevine varieties grown in altitude
422 regions of Santa Catarina State, Brazil. *Revista Ceres* 67:30–34

- 423 Miele A & Rizzon LA (2019) Rootstock-scion interaction: 4. Effect on the sensory
424 characteristics of Cabernet Sauvignon wine. *Revista Brasileira de Fruticultura* 41:1–7
- 425 Palladini LA, Brighenti AF, Souza ALK de & Silva AL da (2021) Potencial de cultivares de
426 uvas viníferas nas regiões de altitude de Santa Catarina. Florianópolis, Epagri
- 427 Pandolfo C, Massignam AM, Lima A, Hammes LA, Brighenti E & Bonin V (2008) Impacto
428 das mudanças climáticas nas horas de frio , graus-dias e amplitude térmica do ar para a videira
429 (*Vitis vinifera L .*) Var . Cabernet sauvignon , no Estado de Santa Catarina The impacts of
430 climate change on chilling hours , degree-days and air ther. 267–274
- 431 Pessenti IL, Ayub RA & Botelho RV (2019) Defoliation, application of S-ABA and vegetal
432 extracts on the quality of grape and wine Malbec cultivar. *Revista Brasileira de Fruticultura*
433 41:1–10
- 434 Pessenti IL, Ayub RA, Melo HF, Martins WS, Wiecheteck LH & Botelho RV (2021) Qualidade
435 fenólica em cultivares de uvas submetidas a poda verde e regulador hormonal. *Research,*
436 *Society and Development* 10:e39310414227
- 437 Porro D & Stefanini M (2016) Tecnologias para o desenvolvimento da vitivinicultura de Santa
438 Catarina: relatório das atividades desenvolvidas. Florianópolis, SC, EPAGRI
- 439 Rizzon LA, Miele A and Meneguzzo J (2000) Avaliação da uva cv. Isabel para a elaboração de
440 vinho tinto. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 20:115–121
- 441 Santos HP dos (2006) Aspectos ecofisiológicos na condução da videira e sua influência na
442 produtividade do vinhedo e na qualidade dos vinhos. Bento Gonçalves, Embrapa Uva e Vinho
- 443 Silva MJR da, Tecchio MA, Moura MF, Brunelli LT, Imaizumi VM & Venturini Filho WG
444 (2015) Composição físico-química do mosto e do vinho branco de cultivares de videiras em
445 resposta a porta-enxertos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 50:1105–1113
- 446 Singleton VL & Rossi JA (1965) Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-
447 phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture* 16:144–158

- 448 Taiz L & Zeiger E (2004) *Fisiologia Vegetal*. Porto Alegre, Artmed
- 449 Tecchio MA, Silva MJR da, Paiva APM, Moura MF, Terra MM, Pires EJP & Leonel S (2019)
- 450 Phenological, physicochemical, and productive characteristics of “Vênus” grapevine onto
- 451 rootstocks. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 54
- 452 Vianna LF, Massignan AM, Pandolfo C, Dortzbach D & Vieira VF (2016) Caracterização
- 453 agrônômica e edafoclimática dos vinhedos de elevada altitude. *Revista de Ciências*
- 454 *Agroveterinárias* 15:215–226
- 455 Wrolstad RE (1993) *Color and Pigment Analyses in Fruit Products*. Corvallis, Oregon
- 456 Agricultural Experimental Station
- 457 Würz DA, Bonin BF, Brighenti AF, Canossa AT, Reinehr J, Allebrandt R, Bem BP De, Rufato
- 458 L & Kretschmar AA (2019) Fenologia e maturação da videira ‘Cabernet Franc’ em função de
- 459 diferentes cargas de gemas em região de elevada altitude de Santa Catarina. *Revista de Ciências*
- 460 *Agroveterinárias* 18:459–465
- 461 Würz DA, Bonin BF, Brighenti AF, Canossa AT, Reinehr J, Allebrandt R, Bem BP de, Rufato
- 462 L & Kretschmar AA (2020) Maior carga de gemas da videira resulta em melhora dos índices
- 463 produtivos e vegetativos da videira ‘ Cabernet Franc ’ cultivada em região de elevada altitude.
- 464 *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 19:171–177.

465

Figuras e Tabelas



466

467 Figura 1. Médias mensais de temperatura e precipitação, Água Doce - SC, Vinícola Világio
468 Grando..

469

470 Tabela 1. Datas das principais ocorrências fenológicas do cultivar Sangiovese nos ciclos
 471 2019/20 e 2020/21 em Água Doce/SC.

Porta-enxerto	Brotação	Floração	Veraison	Colheita
Safrá 2019/20				
101-14Mgt	05/09/2019	26/10/2019	18/01/2020	09/03/2020
Harmony	06/09/2019	27/10/2019	19/01/2020	09/03/2020
IAC572	09/09/2019	29/10/2019	22/01/2020	09/03/2020
Paulsen1103	09/09/2019	29/10/2019	22/01/2020	09/03/2020
VR043-43	10/09/2019	30/10/2019	21/01/2020	09/03/2020
Safrá 2020/21				
101-14Mgt	22/08/2020	13/10/2020	08/01/2021	09/03/2021
Harmony	26/08/2020	13/10/2020	09/01/2021	09/03/2021
IAC572	31/08/2020	15/10/2020	09/01/2021	09/03/2021
Paulsen1103	27/08/2020	15/10/2020	09/01/2021	09/03/2021
VR043-43	28/08/2020	15/10/2020	09/01/2021	09/03/2021

472

473 Tabela 2. Dias entre estágios das principais ocorrências fenológicas do cultivar Sangiovese nos
 474 ciclos 2019/20 e 2020/21 em Água Doce/SC.

Porta-enxerto ⁽¹⁾	S-B*	B-F	F-V	V-C
Safrá 2019/20				
101-14Mgt	77b	51a	84a	51a
Harmony	78b	51a	84a	50a
IAC572	81a	49a	85a	47b
Paulsen1103	81a	49a	85a	47b
VR043-43	81a	50a	84a	47b
Safrá 2020/21				
101-14Mgt	63c	52a	87a	59a
Harmony	68b	48b	88a	59a
IAC572	72a	46b	86b	59a
Paulsen1103	68a	50b	86b	58a
VR043-43	69a	49b	85b	59a

475 ⁽¹⁾Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Duncan a
 476 5% de probabilidade. ns, não significativo.

477 * (S-B) Solstício-Brotação, (B-F) Brotação-Floração, (F-V) Floração-Veraison, (V-C)
 478 Veraison-Colheita.

479 Tabela 3. Parâmetros produtivos do cv. Sangiovese em relação ao porta-enxerto e espaçamento
 480 safra 2018/19.

Porta-enxerto ⁽¹⁾	Índice de Fertilidade			Massa de poda (g)	Massa de Cachos (g)	Produção por planta (Kg)	Produtividade estimada (ton.ha ⁻¹)
	1,0 m	1,2 m	1,5 m				
101-14 Mgt	1,59aA	1,27bA	1,83aA	320ns	111b	1,41a	3,31a
Harmony	1,59aA	1,60abA	1,23abA	270	122a	1,21a	3,68a
IAC 572	0,45bB	1,39abA	1,37abA	279	72c	0,43b	1,23b
Paulsen 1103	1,89aA	1,35bA	1,50abA	335	121a	1,47a	4,42a
VR 043-43	1,37aB	2,15aA	0,88bB	404	90bc	1,10a	3,24a
Espaçamento							
1,0 m	-	-	-	338ns	111ns	1,24ab	4,27a
1,2 m	-	-	-	342	105	1,39a	3,55a
1,5 m	-	-	-	285	97	0,83b	1,90b
Porta-enxerto	Ravaz			Número de cachos			
	1,0 m	1,2 m	1,5 m	1,0 m	1,2 m	1,5 m	
101-14 Mgt	4,40aA	4,03aA	4,65aA	11,00aA	8,33bA	10,50aA	
Harmony	5,02aA	4,43aA	3,66abA	11,50aA	10,75bA	7,00aA	
IAC 572	0,58bB	1,52bA	1,35cA	3,50bA	8,33bA	8,25aA	
Paulsen 1103	5,51aA	4,61aA	4,39aA	15,50aA	10,75bAB	7,75aB	
VR 043-43	2,93aAB	5,18aA	1,87bcB	10,25aB	18,75aA	6,00aB	

481 ⁽¹⁾Médias seguidas por mesma letra minúsculasna coluna ou maiúsculas na linha não diferem
 482 pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. ns, não significativo.

483 Tabela 4. Parâmetros físicoquímicos do cv. Sangiovese em relação ao porta-enxerto e
 484 espaçamento safra 2018/19.

Porta-enxerto ⁽¹⁾	pH	SS (°Brix)	AT	L	Cor (°Hue)	Matiz (Chroma)
101-14 Mgt	3,14ns	17,6a	85,06b	42,64ns	11,98a	62,62ns
Harmony	3,13	17,3ab	84,48b	45,96	11,56a	60,47
IAC572	3,11	16,2c	86,86b	47,62	9,87ab	58,91
Paulsen1103	3,14	17,1b	85,34b	46,31	8,90b	60,30
VR043-43	3,11	16,4c	92,74a	43,99	11,39a	62,09
Espaçamento						
1,0 m	3,11ns	16,9ns	90,10a	44,74ns	9,88b	61,07ns
1,2 m	3,13	16,9	86,86b	45,86	10,33b	60,26
1,5 m	3,13	17,1	83,38c	44,94	12,36a	61,65
Porta-enxerto	Antocianinas (mg.L ⁻¹)	Atividade Antioxidante (µM.ml ⁻¹)	Polifenóis (mg.L ⁻¹ de ác. gálico)			
			1,0 m	1,2 m	1,5 m	
101-14 Mgt	7,60b	9647b	2773abA	3027bcA	2893aA	
Harmony	8,26a	11606a	2318bB	3224abA	3132aA	
IAC 572	7,08b	9571b	2821abB	3753aA	2529aB	
Paulsen 1103	7,33b	8163c	2745abA	2542cA	2941aA	
VR 043-43	8,54a	10065b	2942aA	2914bcA	3106aA	
Espaçamento						
1,0 m	7,63ns	9976ns	-	-	-	
1,2 m	7,90	9713	-	-	-	
1,5 m	7,91	9609	-	-	-	

485 ⁽¹⁾Médias seguidas por mesma letra minúsculas na coluna ou maiúsculas na linha não diferem
 486 pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. ns, não significativo.

487 Tabela 5. Parâmetros produtivos do cv. Sangiovese em relação ao porta-enxerto e espaçamento
 488 safra 2019/20.

Porta-enxerto ⁽¹⁾	Índice de Fertilidade	Peso de poda (g)	Ravaz	Número de cachos
101-14 Mgt	0,98a	520bc	3,18ab	11,89a
Harmony	0,78b	474c	2,78b	7,92b
IAC 572	0,42c	668a	1,02c	4,86c
Paulsen 1103	0,97a	567abc	3,89a	12,89a
VR 043-43	0,93a	598ab	3,72a	10,91a
Espaçamento				
1,0 m	0,84ns	529ns	3,10ns	9,32ns
1,2 m	0,81	606	2,88	9,42
1,5 m	0,81	555	2,87	9,62
Porta-enxerto	Peso de Cachos (g)	Produção por planta (Kg)	Produtividade estimada (ton.ha ⁻¹)	
101-14 Mgt	171bc	1,72ab	4,86b	
Harmony	161c	1,28b	3,74b	
IAC 572	134d	0,67c	1,95c	
Paulsen 1103	190ab	2,20a	6,35a	
VR 043-43	196a	2,20a	6,27a	
Espaçamento				
1,0 m	162b	1,53ns	5,29a	
1,2 m	178a	1,74	5,00a	
1,5 m	173ab	1,61	3,71b	

489 ⁽¹⁾Médias seguidas por mesma letra minúsculas na coluna ou maiúsculas na linha não diferem
 490 pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. ns, não significativo.

491 Tabela 6. Parâmetros físicoquímicos do cv. Sangiovese em relação ao porta-enxerto e
 492 espaçamento safra 2019/20.

Porta-enxerto ⁽¹⁾	pH			SS (°Brix)	AT	L	Matiz (Chroma)
	1,0 m	1,2 m	1,5 m				
101-14 Mgt	3,47abA	3,46bA	3,49aA	21,2a	90,82bc	49,03b	56,05a
Harmony	3,40cB	3,46bA	3,46aA	21,1ab	90,76bc	48,50b	56,12a
IAC 572	3,49abA	3,49abA	3,50aA	20,5bc	92,04b	46,84b	53,29a
Paulsen 1103	3,45bcB	3,54aA	3,51aA	20,7abc	88,61c	55,29a	48,44b
VR 043-43	3,52aA	3,43bB	3,48aAB	20,5c	96,54a	49,06b	53,36a
Espaçamento							
1,0 m	-	-	-	20,9ns	93,72a	51,81a	51,30b
1,2 m	-	-	-	20,9	92,32a	50,76a	52,76b
1,5 m	-	-	-	20,7	89,26b	46,85b	56,42a
Porta-enxerto	Cor (°Hue)			Polifenóis (mg.L ⁻¹ de ác gálico)			
	1,0 m	1,2 m	1,5 m	1,0 m	1,2 m	1,5 m	
101-14 Mgt	9,05bA	9,91aA	8,29bA	3881bA	3775bA	3563bA	
Harmony	9,77abB	8,26aB	14,00aA	4754aA	3821abB	4995aA	
IAC572	11,66aA	8,99aB	12,99aA	4071abAB	3575bcB	4716aA	
Paulsen1103	7,92bA	5,79bA	8,02bA	3127cAB	2991cB	3709bA	
VR043-43	9,55abAB	10,71aA	8,15bB	4427abA	4457aA	3956bA	
	Atividade Antioxidante (µM.ml ⁻¹)			Antocianinas (mg.L ⁻¹)			
	1,0 m	1,2 m	1,5 m	1,0 m	1,2 m	1,5 m	
101-14 Mgt	12749aA	11653bA	9335bB	7,95aA	7,89abA	7,87aA	
Harmony	12245aB	12085bB	13700aA	7,1aB	7,19bcB	9,132aA	
IAC572	12700aAB	11245bB	13925aA	7,3aA	8,17abA	8,81aA	
Paulsen1103	9089bB	9051cB	12856aA	5,52bB	5,89cB	8,06aA	
VR043-43	11669aB	13975aA	12776aAB	8,54aA	8,8aA	7,76aA	

493 ⁽¹⁾ Médias seguidas por mesma letra minúsculas na coluna ou maiúsculas na linha não diferem
 494 pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. ns, não significativo.

495 Tabela 7. Parâmetros produtivos do cv. Sangiovese em relação ao porta-enxerto e espaçamento
 496 safra 2020/21.

Porta-enxerto ⁽¹⁾	Índice de Fertilidade	Peso de poda (g)	Ravaz	Número de cachos	Produção por planta (Kg)
101-14 Mgt	1,35a	418b	7,87a	18,63ns	3,27ab
Harmony	1,33a	314c	8,59a	15,96	2,64b
IAC 572	1,03b	644a	3,66b	16,00	2,48b
Paulsen 1103	1,25a	399b	8,56a	17,29	3,29ab
VR 043-43	1,34a	438b	8,59a	18,42	3,76a
Espaçamento					
1,0 m	1,23ns	368c	7,65ns	15,88b	2,68ns
1,2 m	1,20	434b	7,99	17,40ab	3,37
1,5 m	1,36	495a	6,87	18,63a	3,26
Porta-enxerto	Peso de Cachos (g)			Produtividade estimada (ton.ha ⁻¹)	
	1,0 m	1,2 m	1,5 m		
101-14 Mgt	151abB	199abA	155bB	9,20ab	
Harmony	141bB	169bcAB	177abA	7,36b	
IAC572	152abA	160cA	89cB	7,36b	
Paulsen1103	182aA	205aA	178abA	9,39ab	
VR043-43	177abB	217aA	201aAB	10,67a	
Espaçamento					
1,0 m	-	-	-	9,23a	
1,2 m	-	-	-	9,68a	
1,5 m	-	-	-	7,48b	

497 ⁽¹⁾ Médias seguidas por mesma letra minúsculas na coluna ou maiúsculas na linha não diferem
 498 pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. ns, não significativo.

499 Tabela 8. Parâmetros físicoquímicos do cv. Sangiovese em relação ao porta-enxerto e
500 espaçamento safra 2020/21.

Porta-enxerto ⁽¹⁾	pH	SS (°Brix)	Polifenóis (mg.L ⁻¹ de ác. gálico)			Cor (°Hue)
			AT	Antocianinas		
101-14 Mgt	3,34ns	19,9a	107,91ab	2280a	9,77a	10,71a
Harmony	3,35	19,9a	105,71b	2386a	9,16ab	9,71ab
IAC 572	3,34	18,4b	107,06b	1495c	7,27c	6,24c
Paulsen 1103	3,36	19,5a	105,54b	1932b	8,69b	8,09b
VR 043-43	3,34	18,9ab	111,24a	1576c	6,98c	5,16c
Espaçamento						
1,0 m	3,35ns	19,5ns	108,02ns	1920ns	8,64ns	8,77a
1,2 m	3,33	19,3	108,43	1861	7,90	6,90b
1,5 m	3,35	19,2	105,97	2049	8,65	8,50a
Porta-enxerto	*L			Matiz (Chroma)		
	1,0 m	1,2 m	1,5 m	1,0 m	1,2 m	1,5 m
101-14 Mgt	45,55bAB	47,52cA	41,13bB	60,58aA	54,64aB	62,38aA
Harmony	45,46bA	47,78cA	43,89bA	59,98aA	56,44aA	56,96bA
IAC 572	54,45aA	54,78bA	53,89aA	46,64cB	50,24bAB	51,52cA
Paulsen 1103	44,63bAB	41,39dB	49,29aA	58,52aA	57,07aA	54,76bcA
VR 043-43	52,00aB	59,95aA	50,13aB	52,61bA	46,20bB	55,94bcA
Porta-enxerto	Atividade Antioxidante (µM.ml ⁻¹)					
	1,0 m		1,2 m		1,5 m	
101-14 Mgt	11833abB		12698aAB		13143bA	
Harmony	13006aA		13070aA		14509aA	
IAC 572	10721bcA		10214bA		9620cA	
Paulsen 1103	10424cB		12150aAB		12343bA	
VR 043-43	11010bcA		8278cB		10783cA	

501 ⁽¹⁾ Médias seguidas por mesma letra minúsculas na coluna ou maiúsculas na linha não diferem
502 pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. ns, não significativo.

4.5 ARTIGO 5: Porta-enxertos e sua influência nas características sensoriais e de qualidade de vinhos varietais Sangiovese.

Artigo a ser submetido à Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira - PAB.

1 **Porta-enxertos e sua influência nas características sensoriais e de qualidade de vinhos**
2 **varietais Sangiovese**

3 Izabel Camacho Nardello^{1*}, André Luiz Kulkamp de Souza², Vinícius Caliar², Marcelo
4 Barbosa Malgarim¹

5 ¹PPGA/UFPel – Programa de Pós-Graduação em Agronomia/ Universidade Federal de Pelotas;
6 Av. Eliseu Maciel, sn. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Campus UFPel, 96160-000, Rio
7 Grande do Sul/Capão do Leão, Brazil. E-mail: izabelnardello@gmail.com;
8 malgarim@yahoo.com.

9 ²EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina; R. João
10 Zardo, 2016 - Campo Experimental Videira, 89560-000, Santa Catarina/Videira, Brazil. E-mail:
11 andresouza@epagri.sc.gov.br; caliar@epagri.sc.gov.br.

12 * Corresponding author: Tel.: + 5553 98106 3581; e-mail: izabelnardello@gmail.com

13 **Resumo** – Na adaptação de novas cultivares de videiras é necessário o estudo da influência do
14 uso de porta-enxertos sobre a qualidade dos vinhos. Nesse sentido, o objetivo do presente estudo
15 é determinar o porta-enxerto que melhor contribua para as características enológicas da cultivar
16 Sangiovese, cultivada em região de altitude de Santa Catarina. O experimento contou com
17 delineamento inteiramente casualizado, em esquema bifatorial, onde o fator A trata das safras
18 (2019 e 2020) e o fator B dos porta-enxertos (101-14 Mgt, Harmony, IAC 572, Paulsen 1103 e
19 VR 043-43). Avaliou-se as características físico-químicas e sensoriais dos vinhos. A menor
20 concentração alcoólica foi obtida nos vinhos dos porta-enxertos IAC 572 e VR 043-43. A maior
21 acidez titulável foi proporcionada pelo porta-enxerto VR 043-43 nos vinhos da safra 2020. Os
22 vinhos da safra 2020 apresentaram tonalidade de cor mais vermelha que os vinhos da safra
23 2019. Conclui-se que a qualidade dos vinhos de Sangiovese são influenciadas pela safra de
24 cultivo; sensorialmente os diferentes porta-enxertos testados na produção de Sangiovese não
25 alteram de forma global o equilíbrio dos vinhos e, os porta-enxertos 101-14 Mgt e Harmony

26 contribuem para a maior concentração alcoólica e de compostos fenólicos nos vinhos de
27 Sangiovese.

28 **Termos para indexação:** *Vitis vinifera*, vinhos de altitude, viticultura

29 **Summary** – In the adaptation of new vine varieties, it is necessary to study the influence of the
30 use of rootstocks on the quality of wines. In this sense, the objective of the present study is to
31 determine the rootstock that best contributes to the oenological characteristics of the Sangiovese
32 variety, cultivated in an altitude region of Santa Catarina. The experiment had a completely
33 randomized design, in a two-factor scheme, where the A factor deals with the harvests (2019
34 and 2020) and the B factor of the rootstocks (101-14 Mgt, Harmony, IAC 572, Paulsen 1103
35 and VR 043-43). The physicochemical and sensorial characteristics of the wines were
36 evaluated. The lowest alcoholic concentration was obtained in the wines of the IAC 572 and
37 VR 043-43 rootstocks. The highest titratable acidity was provided by the VR 043-43 rootstock
38 in the 2020 vintage wines. The 2020 vintage wines presented a redder color tone than the 2019
39 vintage wines. It is concluded that the quality of Sangiovese wines is influenced by the crop
40 season; sensorially, the use of rootstocks in the cultivation of Sangiovese does not change the
41 overall balance of the wines and that the rootstocks 101-14 Mgt and Harmony contribute to the
42 higher concentration of alcohol and phenolic compounds in Sangiovese wines.

43 **Index terms:** *Vitis vinifera*, high wines, viticulture

44 **Introdução**

45 A vitivinicultura brasileira é relativamente nova, tendo início na década de 70 através
46 de imigrantes italianos na serra gaúcha, sendo essa a principal região produtora do país até os
47 tempos atuais (Costa, 2020), embora se observe nas últimas décadas uma tendência de
48 exploração por novos *terroirs* brasileiros (Zanus, 2015). Uma das regiões que tem ganhado
49 destaque pela elaboração de vinhos de qualidade são as localizadas na Serra Catarinense, em
50 altitude elevada acima de 800 metros, o clima dessas regiões contribui para uma maturação

51 completa, produzindo uvas com características próprias e distintas das demais regiões do país,
52 permitindo a elaboração de vinhos e espumantes de alta qualidade (Malinovski et al., 2012;
53 Caliari, 2018).

54 Nesse sentido, políticas públicas voltadas ao desenvolvimento da viticultura de Santa
55 Catarina, especialmente as regiões de altitude, proporcionaram a introdução de novas cultivares
56 de uvas italianas, dentre elas a cultivar Sangiovese, que apresentou bom potencial agrônomico
57 e enológico nessas localidades (Porro & Stefanini, 2016). Entretanto, é comum que na
58 introdução de uma nova cultivar seja feito o estudo de adaptação e comportamento da cultivar
59 copa com o porta-enxerto, de forma a extrair maior potencial produtivo e enológico (Li et al.,
60 2019).

61 A cultivar Sangiovese é de origem italiana, presume-se que seu centro de origem seja a
62 Toscana, e é uma das cultivares mais difundidas na Itália, sendo seus vinhos reconhecidos
63 mundialmente (Rinaldi et al., 2020). Seus vinhos são de cor vermelho-rubi intenso, com
64 destaque de aromas de violetas e flores vermelhas, seguidos de frutas vermelhas e ameixa
65 madura, seu sabor é aveludado e macio, mantendo uma grande estrutura (Porro & Stefanini,
66 2016). Entretanto, o genótipo Sangiovese é altamente plástico e responsivo ao meio ambiente,
67 podendo seus vinhos variarem de aroma e paladar conforme a região de produção e técnicas
68 utilizadas (Puccioni et al., 2013).

69 Os porta-enxertos influenciam o desenvolvimento da planta inteira, uma vez que atuam
70 como sistema radicular das videiras. A variabilidade genética entre os porta-enxertos pode
71 resultar em diferenças na captação e transporte de água e nutrientes e na regulação de hormônios
72 e outras moléculas de sinal de longa distância que afetam o crescimento e o desenvolvimento
73 do enxerto, bem como no comportamento fenológico e qualidade dos frutos da planta enxertada
74 (Rossdeutsch et al., 2021), podendo refletir nas características sensoriais e de qualidade dos
75 vinhos.

76 Nesse sentido, o objetivo do presente estudo é determinar o efeito do porta-enxerto sobre
77 as características enológicas da cultivar Sangiovese, em região de altitude de Santa Catarina.

78 **Material e métodos**

79 O vinhedo foi instalado no ano de 2016, no município de Água Doce – SC (26°42'33.8"S
80 e 51°29'26.8"L; 1250 metros de altitude), na vinícola Villaggio Grando, com a cultivar copa
81 Sangiovese em cinco diferentes porta-enxertos (101-14 Mgt, Harmony, IAC 572, Paulsen 1103
82 e VR 043-43). As plantas foram conduzidas na forma de espaldeira com sistema de poda em
83 cordão esporonado. O clima da região, segundo a classificação de Koeppen, é do tipo Cfb,
84 mesotérmico, úmido, sem estação seca, com verão fresco (Pessenti et al., 2019).

85 As médias mensais de precipitação e temperatura do ar foram coletadas a partir da
86 mudança de cor das bagas até a maturação, pela estação meteorológica de Água Doce,
87 localizada na vinícola Villaggio Grando, por meio do banco de dados Epagri / Ciram (Tabela
88 1).

89 Os vinhos foram elaborados nas safras 2019 e 2020 nas dependências da cantina
90 experimental da Epagri - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa
91 Catarina, estação experimental de Videira (Videira, SC/Brasil). As vinificações foram feitas
92 individualmente para cada porta-enxerto.

93 As uvas foram colhidas de forma manual e levadas para câmara fria a 2°C por 24 horas,
94 após esse período realizou-se o desengace e esmagamento, foi adicionado anidrido sulfuroso
95 (SO₂) em dose de 50mg.L⁻¹ ao mosto (Vino Aromax AEB Spa - Brescia, Itália) e 20 g.hL⁻¹ de
96 levedura selecionadas *Saccharomyces cerevisiae* PB2019 (Fermol Blanc-AEB - Bréscia, Itália).
97 Durante a maceração foram realizadas remontagens diárias e acompanhamento da temperatura
98 (entre 20° e 24°C) e densidade até alcançar em torno de 1020 para prosseguir com a descuba e
99 encaminhamento do vinho para finalização alcoólica e malolática em recipientes fechados com

100 válvula hidráulica, seguido por trasfegas, correção de SO₂, estabilização tartárica, filtração e
101 engarrafamento.

102 O experimento contou com delineamento inteiramente casualizado, com 3 repetições,
103 onde cada uma foi representada por uma garrafa, escolhidas aleatoriamente para as análises
104 físico-químicas (realizadas em triplicata), em esquema bifatorial (2x5), onde o fator A trata das
105 safras (2019 e 2020) e o fator B dos porta-enxertos (101-14 Mgt, Harmony, IAC 572, Paulsen
106 1103 e VR 043-43).

107 Avaliou-se o pH, determinado em peagômetro Meter AD1030®, diretamente no vinho,
108 e as determinações de acidez total (AT) foram realizadas por titulação da mostra, com solução
109 padronizada de NaOH 0,1N, adotando-se, como ponto final, o pH = 8,2, e o resultado expresso
110 em mEq.L⁻¹. A acidez volátil (AV) foi obtida pela destilação da amostra em equipamento
111 Cazenave-Ferré®, sendo recolhido 100 mL do destilado acrescido de fenolftaleína e titulado
112 com NaOH 0,1N adotando-se, como ponto final a presença da coloração rosa, expresso em
113 mEq.L⁻¹. O teor alcoólico foi medido em balança hidrostática após a destilação em destilador
114 enológico eletrônico Gibertini® e os resultados expressos em %. Para os açúcares redutores
115 (g.L⁻¹) utilizou-se o método DNS descrito por Rizzon (2010). A densidade foi determinada com
116 um densímetro de vidro Aton Paar®, expressa em g.cm³. O teor de SO₂ livre e total foi
117 determinado conforme metodologia proposta por Ripper (1892) e o resultado expresso em
118 mg.L⁻¹ de SO₂ livre e total. As análises de Cinzas foram realizadas conforme metodologia
119 proposta por Rizzon (2010), seu resultado expresso em g.L⁻¹.

120 As variáveis de coloração foram realizadas utilizando espectrofotômetro (Konica
121 Minolta, CM 5, Japão), a partir das coordenadas *L (representa a luminosidade, variando de
122 preto = 0 a branco = 100), a* e b* (representam as coordenadas cromáticas, onde a* localiza no
123 eixo horizontal +a* Vermelho-púrpura ao -a* verde-azulado, e b* localiza no eixo vertical +b*
124 amarelo ao -b* azul), empregadas nos cálculos da saturação (Chroma) e tonalidade (°Hue) da

125 cor, obtidas pelas seguintes fórmulas $C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$ e $H^\circ = \tan^{-1} b^*/a^*$, respectivamente,
126 conforme recomendações de McGuire (1992).

127 Os polifenóis totais (mg.L^{-1}) foram determinados pelo método colorimétrico de Follin-
128 Ciocalteu (Singleton & Rossi, 1965), a atividade antioxidante ($\mu\text{mol.L}^{-1}$) por DPPH de acordo
129 com metodologia descrita por Kim *et al.* (2002) e antocianinas totais (mg.L^{-1}) por pH diferencial
130 (Wrolstad, 1993) Estas análises foram obtidas por espectroscopia, em espectrofotômetro
131 (Beijing Ray leigh analíticas instrument co.ltd., UV 2601, China).

132 A avaliação sensorial foi realizada mediante julgamento de uma equipe de 10 árbitros
133 previamente treinados, e teve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos
134 da Universidade Federal de Pelotas, sob protocolo CAAE 62015922.0.0000.5317. Para
135 a caracterização dos vinhos foram utilizadas 5 taças ISO, cada uma com o vinho de um porta-
136 enxerto, dispostas de forma aleatória e codificadas com 3 dígitos, na bancada de avaliação, o
137 procedimento foi repetido para cada safra, totalizando 10 degustações por avaliador. As
138 avaliações foram feitas baseadas em uma escala quantitativa, com escores de 0 – imperceptível
139 e 10 – muito intenso, para o atributo visual de turbidez, 0 – pouco intenso e 10 – muito intenso
140 para o atributo visual intensidade de cor, 0 – imperceptível e 10 – muito intenso, para os
141 atributos olfativos frutas vermelhas, especiarias e defeitos, e para os atributos gustativos acidez,
142 tanicidade, amargor, persistência e retro gosto, 0 – Pouco e 10 – Muito para o atributo gustativo
143 corpo e de 0 - Péssimo e 10 – Excelente, para o aspecto global equilíbrio.

144 Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando detectadas
145 efeitos de tratamento, procedeu-se o teste de comparação de médias pelo Teste de Tukey a 5%
146 de probabilidade de erro.

147

Resultados e discussão

148 Foi constatado o efeito da interação entre porta-enxerto e safras para as variáveis físico-
149 químicas avaliadas, exceto para as variáveis pH, densidade, açúcares e cinzas, que não
150 apresentaram diferença significativa para os tratamentos avaliados (Tabela 2).

151 A acidez total foi maior nos vinhos dos diferentes porta-enxertos na safra 2019, com
152 destaque para Paulsen 1103 e Harmony em ambas as safras, entretanto sem diferir de VR 043-
153 43 na safra 2020.

154 Diversos fatores estão relacionados a concentração de ácidos orgânicos no vinho. A
155 acidez total é definida como a concentração de ácidos orgânicos presentes nas uvas e vinhos e
156 estão relacionadas com aspectos fisiológicos da maturação e as características de solo, clima e
157 práticas agrônômicas (Chavarria et al., 2011).

158 O efeito da safra pode estar relacionado a maior precipitação pluviométrica em 2020 no
159 mês de fevereiro proporcionando maior absorção de K pelas raízes, o que pode levar a
160 salificação do ácido tartárico e a diminuição da acidez total (Pasquier et al., 2021).

161 Além disso, outros fatores estão relacionados a acidez total, como grau de maturação
162 das uvas, a redução do ácido málico durante a fermentação malolática e precipitação dos
163 tartaratos (Rizzon et al., 2012). Contudo, os vinhos avaliados estão de acordo com os padrões
164 recomendados pela legislação brasileira, que estabelece mínimo de 40 e máximo de 130 mEq.L⁻¹
165 (Brasil, 2018).

166 De mesma forma, a acidez volátil foi maior nos vinhos dos diferentes porta-enxertos da
167 safra 2019, com destaque para Paulsen 1103. A safra 2019 foi a primeira safra produtiva do
168 vinhedo, sendo marcada pelo maior acúmulo de chuvas, o que levou a menor sanidade das uvas
169 e conseqüentemente a maior acidez volátil nos vinhos. A safra 2020 não apresentou diferença
170 significativa entre os vinhos dos diferentes porta-enxertos.

171 Os ácidos voláteis são formados durante a fermentação alcoólica, sendo sua quantidade
172 dependente da composição do mosto, cepa de leveduras e condições de fermentação (Bayram
173 & Kayalar, 2018).

174 A legislação brasileira prevê máximo de 20 mEq.L⁻¹ para vinhos de mesa, finos e nobres
175 (Brasil, 2018) estando todos os vinhos dentro dos limites estabelecidos, entretanto o vinho de
176 Paulsen 1103 na safra 2019 ficou próximo ao máximo permitido, indicando prováveis
177 problemas com a sanidade do produto.

178 Além disso, as concentrações de dióxido de enxofre (SO₂) foram menores nos vinhos
179 dos diferentes porta-enxertos em 2019, contribuindo para a maior proliferação de bactérias
180 promotoras da acidez volátil. A exceção para os vinhos do porta-enxerto Harmony que
181 apresentou maior concentração de SO₂ em 2019 que em 2020.

182 A aplicação de dióxido de enxofre tem por função proteger o vinho da ação de bactérias
183 e impedir a ação de enzimas oxidantes, além de ser agente antioxidante (Diniz et al., 2010). A
184 dose a ser aplicada pode variar de acordo com a condição sanitária das uvas, temperatura, teor
185 de açúcares e pH do mosto ou do vinho (Bortoletto et al., 2015).

186 A concentração de SO₂ livre é a parte que contribuirá como agente protetor, sendo
187 considerado ideal para sua conservação em torno de 30 mg.L⁻¹(Silva et al., 2015), indicando
188 que a dose utilizada nos vinhos poderia ser maior na safra 2019 devido ao estado sanitário das
189 uvas.

190 O teor alcoólico dos vinhos foi inferior nos diferentes porta-enxertos da safra 2019. Já
191 na safra 2020, os vinhos de IAC 572 apresentaram menor teor alcoólico, sem diferir
192 estatisticamente de VR 043-43.

193 Considerando o efeito da safra sobre os porta-enxertos vale destacar o efeito do clima
194 sobre a maturação das uvas, sendo essa safra a que apresentou menor período de irradiação
195 solar (Júnior et al., 2020).

196 Além disso, por se tratar de plantas em primeira produção pode ser associado a
197 contribuição do período juvenil sobre o acúmulo de sólidos solúveis, devido ao direcionamento
198 prioritário dos conteúdos de fotoassimilados para formação das plantas (Dalbó & Feldberg,
199 2019).

200 Em relação ao efeito do porta-enxerto sobre o teor alcoólico dos vinhos, IAC 572 e VR
201 043-43 são porta-enxertos considerados de maior vigor, com tendência de atraso no ciclo
202 fenológico, podendo estes terem apresentado menor acúmulo de açúcares nas bagas e
203 conseqüentemente menor concentração alcóolica (Grigolo et al., 2021).

204 Mesmo assim, os vinhos dos diferentes porta-enxertos apresentaram valores
205 considerados adequados em todas as safras avaliadas, de acordo com a legislação brasileira que
206 estabelece valores entre 8,6 e 14% para vinhos finos e de mesa (Brasil, 2018).

207 O conteúdo de polifenóis foi maior nos vinhos dos diferentes porta-enxertos da safra
208 2020, entretanto Paulsen 1103 e VR 043-43 apresentaram as menores concentrações nessa
209 safra.

210 Essa classe de metabólitos é encontrada principalmente nas cascas e sementes da uva,
211 nos vinhos estão relacionados as propriedades sensoriais como cor, sabor, textura, estrutura e
212 propriedades funcionais, além do seu potencial de envelhecimento, podendo variar conforme
213 as condições climáticas e atmosféricas, propriedades de solos, cultivar e métodos de vinificação
214 (Felippeto et al., 2020).

215 A concentração de antocianinas totais foi maior nos vinhos dos diferentes porta-enxertos
216 da safra 2020, com menor concentração nos vinhos de VR 043-43 em ambas safras. Esse
217 resultado pode estar associado com as características de adaptação dos porta-enxertos as
218 condições ambientais, comprometendo a síntese de antocianinas (Pozzan et al., 2012). Além
219 disso, a estabilidade das antocianinas depende de diversos fatores relacionados ao cultivo,

220 condições climáticas, processamento, pH e temperatura de armazenamento (Pessenti et al.,
221 2021)

222 A atividade antioxidante não foi alterada pelas safras, exceto para os vinhos dos porta-
223 enxertos Harmony e IAC 572. Os vinhos obtidos do porta-enxerto Paulsen 1103 foram os que
224 apresentaram a menor atividade antioxidante em ambas safras.

225 A capacidade antioxidante dos vinhos perfaz um conjunto de vários compostos
226 antioxidantes como antocianinas, procianidinas e piroantocianidinas, ácidos fenólicos
227 catequina, epicatequina, rutina, quercetina, entre outros, que dependem do metabolismo das
228 videiras, condições de cultivo e condições de vinificação (Nemzer et al., 2021). Tais compostos
229 relacionam-se com a coloração encontrada nos vinhos, bem como seu progresso durante o
230 envelhecimento da bebida.

231 Em relação aos parâmetros de coloração, a luminosidade foi menor nos vinhos da safra
232 2020. A exceção para IAC 572 que apresentou menor luminosidade em 2019, indicando vinhos
233 mais escuros. Conforme confirmado pelo ângulo de cor, que demonstra vinhos de tonalidade
234 mais fechada na safra 2020, estando voltados ao eixo 0° (vermelho).

235 Resultado esperado visto que a concentração de antocianinas foi maior nessa safra, e
236 que esse composto do grupo de polifenóis é responsável pela cor vermelha nos vinhos (Pessenti
237 et al., 2021). Apresentando cores de maior intensidade, conforme observado pelos testes de
238 saturação, em 2020 nos vinhos dos diferentes porta-enxertos.

239 Exceto IAC 572 com menor intensidade de cor. A coloração dos vinhos pode ser
240 influenciada pelos tipos de pigmentos presentes no vinho, pH e a concentração de SO₂, pois
241 podem exercer influência sobre a coloração das antocianinas (Escobar et al., 2021).

242 Em relação a avaliação dos parâmetros sensoriais, não foram constatadas diferenças
243 significativas para os aspectos olfativos (Frutas vermelhas, defeitos e especiarias), gustativos
244 (Acidez, tanicidade, persistência e corpo) e global (equilíbrio). Sendo significativo os

245 parâmetros visuais de intensidade de cor e turbidez, e os parâmetros gustativos de amargor e
246 retro gosto (Tabela 3).

247 A variável sensorial intensidade de cor, apresentou diferença entre os vinhos dos porta-
248 enxertos na safra 2019, com os vinhos IAC 572 apresentando a maior nota, sem diferir
249 estatisticamente de 101-14 Mgt e Harmony nessa safra.

250 Na safra 2020 não foi constatada diferença nos vinhos em relação aos porta-enxertos,
251 entretanto considerando as safras, os vinhos do porta-enxerto IAC 572 apresentaram menor
252 nota quando comparados com a safra 2019, e VR 043-43 maior nota em 2020.

253 A cor é um dos aspectos determinantes da qualidade dos vinhos tintos. Uma das
254 principais características que distinguem os vinhos de Sangiovese é seu delicado perfil de
255 pigmentos, devido as uvas não serem ricas em antocianinas como outras cultivares (Arapitsas
256 et al., 2012).

257 Além disso, a diferença observada pelo júri na intensidade de cor dos vinhos na safra
258 2019 pode estar relacionada a juvenilidade das plantas, considerando que esse comportamento
259 não se repetiu na safra seguinte, tendo os vinhos apresentado similaridade em relação a cor.

260 A turbidez foi diferente apenas entre as safras, apresentando na safra 2019 maior nota,
261 a exceção para os vinhos de Harmony e VR 043-43 que não diferiram entre as safras. Esta safra
262 apresentou características climáticas desfavoráveis, com frequentes chuvas durante o período
263 de colheita/maturação. O que pode ter prejudicado a sanidade das uvas, diminuindo a
264 estabilidade proteica dos vinhos, já que a maioria das proteínas do vinho provém da polpa das
265 uvas (Pasquier et al., 2021).

266 As variáveis gustativas de amargor e retro gosto não apresentaram diferença entre os
267 vinhos dos diversos porta-enxertos, sendo a diferença constatada apenas em relação às safras
268 nos vinhos de 101-14 Mgt em 2020 com menor nota para amargor e VR 043-43 em 2019 com
269 menor nota para retro gosto.

270 Um dos principais parâmetros responsável pela qualidade dos vinhos é a composição de
271 compostos fenólicos, estando associados as características de adstringência, amargor e cor
272 (Canuti et al., 2020). Os vinhos elaborados na safra 2020 apresentaram maior concentração
273 desses compostos, entretanto a percepção do gosto amargo e retro gosto pode ser influenciada
274 pelos atributos olfativos, doçura e concentração alcoólica dos vinhos (Lesschaeve & Noble,
275 2005).

276 A avaliação dos vinhos Sangiovese demonstra que a safra interfere na qualidade dos
277 vinhos, entretanto a utilização de porta-enxertos pode contribuir para melhor qualidade dos
278 vinhos, pois interfere no ciclo produtivo, podendo promover uma melhor adaptação da planta
279 as condições ambientais locais, como o caso dos porta-enxertos de menor vigor 101-14 Mgt e
280 Harmony que proporcionaram maior concentração alcoólica e acúmulo de polifenóis e
281 atividade antioxidante. Esses porta-enxertos tem por característica a antecipação do ciclo
282 fenológico (Nardello et al., 2022), o que é interessante pela característica de chuvas constantes
283 no final da maturação e colheita nas regiões de altitude em Santa Catarina.

284 **Conclusões**

285 A qualidade dos vinhos de Sangiovese cultivados a partir de diferentes porta-enxertos
286 em região de altitude de Santa Catarina são influenciadas de acordo com a safra de cultivo.

287 Sensorialmente o uso de porta-enxertos no cultivo de Sangiovese não altera de forma
288 global o equilíbrio dos vinhos.

289 Os porta-enxertos 101-14 Mgt e Harmony contribuem para a maior concentração
290 alcoólica e de compostos fenólicos nos vinhos de Sangiovese.

291 **Referências**

- 292 Arapitsas P, Perenzoni D, Nicolini G & Mattivi F (2012) Study of Sangiovese Wines Pigment
293 Profile by UHPLC-MS / MS. Journal of Agricultural and Food Chemistry 60:10461–10471
294 Bayram M & Kayalar M (2018) White wines from Narince grapes: impact of two different

- 295 grape provenances on phenolic and volatile composition. *OENO One* 52:81–92
- 296 Bortoletto AM, Alcarde AR, Carazzato C, Mendonça JA & Filho JAS (2015) Produção de
297 Vinho de Qualidade. Piracicaba, ESALQ
- 298 Brasil (2018) Instrução Normativa N° 14, De 8 De Fevereiro De 2018. Fica estabelecido a
299 complementação dos padrões de indentidade e qualidade do vinho e derivados da uva e do
300 vinho. DOU, 09/03/2018, seção 4.
- 301 Caliari V (2018) Uva e vinho. Florianópolis, Epagri/Cepa.111-116p. (Síntese Anual 2017-
302 2018).
- 303 Canuti V, Cantu A, Picchi M, Lerno LA, Tanabe CK, Zanoni B, Heymann H & Ebeler SE
304 (2020) Evaluation of the Intrinsic and Perceived Quality of Sangiovese Wines from California
305 and Italy. *Foods* 9:1088
- 306 Chavarria G, Santos HP dos, Zanús MC, Marodin GAB & Zorzan C (2011) Cobertura plástica
307 sobre o vinhedo e suas influências nas características físico-químicas do mosto e do vinho.
308 *Revista Brasileira de Fruticultura* 33:809–815
- 309 Costa FS (2020) Análise mensal - Uva Industrial. In: Cia. Nac. Abast. - CONAB.
310 <http://www.conab.gov.br>. Accessed 9 Dec 2021
- 311 Dalbó MA & Feldberg NP (2019) Comportamento agrônômico de porta-enxertos de videira
312 com resistência ao declínio de plantas jovens nas condições do estado de Santa Catarina.
313 *Agropecuária Catarinense* 32:68–72
- 314 Diniz BCR, Araújo AJ de B, Oliveira V de S, Oliveira JB de, Costa TR, Nascimento RL,
315 Quintino C, Alves LA & Pereira GE (2010) Evolução das características físico-químicas de
316 vinhos Syrah no Submédio do Vale do São Francisco. In: Jornada de Iniciação Científica da
317 Embrapa Semiárido. pp 245–251
- 318 Escobar RG, González MJA & Villar EC (2021) Wine Polyphenol Content and Its Influence
319 on Wine Quality and Properties : A Review. *Molecules* 26:718

- 320 Felippeto J, Caliari V & Guerra CC (2020) Perfil físico-químico dos vinhos finos produzidos
321 nas regiões de altitude de Santa Catarina. In: Vinhos de Altitude de Santa Catarina. Embrapa
322 Uva e Vinho-Capítulo em livro científico (ALICE), pp 171–179
- 323 Grigolo CR, Citadin I, Feldberg NP, Scariotto S, Pertille RH, Santos EP & Takeshita KCC
324 (2021) Compatibility and initial development of grapevines ‘BRS Magna’ grafted on different
325 rootstocks. *Ciência Rural* 51:1–6
- 326 Júnior MJP, Hernandez JL & Silva TS (2020) Maturação de uvas rústicas cultivadas em safras
327 sequenciais de verão - inverno e sua relação com a pluviosidade. *Scientia Vitae* 10:23–37
- 328 Kim D-O, Lee KW, Lee HJ & Lee CY (2002) Vitamin C Equivalent Antioxidant Capacity
329 (VCEAC) of Phenolic Phytochemicals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50:3713–
330 3717
- 331 Lesschaeve I & Noble AC (2005) Polyphenols : factors influencing their sensory properties and
332 their effects on food and beverage preferences. *The American Journal of Clinical Nutrition*
333 81:330–335
- 334 Li M, Guo Z, Jia N, Yuan J, Han B, Yin Y, Sun Y, Liu C & Zhao S (2019) Evaluation of eight
335 rootstocks on the growth and berry quality of ‘Marselan’ grapevines. *Scientia Horticulturae*
336 248:58–61
- 337 Malinovski LI, Welter LJ, Brighenti AF, Vieira HJ, Guerra MP & Da Silva AL (2012)
338 HIGHLANDS OF SANTA CATARINA/BRAZIL: A REGION WITH HIGH POTENTIAL
339 FOR WINE PRODUCTION. *Acta Horticulturae* 433–439
- 340 McGuire RG (1992) Reporting of Objective Color Measurements. *HortScience* 27:1254–1255
- 341 Nardello IC, Souza ALK de, Pasa M da S, Dalbó MA & Malgarim MB (2022) Initial
342 performance of ‘Rebo’ wine grapes on different rootstocks and at various planting densities.
343 *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 57:9
- 344 Nemzer B, Kalita D, Yashin AY & Yashin YI (2021) Chemical Composition and Polyphenolic

- 345 Compounds of Red Wines: Their Antioxidant Activities and Effects on Human Health—A
346 Review. *Beverages* 8:1
- 347 Pasquier G, Feilhes C, Dufourcq T & Geffroy O (2021) Potential Contribution of Climate
348 Change to the Protein Haze of White Wines from the French Southwest Region. *Foods* 10:1355
- 349 Pessenti IL, Ayub RA, Melo HF, Martins WS, Wiecheteck LH & Botelho RV (2021) Qualidade
350 fenólica em cultivares de uvas submetidas a poda verde e regulador hormonal. *Research,
351 Society and Development* 10:e39310414227
- 352 Porro D & Stefanini M (2016) Tecnologias para o desenvolvimento da vitivinicultura de Santa
353 Catarina: relatório das atividades desenvolvidas. Florianópolis, SC, EPAGRI
- 354 Pozzan MSV, Braga GC & Salibe AB (2012) Teores de antocianinas, fenóis totais, taninos e
355 ácido ascórbico em uva “bordô” sobre diferentes porta-enxertos. *Revista Ceres* 59:701–708
- 356 Puccioni S, Zombardo A, Epifani AM & Giannetti F (2013) Caratterizzazione della
357 composizione fenolica di vini rossi da varietà autoctone toscane. *Rivista internet di viticoltura
358 ed enologia* 7:1
- 359 Rinaldi A, Moine V & Moio L (2020) Astringency subqualities and sensory perception of
360 Tuscan Sangiovese wines. *One one* 54:75–85
- 361 Ripper M (1892) Die schweflige Säure im Weine und deren Bestimmung. *Journal für Praktische
362 Chemie* 46:428–473
- 363 Rizzon LA (2010) Metodologia para análise de vinho. Brasília, Embrapa
- 364 Rizzon LA, Miele A & Scopel G (2012) Características Analíticas de Vinhos Riesling Itálico
365 da Serra Gaúcha. *Current Agricultural Science and Technology* 17:273–276
- 366 Rossdeutsch L, Schreiner RP, Skinkis PA & Deluc L (2021) Nitrate Uptake and Transport
367 Properties of Two Grapevine Rootstocks With Varying Vigor. *Frontiers in Plant Science* 11:1–
368 15
- 369 Silva MJR da, Tecchio MA, Moura MF, Brunelli LT, Imaizumi VM & Venturini Filho WG

- 370 (2015) Composição físico-química do mosto e do vinho branco de cultivares de videiras em
371 resposta a porta-enxertos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 50:1105–1113
- 372 Singleton VL & Rossi JA (1965) Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-
373 phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture* 16:144–158
- 374 Wrolstad RE (1993) *Color and Pigment Analyses in Fruit Products*. Corvallis, Oregon
375 Agricultural Experimental Station
- 376 Zanus MC (2015) Panorama da Vitivinicultura brasileira. In: XV Congresso Latino-americano
377 de Viticultura e Enologia XIII Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia. Bento
378 Gonçalves, Embrapa Uva e Vinho, pp 217–219
- 379

380

Figuras e Tabelas

381 Tabela 1. Médias mensais de temperatura do ar e precipitação durante o período de maturação
382 das uvas nas safras 2019, 2020 e 2021. Água Doce – SC / Brasil.

Variável	Temperatura média (°C)	Precipitação acumulada (mm)
Jan 2019	20.52	205.36
Fev 2019	17.94	234.87
Mar 2019	17.41	200.81
Jan 2020	18.92	119.54
Fev 2020	17.84	281.06
Mar 2020	17.95	32.74
Jan 2021	18.23	263.70
Fev 2021	17.64	78.43
Mar 2021	18.12	119.23

383

384 Tabela 2. Características analíticas de vinhos da cultivar Sangiovese em diferentes porta-
 385 enxertos e safras. Água Doce – SC / Brasil.

Porta-enxerto ⁽¹⁾	2019	2020	2019	2020	2019	2020
	AT		AV		SO ₂ Total	
101-14 Mgt	73,5cA	67.6bcB	8.6dA	7.6abB	31.6aB	43.8cA
Harmony	87,6abA	69.4abB	9.1cdA	7.2bB	38.2aA	32.5dB
IAC 572	81,3bA	67.0cB	9.4bcA	7.6abB	34.5aB	52.6bA
Paulsen 1103	89,7aA	68.7abcB	18.1aA	7.3bB	34.7aB	57.4aA
VR 043-43	70,5cA	69.5aA	9.9bA	8.2aB	32.3aA	33.1dA
	SO ₂ Livre		Álcool		Polifenóis	
101-14 Mgt	15.8bB	23.7bA	11.2aB	13.3aA	861,1abB	1251,5aA
Harmony	18.6bA	16.5cA	11.2aB	12.9abA	876,5abB	1297,7aA
IAC 572	23.5aB	27.8abA	11.1aB	12.0dA	965,0aB	1165,0aA
Paulsen 1103	18.4bB	30.6aA	10.9abB	12.5bcA	790,0bB	991,9bA
VR 043-43	16.9bA	16.7cA	10.6bB	12.3cdA	863,0abA	965,0bA
	Antocianinas		Atividade Antioxidante		*L	
101-14 Mgt	0.402bB	1.710aA	12497abA	12995aA	79.3aA	72.0bB
Harmony	0.503aB	1.176cA	11217bcB	13462aA	76.9bA	67.1cB
IAC 572	0.542aB	1.351bA	13047aA	12522aB	73.3cB	76.9aA
Paulsen 1103	0,329cB	1.441bA	10857cA	9757cA	78.9abA	76.9aB
VR 043-43	0.373bcB	0,920dA	11550abcA	10975bA	79.8aA	73.0bB
	Tonalidade		Intensidade de cor			
101-14 Mgt	33.9aA	14.6bB	19.6cB	27.8bA		
Harmony	25.3bA	11.0cB	21.6bB	31.6aA		
IAC 572	21.8cA	16.9aB	23.9aA	20.2dB		
Paulsen 1103	34.0aA	17.2aB	18.5cB	21.2dA		
VR 043-43	32.9aA	16.2aB	18.3cB	23.8cA		

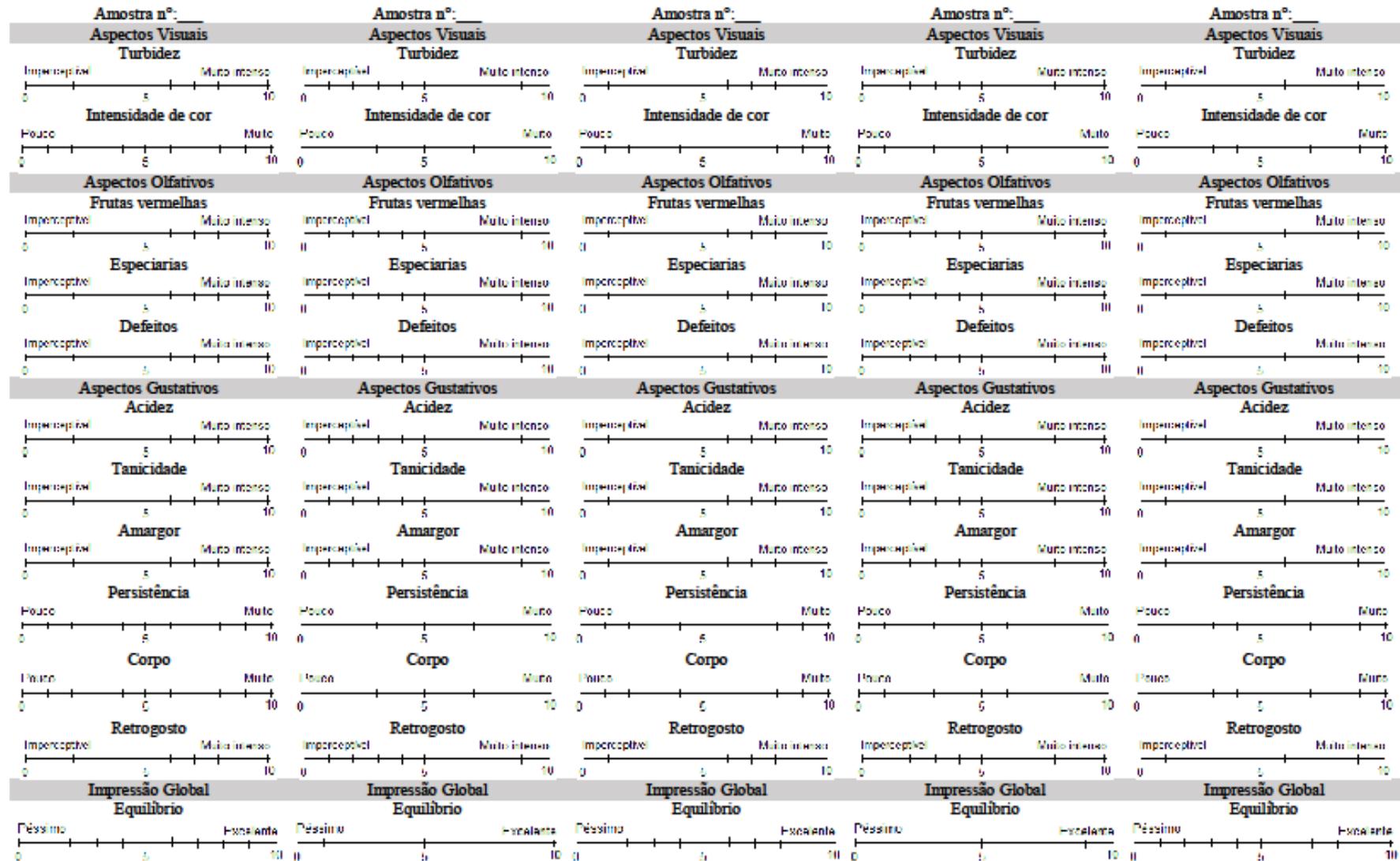
386 ⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha não diferem
 387 entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns - Não significativo. AT - Acidez titulável
 388 (mEq.L⁻¹), AV - Acidez volátil (mEq.L⁻¹), SO₂ Livre e total (mg.L⁻¹), Álcool (%), Antocianinas
 389 totais (mg.L⁻¹), Polifenóis totais (mg.L⁻¹), Atividade antioxidante (µmol.L⁻¹), *L -
 390 luminosidade, intensidade de cor (*C), tonalidade (°Hue) Densidade (g.cm⁻³), pH – Potencial
 391 hidrogeniônico, Açúcares redutores (g.L⁻¹), Cinzas (g.L⁻¹).

392 Tabela 3. Parâmetros sensoriais do cultivar Sangiovese em relação ao porta-enxerto nas safras
 393 2019 e 2020.

Safra	2019	2020	2019	2020	2019	2020
Porta-enxerto ⁽¹⁾	Aspectos visuais				Aspecto Global	
	Intensidade de cor		Turbidez		Equilíbrio	
101-14 Mgt	5,91abA	6,03aA	2,22aA	1,08aB	6,65ns	6,47ns
Harmony	6,62abA	6,91aA	1,91aA	1,15aA	6,79	6,74
IAC 572	7,22aA	5,92aB	3,41aA	1,14aB	6,65	6,98
Paulsen 1103	5,15bA	5,28aA	2,45aA	1,04aB	6,23	6,56
VR 043-43	5,00bB	6,70aA	1,79aA	1,19aA	5,77	6,45
	Aspectos Olfativos					
	Frutas Vermelhas		Defeitos		Especiarias	
101-14 Mgt	5,91ns	5,80ns	4,72ns	5,58ns	1,75ns	0,50ns
Harmony	6,40	5,91	5,62	4,93	1,08	0,66
IAC 572	6,33	5,98	5,12	4,75	0,91	0,47
Paulsen 1103	6,10	6,24	5,08	4,99	2,35	1,19
VR 043-43	6,20	6,06	3,92	5,52	1,77	0,66
	Aspectos Gustativos					
	Acidez		Tanicidade		Amargor	
101-14 Mgt	5,40ns	5,55ns	6,29ns	5,91ns	4,44aA	3,04aB
Harmony	5,66	5,34	6,64	6,40	4,20aA	3,54aA
IAC 572	4,87	5,32	6,30	5,79	3,95aA	3,30aA
Paulsen 1103	5,12	5,90	4,95	5,43	3,50aA	3,14aA
VR 043-43	5,48	5,44	5,76	6,16	4,13aA	3,30aA
	Persistência		Corpo		Retro gosto	
101-14 Mgt	5,92ns	5,84ns	5,51ns	5,98ns	5,45aA	5,70aA
Harmony	6,22	6,45	5,94	6,55	5,43aA	5,92aA
IAC 572	6,66	6,20	6,00	5,60	5,76aA	5,47aA
Paulsen 1103	5,37	5,97	5,14	5,27	5,60aA	5,70aA
VR 043-43	5,28	5,96	4,91	5,79	4,60aB	6,02aA

394 ⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha não diferem

395 entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns – Não significativo.



396

397 **Figura 1.** Tabela sensorial Sangiovese.

4.6 ARTIGO 6: Seleção de porta-enxerto e espaçamento de plantio para cv. Manzoni Bianco em região de altitude de Santa Catarina.

Artigo a ser submetido à Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira - PAB.

1 **Seleção de porta-enxerto e espaçamento de plantio para cv. Manzoni Bianco em região**
2 **de altitude de Santa Catarina**

3 Izabel Camacho Nardello^{1*}, André Luiz Kulkamp de Souza², Vinícius Caliari², Marcelo
4 Barbosa Malgarim¹

5 ¹ PPGA/UFPel – Programa de Pós-Graduação em Agronomia/ Universidade Federal de Pelotas;
6 Av. Eliseu Maciel, sn. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Campus UFPel, 96160-000, Rio
7 Grande do Sul/Capão do Leão, Brasil.

8 ² EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina; R. João
9 Zardo, 2016 - Campo Experimental Videira, 89560-000, Santa Catarina/Videira, Brasil.

10 * Corresponding author: Tel.: + 5553 98106 3581; e-mail: izabelnardello@gmail.com

11 **Resumo**

12 O uso de porta-enxertos influencia a produtividade e qualidade da uva, assim como a
13 densidade de plantio adotada. O objetivo deste trabalho é selecionar o porta-enxerto que confira
14 o melhor desempenho produtivo a cultivar Manzoni Bianco, bem como encontrar o
15 espaçamento entre plantas ideal para essa combinação. O delineamento experimental utilizado
16 foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 5x3, onde os tratamentos estudados consistiram
17 na combinação de cinco porta-enxertos (101-14 Mgt, Harmony, IAC 572, Paulsen 1103, e VR
18 043-43) e três espaçamentos entre plantas (1,0; 1,2 e 1,5m). Foram avaliados o ciclo fenológico
19 das plantas, bem com as características produtivas e de qualidade da uva durante as safras
20 2019/20 e 2020/21. As brotações apresentaram 6 dias de diferença entre 101-14 Mgt o mais
21 precoce e Paulsen 1103 o mais tardio em 2021. O porta-enxerto IAC 572 apresentou o menor
22 conteúdo de sólidos solúveis e menor produtividade em ambas as safras. Conclui-se que o porta-
23 enxerto Paulsen 1103 atrasa as brotações; o porta-enxerto IAC 572 diminui a produtividade
24 inicial do vinhedo; o espaçamento de 1,0 metro entre plantas na linha de plantio confere

25 maior produtividade por hectare; e que o porta-enxerto 101-14 Mgt contribui para o maior
26 acúmulo de sólidos solúveis e menor acidez nas uvas da cultivar Manzoni.

27 **Palavras-chave:** *Vitis vinifera*, Viticultura, Parâmetros produtivos.

28 **Summary**

29 The use of rootstocks influences grape productivity and quality, as well as the adopted planting
30 density. The objective of this work is to select the rootstock that gives the best productive
31 performance to the Manzoni Bianco variety, as well as to find the ideal spacing between plants
32 for this combination. The experimental design used was randomized blocks, in a 5x3 factorial
33 scheme, where the treatments studied consisted of the combination of five rootstocks (101-14
34 Mgt, Harmony, IAC 572, Paulsen 1103, and VR 043-43) and three spacing between plants (1.0,
35 1.2 and 1.5m). The phenological cycle of the plants, as well as the productive and quality
36 characteristics of the grapes were evaluated during the 2019/20 and 2020/21 harvests. The
37 shoots showed a 6-day difference between the earliest 101-14 Mgt and the latest Paulsen 1103
38 in 2021. The IAC 572 rootstock had the lowest soluble solids content and lowest productivity
39 in both seasons. It is concluded that the Paulsen 1103 rootstock delays shoots; the IAC 572
40 rootstock reduces the initial productivity of the vineyard; the spacing of 1.0 meters between
41 plants in the planting line gives greater productivity per hectare; and that the 101-14 Mgt
42 rootstock contributes to a greater accumulation of soluble solids and lower acidity in the
43 Manzoni variety grapes.

44 **Introdução**

45 A vitivinicultura brasileira ocupa a 20^a posição no ranking mundial com
46 aproximadamente 82 mil hectares de vinhedos (Costa, 2020). Santa Catarina, representa o 5^o
47 lugar nacional em produção de uvas, responsável por 6,2% da área de produção brasileira
48 (Palladini et al., 2021). Entretanto, o estado tem se destacado principalmente em relação aos
49 vinhos finos produzidos nas regiões de altitude, onde as uvas produzidas acima de 900

50 m, apresentam características próprias e distintas das cultivadas em outras áreas do país
51 (Borghezan et al., 2011).

52 Com isso, iniciativas relevantes ao desenvolvimento da Viticultura foram desenvolvidas
53 no estado, destinado a introdução de novas cultivares de uvas italianas em regiões de altitude
54 (Porro & Stefanini, 2016). Levando a necessidade de adaptação dessas cultivares as condições
55 edafoclimáticas locais.

56 Um dos grandes entraves na produção está relacionado à grande diversidade de nosso
57 clima e solos (Neto, 2021). Uma das alternativas de adaptação para novas cultivares é o uso de
58 porta-enxertos, visto que estes podem conferir resistência a pragas, doenças e diferentes tipos
59 de solos, além de interferir sobre as características fenológicas e de vigor da copa (Li et al.,
60 2019).

61 Os porta-enxertos influenciam o desenvolvimento da planta inteira, uma vez que atuam
62 como sistema radicular das videiras. A variabilidade genética entre os porta-enxertos pode
63 resultar em diferenças na captação e transporte de água e nutrientes e na regulação de hormônios
64 e outras moléculas de sinal de longa distância que afetam o crescimento e o desenvolvimento
65 do enxerto, bem como no comportamento fenológico e qualidade dos frutos da planta enxertada
66 (Rossdeutsch et al., 2021).

67 Devido a influência imprimida pelos porta-enxerto sobre o desenvolvimento e vigor das
68 plantas, é necessário de adequação do número de plantas na linha de plantio do vinhedo.
69 Normalmente quando a combinação genética entre copa/porta-enxerto é vigorosa utiliza-se
70 maior espaçamento entre as plantas na linha para que se tenha espaço para comportar uma maior
71 carga de gemas por planta sem que ocorram condições excessivas de sombreamento (Santos,
72 2006) ou se ao contrário, o menor espaçamento entre plantas pode conferir maiores ganhos de
73 produtividade devido ao maior número de plantas por hectare.

74 Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é selecionar o porta-enxerto que confira o
75 melhor desempenho produtivo a cultivar Manzoni Bianco, bem como encontrar o espaçamento
76 entre plantas ideal para essa combinação.

77 **Material e Métodos**

78 O experimento foi conduzido em um vinhedo instalado no ano de 2016, localizado no
79 município de Água Doce – SC (26°42'33.8"S e 51°29'26.8"L; 1250 metros de altitude), na
80 vinícola Villaggio Grando, nos ciclos 2019/20 e 2020/21.

81 As plantas do cultivar Manzoni Bianco foram conduzidas na forma de espaldeira com
82 sistema de poda em cordão esporonado, com espaçamento entre fileiras de 2,9 metros e entre
83 plantas variando de acordo com o tratamento.

84 O clima da região, segundo a classificação de Koeppen, é do tipo Cfb, mesotérmico,
85 úmido, sem estação seca, com verão fresco (Pessenti et al., 2019).

86 O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 3 (cinco
87 porta-enxertos e três espaçamentos). Com quatro repetições, sendo avaliado duas plantas por
88 parcela.

89 Os tratamentos estudados figuram a combinação de cinco porta-enxertos (101-14 Mgt,
90 Harmony, IAC 572, Paulsen 1103, e VR 043-43) e três espaçamentos entre plantas, de 1,0m
91 (3448 plantas/ha), 1,2m (2874 plantas/ha) e 1,5m (2298 plantas/ha).

92 O ciclo fenológico foi avaliado por meio da observação dos principais estágios, sendo
93 observado após solstício de inverno (21/06/2019 e 20/06/2020), o início das brotações, a plena
94 floração, a mudança de cor (*veraison*) e a data da colheita, conforme Keller (2010).

95 As podas foram realizadas observando o inchamento das gemas (sinal de quebra de
96 dormência) nas datas 12/09/2019 e 11/08/2020 das safras 2019/20 e 2020/21 respectivamente.

97 As médias mensais e semanais de precipitação e temperatura do ar, bem como as horas
98 frias acumuladas ($\leq 7,2^{\circ}\text{C}$), foram obtidas pela estação meteorológica de Água Doce, localizada
99 na vinícola Villaggio Grando, por meio do banco de dados Epagri / Ciram.

100 Para avaliação dos parâmetros produtivos foram realizadas as avaliações de fertilidade,
101 através da contagem direta do número de ramos e cachos por planta. Massa média de poda,
102 obtido pela pesagem dos ramos podados por planta no inverno (g). Índice de Ravaz, por meio
103 da divisão da massa dos cachos (produção, g) pela massa de poda (g). Número de cachos,
104 contado individualmente nas plantas marcadas e realizado a média por planta. Massa média do
105 cacho, obtido pela média da pesagem dos cachos colhidos por planta (g). Produção por planta,
106 a partir da pesagem dos cachos no momento da colheita (g). Produtividade estimada por hectare,
107 através da multiplicação da produção por planta pelo número de plantas por hectare ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$).

108 As colheitas foram feitas considerando a sanidade dos cachos e o ponto de maturação
109 em relação ao teor de sólidos solúveis e acidez total das bagas. As colheitas ocorreram nas datas
110 28/02/2020 e 02/03/2021.

111 Para os parâmetros físico-químicos, avaliou-se o teor de sólidos solúveis (SS),
112 determinado em refratômetro digital de bancada com compensação automática de temperatura
113 QUIMIS® (Nova instruments, WYA -2S, Brazil) e o resultado expresso em $^{\circ}\text{Brix}$. O pH foi
114 determinado diretamente no mosto em peagômetro Meter AD1030 e as determinações de acidez
115 total foram realizadas por titulação da amostra (Mettler Toledo, 8603, China), com solução
116 padronizada de NaOH 0,1N, adotando-se, como ponto final da titulação o $\text{pH} = 8,2$, e o
117 resultado expresso em $\text{mEq}\cdot\text{L}^{-1}$.

118 Os polifenóis totais ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) foram determinados pelo método colorimétrico de Follin-
119 Ciocalteu (Singleton & Rossi, 1965), antocianinas totais ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) por pH diferencial (Wrolstad,
120 1993), e atividade antioxidante ($\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$) por DPPH de acordo com a metodologia descrita por

121 Kim et al. (2002). Essas análises foram realizadas por espectroscopia, em espectrofotômetro
122 Ray Leigh modelo UV-2601 (Beijing Ray leigh analíticas instrument co.ltda, UV 2601, China).

123 As variáveis de coloração foram realizadas utilizando espectrofotômetro (Konica
124 Minolta, CM 5, Japão), a partir das coordenadas L^* (representa a luminosidade, variando de
125 preto = 0 a branco = 100), a^* e b^* (representam as coordenadas cromáticas, onde a^* localiza no
126 eixo horizontal $+a^*$ Vermelho-púrpura ao $-a^*$ verde-azulado, e b^* localiza no eixo vertical $+b^*$
127 amarelo ao $-b^*$ azul), empregadas nos cálculos da saturação (Chroma) e tonalidade ($^{\circ}$ Hue) da
128 cor, obtidas pelas seguintes fórmulas $C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$ e $H^{\circ} = \tan^{-1} b^*/a^*$, respectivamente,
129 conforme recomendações de (McGuire, 1992).

130 Na análise estatística, avaliou-se os pressupostos da ANOVA, sendo a normalidade
131 analisada pelo teste de Shapiro-Wilk e a homoscedasticidade pelo teste de Bartlett. Os
132 resultados foram submetidos à análise de variância, e em caso de significância estatística à
133 análise de médias pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

134 **Resultados e discussão**

135 Durante o ciclo vegetativo da videira (setembro a março) registrou-se temperaturas
136 médias de 17,6°C e 17,5°C, precipitação acumulada de 834,8 mm e 1187,8mm, nas safras
137 2019/20 e 2020/21, respectivamente (Figura 1A). A combinação entre temperaturas amenas e
138 alta pluviosidade são fatores limitantes para o cultivo da videira nas regiões de altitude elevada
139 do Sul do Brasil, favorecendo o surgimento de doenças fúngicas (Brighenti et al., 2015), sendo
140 necessário acompanhamento rigoroso para prevenção e controle de doenças fúngicas.

141 Durante o período de maturação (janeiro a março) registrou-se médias de temperatura
142 mínima de 17°C e máximas de 19°C, com predominância de dias nublados. Os maiores
143 acumulados de chuva ocorreram duas semanas antes da colheita na safra 2019/20 e 1 semana
144 da colheita na safra 2020/21 (Figura 1B). A amplitude térmica é importante no desenvolvimento
145 pois influencia o equilíbrio fotossintético da planta, estando relacionada a biossíntese de

146 compostos fenólicos (Pandolfo et al., 2008), além disso, a frequência e distribuição de chuvas
147 são importantes, pois, a água livre em cachos e folhas é um fator que pode desencadear o
148 desenvolvimento de doenças fúngicas (Chavarria et al., 2007).

149 O somatório de horas de frio foi de 405 horas em 2019/20 e 575 horas em 2020/21. Em
150 plantas que passam por um período de dormência, o acúmulo de horas de frio necessários para
151 superação da dormência depende da espécie e cultivar, após atendida essa demanda, a planta
152 passa a responder aos estímulos ambientais, principalmente de temperatura e disponibilidade
153 hídrica que devem ser adequadas para que ocorra início das brotações (Anzanello & Christo,
154 2020).

155 As brotações ocorreram na segunda quinzena de setembro em 2019/20 e primeira
156 quinzena de setembro em 2020/21, as florações na primeira quinzena de novembro em 2019/20
157 e segunda quinzena de outubro em 2020/21, em ambas as safras a mudança de cor (*veraison*)
158 ocorreu na segunda quinzena de janeiro, sendo as colheitas realizadas em final de fevereiro em
159 2019/20 e início de março em 2020/21 (Tabela 1).

160 Esses resultados que vão de encontro aos observados por Würz et al. (2017), com
161 ocorrências em 13/09, 10/11, 22/01 e 09/03 de brotação, floração, *veraison* e colheita,
162 respectivamente, em São Joaquim. Brighenti et al. (2016), na mesma localidade observaram
163 ocorrências em 13/09, 21/11, 02/02 e 25/03 de brotação, floração, *veraison* e colheita,
164 respectivamente.

165 Não foi observada diferença significativa entre os porta-enxertos na safra 2019/20 para
166 os subperíodos S-B e B-F, entretanto o subperíodo F-V foi maior quando utilizado os porta-
167 enxertos 101-14 Mgt e IAC 572 diferindo 3 dias dos demais. O subperíodo V-C diferiu para os
168 porta-enxertos IAC 572 e Paulsen 1103, conferindo os menores períodos (Tabela 2).

169 Na safra 2020/21 o porta-enxerto Paulsen 1103 foi o que mais retardou o início das
170 brotações, apresentando seis dias de diferença para 101-14 Mgt, o mais precoce. O subperíodo

171 B-F foi menor para o porta-enxerto Paulsen 1103, diferindo em cinco dias de 101-14 Mgt e, o
172 subperíodo F-V foi maior para 101-14 Mgt e IAC 572, apresentando tres dias de diferença em
173 média para os demais porta-enxertos. O subperíodo V-C foi menor para 101-14 Mgt e IAC 572,
174 diferindo em média 4 dias de VR043-43 de maior subperíodo.

175 Esses resultados são interessantes pois o conhecimento da ocorrência de brotações pode
176 ser utilizado para escolha de cultivares menos propensas a geadas (Würz et al., 2017), além
177 disso, Brighenti et al. (2015) afirma que em regiões de clima mais frio, é indicado cultivares
178 que possuam maturação precoce, ou em climas mais quentes, cultivares de maturação tardia
179 pois apresentam condições climáticas para completar a maturação, tornando o porta-enxerto
180 Paulsen 1103 interessante em combinação com a cultivar Manzoni Bianco.

181 O ciclo médio em 2019/20 foi de 160 dias e em 2020/21 de 174 dias. Não existe na
182 literatura relatos da influência do porta-enxerto para cultivar Manzoni Bianco em Água Doce-
183 SC, entretanto Brighenti et al. (2016) observou média de 196 dias de ciclo em São Joaquim-
184 SC, e explica que devido às temperaturas amenas em São Joaquim, o ciclo das cultivares é
185 mais longo, e o acúmulo térmico é menor do que o observado em outras regiões produtoras do
186 Brasil.

187 Na avaliação dos parâmetros produtivos da safra 2019/20 não foi observada interação
188 entre os tratamentos avaliados, sendo significativo apenas os efeitos isolados de tratamento
189 (Tabela 3). O índice de fertilidade diferiu quando utilizado o porta-enxerto IAC 572,
190 apresentado o menor valor. Esse resultado pode estar associado ao alto vigor emitido pelo porta-
191 enxerto, baseado no parâmetro observado para índice de Ravaz, onde IAC 572 apresentou o
192 menor valor. Normalmente os problemas de fertilidade estão relacionados ao alto vigor das
193 plantas, podendo estar relacionado a competição por fotoassimilados ou mesmo pelo
194 prolongamento do período juvenil sob condições promotoras de crescimento (Botelho et al.,
195 2006).

196 Todos os porta-enxertos indicaram vigor excessivo expresso pelo variável índice de
197 Ravaz. A literatura indica que índices abaixo de 4 referem-se a plantas com excesso de vigor
198 vegetativo, e superiores a 7 excesso de produção de frutos (Brighenti et al., 2011),
199 provavelmente o excesso de vigor encontrado podem estar relacionados a idade do vinhedo,
200 considerando que a safra 2019/20 foi a primeira safra produtiva.

201 Esses resultados refletiram nas médias finais de produção por planta e produtividade
202 estimada por hectare, com plantas enxertadas sob IAC 572 apresentando menores valores. Em
203 relação aos espaçamentos, não foi observado diferença para as variáveis número de cachosmas
204 a massa de cachos foi menor quando utilizado o espaçamento de 1,5 metros entre plantas,
205 refletindo na menor produtividade estimada para esse espaçamento.

206 Os parâmetros físicoquímicos da safra 2019/20 apresentaram interação entre os
207 tratamentos avaliados, exceto SS e AT que apresentaram significância apenas para os fatores
208 isolados de tratamento (Tabela 4).

209 A concentração de SS dos porta-enxertos Paulsen 1103 e VR043-43 apresentaram as
210 maiores médias, entretanto a menor acidez total foi conferida pelos porta-enxertos 101-14 Mgt
211 e Harmony. Alguns autores afirmam que porta-enxertos vigorosos prolongam o período
212 vegetativo, retardando o amadurecimento das bagas (Brighenti et al., 2011).

213 Entretanto, de forma geral os atributos para elaboração de vinhos de qualidade foram
214 alcançados para todos os porta-enxertos, considerando o recomendado de mínimo 20°Brix,
215 acidez total inferior a 135mEq.L⁻¹ e pH menor que 3,5 (Würz et al., 2019).

216 Em relação ao teor de polifenóis totais e atividade antioxidante, as uvas produzidas com
217 o porta-enxerto IAC 572 apresentaram os maiores valores nos espaçamentos de 1,2 e 1,5 metros
218 entre plantas. A exposição do cacho pode ter contribuído para o aumento desses compostos no
219 cacho (Pessenti et al., 2019) o que explica a maior concentração quando utilizado o maior
220 espaçamento. Além disso, esse porta-enxerto foi o que apresentou a menor produção, tendo,

221 portanto, menos cachos competindo por reservas de fotoassimilados precursores desses
222 compostos (Würz et al., 2019).

223 Os parâmetros de coloração foram influenciados pela interação dos tratamentos (Tabela
224 4). De forma geral, a luminosidade representada pela letra *L, indica que todos os mostos se
225 apresentam claros, com o mais opaco inferido ao porta-enxerto VR043-43 no espaçamento de
226 1,5 metros entre plantas.

227 A cor, representada pelo ângulo Hue, indica cascas de cor amarelo com leve tom
228 esverdeado de acordo com o diagrama CIELAB (Chitarra & Chitarra, 2005), destacando
229 novamente ao porta-enxerto VR043-43 com menor ângulo de cor no espaçamento de 1,5
230 metros.

231 A saturação ou croma, representada pelo *C, apresentou maior valor quando utilizado o
232 porta-enxerto IAC 572, independente do espaçamento utilizado, indicando que esse porta-
233 enxerto proporcionou tom amarelo mais intenso que os demais.

234 Os parâmetros produtivos da safra 2020/21 apresentaram significância apenas para os
235 fatores isolados de tratamento (Tabela 5). Apesar do incremento em produtividade observado
236 em todos os porta-enxertos, IAC 572 teve pela segunda safra seguida os menores índices
237 produtivos, sendo o único porta-enxerto a apresentar excessivo vigor, conforme observado
238 através da avaliação do índice de Ravaz, que indica desequilíbrio entre vegetação e produção
239 (Würz et al., 2020).

240 O porta-enxerto IAC 572 (*Vitis caribaea* x 101-14 Mgt) foi criado para regiões de clima
241 tropical, onde apresenta alto desempenho produtivo (Dalbó & Feldberg, 2019), entretanto a
242 literatura registra que ele induz elevado vigor a copa (Dalbó & Feldberg, 2016).

243 O vigor conferido pelo porta-enxerto a copa é um dos fatores que podem afetar a
244 produtividade das videiras, entretanto não estão claros os efeitos bioquímicos e fisiológicos que
245 ocorrem nessas interações (Tecchio et al., 2019). O ideal é acompanhar seu comportamento por

246 mais safras, afim de excluir a ocorrência de competição de fotoassimilados ou prolongamento
247 do período juvenil sob condições promotoras de crescimento (Botelho et al., 2006).

248 Apesar de não ter ocorrido diferença estatística para os valores de produtividade, quando
249 considerado os valores absolutos, o porta-enxerto 101-14 Mgt destaca-se com mais de meia
250 tonelada por hectare em produtividade estimada, o que na prática leva a ganhos significativos.

251 Além disso, o porta-enxerto 101-14 Mgt (*Vitis riparia* x *Vitis rupestris*) apresentou o
252 maior índice de fertilidade, e adequado vigor indicado pela avaliação do índice de Ravaz. É
253 característico desse porta-enxerto o menor vigor emitido a copa sobre ele enxertada (Lira et al.,
254 2018), ou seja, a combinação com a copa do cultivar Manzoni resultou em equilíbrio vegetativo
255 e produtivo.

256 Em relação aos parâmetros físicoquímicos da safra 2020/21, as variáveis SS e AT
257 apresentaram significância estatística apenas para porta-enxerto, já as demais variáveis
258 apresentaram interação entre os tratamentos avaliados (Tabela 6).

259 O conteúdo de SS foi inferior quando utilizado o porta-enxerto IAC 572, assim como a
260 AT foi inferior para esse porta-enxerto, entretanto igualmente ao 101-14 Mgt com menor AT.
261 A composição química das uvas é influenciada pelo porta-enxerto, pois os diferentes níveis de
262 vigor influenciam a expansão da copa e exposição das frutas (Brighenti et al., 2011).

263 Nesse sentido, a menor concentração de SS em IAC 572 pode estar relacionada a
264 competição de fotoassimilados para o desenvolvimento do dossel vegetativo ou mesmo pelo
265 alongamento do período de maturação condicionado pelo maior vigor (Dalbó & Souza, 2019).

266 O conteúdo de polifenóis totais e atividade antioxidante foi superior com o porta-enxerto
267 Paulsen 1103 no espaçamento de 1,2 metros entre plantas, igualmente a atividade antioxidante
268 de VR043-43 para esse espaçamento. Não existem informações sobre a comparação de porta-
269 enxertos para a cultivar Manzoni nessa região, entretanto Würz et al. (2017) em avaliação de

270 polifenóis, observou média de 345,87 mg.L⁻¹ para cultivar Manzoni Bianco cultivada em São
271 Joaquim utilizando o porta-enxerto Paulsen 1103.

272 Os parâmetros de coloração indicam cascas claras pela avaliação da luminosidade.
273 Entretanto 101-14 Mgt no espaçamento de 1,5 metros entre plantas diferenciou-se apresentando
274 a menor luminosidade entre os porta-enxertos. De mesma forma, 101-14 Mgt teve o menor
275 ângulo de cor nesse espaçamento e maior Matiz (*C), indicando que o porta-enxerto 101-14
276 Mgt no espaçamento de 1,5 metros entre plantas apresenta uvas de cor amarelo mais intenso
277 que os demais (Chitarra & Chitarra, 2005).

278 A cor é uma das importantes propriedades relacionadas ao apelo visual do mosto e
279 vinhos, o escurecimento de mosto de uva branca pode ser proveniente tanto de reações
280 enzimáticas como não enzimáticas o que afetam a qualidade dos produtos elaborados com uva,
281 diminuindo assim o seu valor comercial (du Toit et al., 2006).

282 Estudando cultivares viníferas e porta-enxertos em regiões de altitude de Santa Catarina,
283 Brighenti et al. (2021) concluiu que a cultivar Manzoni não possui grande potencial produtivo,
284 entretanto é uma cultivar qualitativa, podendo ser utilizada para conferir complexidade e
285 qualidade em assemblage com outros vinhos brancos. O que está de acordo com o observado
286 nesse estudo, com produções moderadas e valores interessantes de açúcares e acidez.

287 Ao final das avaliações realizadas pode-se constatar a tendência de atraso nas brotações
288 e encurtamento do ciclo quando utilizado o porta-enxerto Paulsen 1103, comportamento
289 interessante para as regiões de elevada altitude de Santa Catarina, que tendem a sofrer com a
290 ocorrência de geadas tardias durante o período de brotações e chuvas constantes durante a fase
291 reprodutiva da videira, além disso esse porta-enxerto contribuiu com valores interessantes de
292 produtividade e acúmulo de sólidos solúveis desde a primeira safra avaliada.

293

Conclusões

294 O porta-enxerto Paulsen 1103 atrasa as brotações quando combinado com a cultivar
295 copa Manzoni Bianco.

296 O porta-enxerto IAC 572 diminui a produtividade inicial do vinhedo.

297 O espaçamento de 1,0 metro entre plantas na linha de plantio confere maior
298 produtividade por hectare.

299 O porta-enxerto 101-14 Mgt contribui para o maior acúmulo de sólidos solúveis e menor
300 acidez nas uvas da cultivar Manzoni.

301 **Agradecimentos**

302 Os autores agradecem à CAPES, Finep e Fapesc pelo apoio financeiro e concessão de
303 bolsa para o desenvolvimento do experimento e pesquisa, e à Vinícola Villaggio Grando pelo
304 apoio e cessão de área para realização do experimento.

305 Os autores declaram não haver nenhum conflito de interesses.

306 **Referencias**

307 Anzanello R & Christo MC de (2020) Temperatura e tempo de frio para a superação da
308 dormência de gemas de videiras ‘Chardonnay’, ‘Merlot’ e ‘Cabernet Sauvignon.’ Revista
309 Eletrônica Científica da UERGS, 6:207–215.

310 Borghezán M, Gavioli O, Pit FA & Silva AL da (2011) Comportamento vegetativo e produtivo
311 da videira e composição da uva em São Joaquim, Santa Catarina. Pesquisa Agropecuária
312 Brasileira 46:398–405

313 Botelho RV, Pires EJP & Terra MM (2006) Fertilidade de gemas em videiras: fisiologia e
314 fatores envolvidos. *Ambiência* 2:129–144

315 Brighenti A, Vanderlinde G, Luiz De Souza E, Feldberg NP, Brighenti E & Silva AL da (2021)
316 Cultivares e Porta-enxertos. In: *A Cultura da Videira – Vitivinicultura de Altitude, Série Frut.*
317 UDESC, pp 99–133

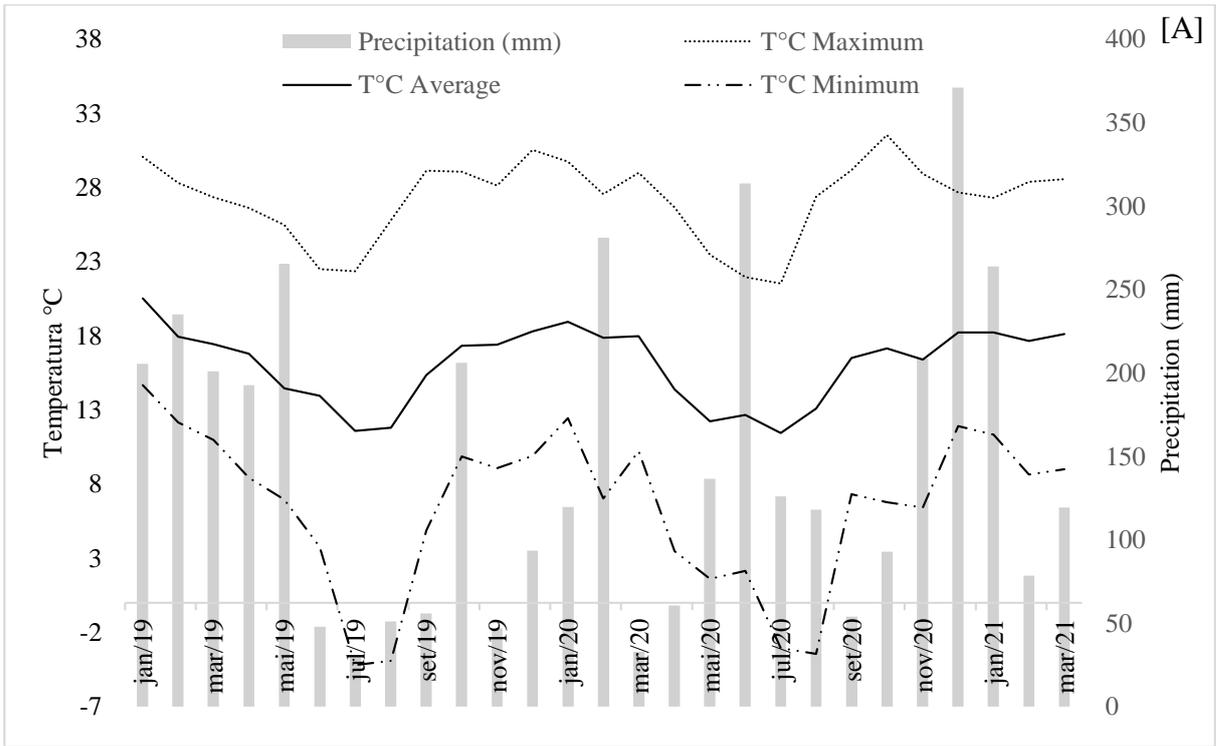
- 318 Brighenti AF, Brighenti E & Pasa M da S (2016) Vitivinicultura de Altitude: realidade e
319 perspectivas. *Revista Agropecuária Catarinense* 29:14–146
- 320 Brighenti AF, Malinovski LI, Stefanini M, Vieira HJ & Silva AL da (2015) Comparação entre
321 as regiões vitícolas de São Joaquim - SC, Brasil e San Michele All'Adige - TN, Itália. *Revista*
322 *Brasileira de Fruticultura*, 37:281–288.
- 323 Brighenti AF, Rufato L, Kretzschmar AA & Schlemper C (2011) Desempenho vitivinícola da
324 Cabernet Sauvignon sobre diferentes porta-enxertos em região de altitude de Santa Catarina.
325 *Revista Brasileira de Fruticultura* 33:096–102
- 326 Chavarria G, Santos HP dos, Sônego OR, Marodin GAB, Bergamaschi H & Cardoso LS (2007)
327 Incidência de doenças e necessidade de controle em cultivo protegido de videira. *Revista*
328 *Brasileira de Fruticultura*, 29:477–482.
- 329 Chitarra MIF & Chitarra AB (2005) Pós colheita de frutas e hortaliças: Fisiologia e Manuseio,
330 2 ed. FAEPE
- 331 Costa FS (2020) Análise mensal - Uva Industrial. In: *Cia. Nac. Abast. - CONAB*.
332 <http://www.conab.gov.br>. Accessed 9 Dec 2021
- 333 Dalbó M & Feldberg N (2016) Agronomic behavior of grape rootstocks resistant to young vine
334 decline in Santa Catarina State, Brazil. *BIO Web of Conferences* 7:01017
- 335 Dalbó MA & Feldberg NP (2019) Comportamento agrônômico de porta-enxertos de videira
336 com resistência ao declínio de plantas jovens nas condições do estado de Santa Catarina.
337 *Agropecuária Catarinense* 32:68–72
- 338 Dalbó MA & Souza ALK (2019) Rootstock breeding for resistance to grapevine decline and
339 dieback in southern Brazil. *Acta Horticulturae* 1248:123–128
- 340 du Toit WJ, Marais J, Pretorius IS & du Toit M (2006) Oxygen in Must and Wine: A review.
341 *South African Journal of Enology & Viticulture* 27:76–94

- 342 Li M, Guo Z, Jia N, Yuan J, Han B, Yin Y, Sun Y, Liu C & Zhao S (2019) Evaluation of eight
343 rootstocks on the growth and berry quality of ‘Marselan’ grapevines. *Scientia Horticulturae*
344 248:58–61
- 345 Lira MMC de, Silva LOD da, Vale CNC do, Leão PC de S & Moura MSB de (2018) Influência
346 dos sistemas de condução no microclima da videira ‘Chenin blanc.’ *Agrometeoros* 25:121–131
- 347 Neto DD (2021) Viticultura: Produção nacional de uvas e derivados avança em todos os
348 segmentos. *Esalq/USP -Visão agrícola* 14:3
- 349 Palladini LA, Brighenti AF, Souza ALK de & Silva AL da (2021) Potencial de cultivares de
350 uvas viníferas nas regiões de altitude de Santa Catarina. Florianópolis, Epagri
- 351 Pandolfo C, Massignam AM, Lima A, Hammes LA, Brighenti E & Bonin V (2008) Impacto
352 das mudanças climáticas nas horas de frio , graus-dias e amplitude térmica do ar para a videira
353 (*Vitis vinifera L .*) Var . Cabernet sauvignon , no Estado de Santa Catarina The impacts of
354 climate change on chilling hours , degree-days and air ther. 267–274
- 355 Pessenti IL, Ayub RA & Botelho RV (2019) Defoliation, application of S-ABA and vegetal
356 extracts on the quality of grape and wine Malbec cultivar. *Revista Brasileira de Fruticultura*
357 41:1–10
- 358 Porro D & Stefanini M (2016) Tecnologias para o desenvolvimento da vitivinicultura de Santa
359 Catarina: relatório das atividades desenvolvidas. Florianópolis, SC, EPAGRI
- 360 Rossdeutsch L, Schreiner RP, Skinkis PA & Deluc L (2021) Nitrate Uptake and Transport
361 Properties of Two Grapevine Rootstocks With Varying Vigor. *Frontiers in Plant Science* 11:1–
362 15
- 363 Santos HP dos (2006) Aspectos ecofisiológicos na condução da videira e sua influência na
364 produtividade do vinhedo e na qualidade dos vinhos. Bento Gonçalves, Embrapa Uva e Vinho

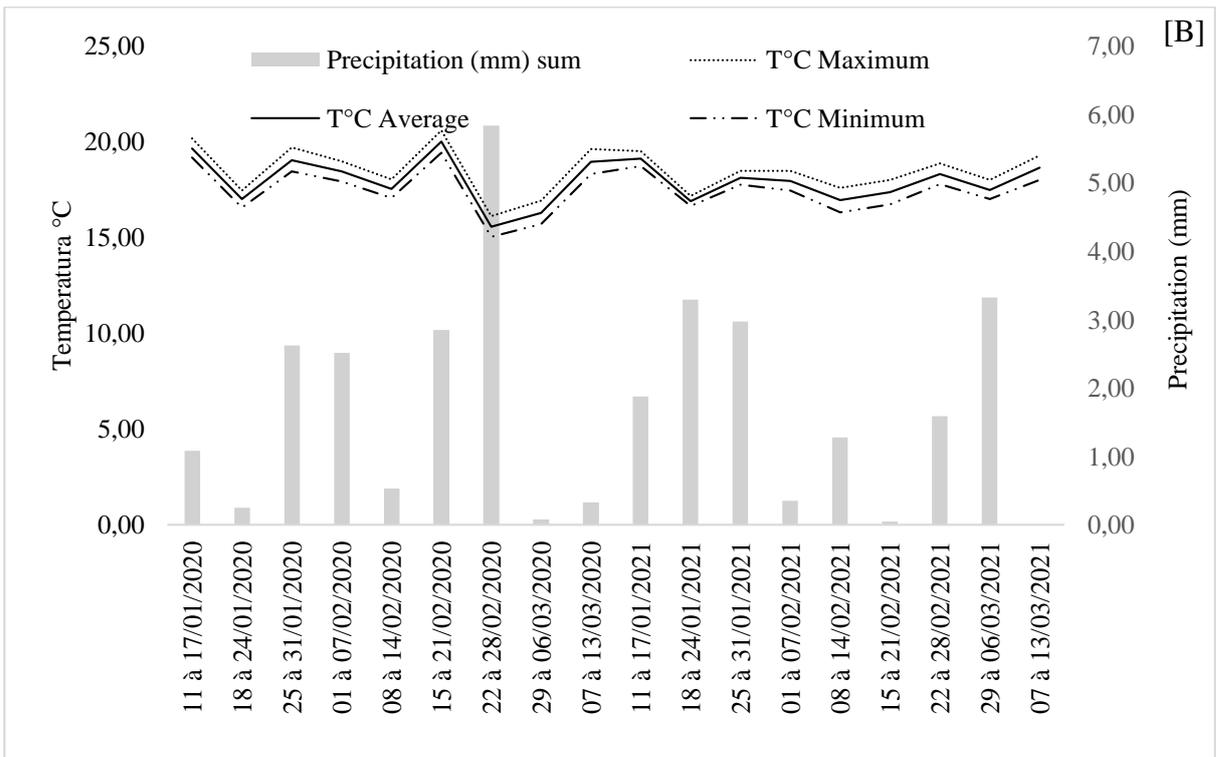
- 365 Tecchio MA, Silva MJR da, Paiva APM, Moura MF, Terra MM, Pires EJP & Leonel S (2019)
366 Phenological, physicochemical, and productive characteristics of “Vênus” grapevine onto
367 rootstocks. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 54
- 368 Würz DA, Bonin BF, Brighenti AF, Canossa AT, Reinehr J, Allebrandt R, Bem BP De, Rufato
369 L & Kretschmar AA (2019) Fenologia e maturação da videira ‘Cabernet Franc’ em função de
370 diferentes cargas de gemas em região de elevada altitude de Santa Catarina. *Revista de Ciências*
371 *Agroveterinárias* 18:459–465
- 372 Würz DA, Bonin BF, Brighenti AF, Canossa AT, Reinehr J, Allebrandt R, Bem BP de, Rufato
373 L & Kretschmar AA (2020) Maior carga de gemas da videira resulta em melhora dos índices
374 produtivos e vegetativos da videira ‘ Cabernet Franc ’ cultivada em região de elevada altitude.
375 *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 19:171–177.
- 376 Würz DA, Brighenti AF, De Bem BP, Pasa M, Brighenti E & Bonin BF (2017) Evaluation of
377 Grapevines With Cultural Potential in High Altitude Regions of Santa Catarina State. *Revista*
378 *da Jornada da Pós-Graduação e Pesquisa - CONGREGA* 812–823.

379

Figuras e Tabelas



380



381

382 Figura 1. Médias mensais [A] e semanais [B] de temperatura e precipitação, Água Doce - SC,
 383 Vinícola Világio Grando, safras 2019/20 e 2020/21.

384 Tabela 1. Datas das principais ocorrências fenológicas da cultivar Manzoni Bianco nos ciclos
 385 2019/20 e 2020/21 em Água Doce/SC.

Porta-enxerto	Brotação	Floração	<i>Veraison</i>	Colheita
Safrá 2019/20				
101-14 Mgt	20/09/2019	03/11/2019	19/01/2020	28/02/2020
Harmony	21/09/2019	06/11/2019	19/01/2020	28/02/2020
IAC 572	22/09/2019	06/11/2019	21/01/2020	28/02/2020
Paulsen 1103	21/09/2019	07/11/2019	20/01/2020	28/02/2020
VR 043-43	21/09/2019	06/11/2019	19/01/2020	28/02/2020
Safrá 2020/21				
101-14 Mgt	05/09/2020	20/10/2020	17/01/2021	02/03/2021
Harmony	09/09/2020	21/10/2020	15/01/2021	02/03/2021
IAC 572	07/09/2020	20/10/2020	17/01/2021	02/03/2021
Paulsen 1103	10/09/2020	21/10/2020	15/01/2021	02/03/2021
VR 043-43	07/09/2020	19/10/2020	13/01/2021	02/03/2021

386

387 Tabela 2. Dias entre estágios das principais ocorrências fenológicas da cultivar Manzoni Bianco
 388 nos ciclos 2019/20 e 2020/21 em Água Doce/SC.

Porta-enxerto ⁽¹⁾	S-B	B-F	F-V	V-C
Safra 2019/20				
101-14 Mgt	91ns	44ns	77a	40a
Harmony	92	46	74b	39ab
IAC 572	93	45	77a	38c
Paulsen 1103	92	46	74b	38bc
VR 043-43	92	46	74b	39ab
Safra 2020/21				
101-14 Mgt	77d	45a	89a	43b
Harmony	81b	42b	86b	46a
IAC 572	80bc	42b	89a	43b
Paulsen 1103	83a	40c	86b	45ab
VR 043-43	79c	42b	86b	47a

389 ⁽¹⁾Means followed by equal lowercase letter in the column do not differ by Duncan's test at 5%
 390 probability. ns, not significant.

391 * (S-B) Soltício-Brotação, (B-F) Brotação-Floração, (F-V)Floração-Veraison, (V-C) Veraison-
 392 Colheita.

393 Tabela 3. Parâmetros produtivos da cultivar Manzoni Bianco em relação ao porta-enxerto e
 394 espaçamento safra 2019/20.

Porta-enxerto ⁽¹⁾	Índice de fertilidade	Massa de poda (g)	Ravaz	Número de cachos	Massa de Cachos (g)	Produção por planta (g)	Produtividade estimada (ton/ha)
101-14 Mgt	1,28a	315ns	2,26ab	13,25a	50,33a	645a	1,92a
Harmony	1,18a	287	2,08ab	11,42a	51,16a	585a	1,72a
IAC 572	0,91b	238	1,85b	8,00b	48,42a	401b	1,19b
Paulsen 1103	1,30a	281	2,67a	12,71a	56,36a	706a	2,06a
VR 043-43	1,39a	262	2,71a	12,25a	55,50a	697a	2,07a
Espaçamento							
1.0 m	1,28ns	265ns	2,81a	12,47a	58,36a	728a	2,51a
1.2 m	1,24	267	2,20b	11,29a	51,12ab	579b	1,66b
1.5 m	1,16	302	1,95b	11,31a	48,21b	535b	1,23c

395 ⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si segundo teste de
 396 Duncan a 5% probabilidade. ns, não significativo.

397 Tabela 4. Parâmetros físico-químicos da cultivar Manzoni Bianco em relação ao porta-enxerto
398 e espaçamento safra 2019/20.

Porta-enxerto ⁽¹⁾	Polifenóis (mg.L ⁻¹ de ác gálico)			Atividade Antioxidante (µM.m ⁻¹)		
	1.0 m	1.2 m	1.5 m	1.0 m	1.2 m	1.5 m
101-14 Mgt	369bB	446bB	535bA	301bcB	242cB	588abA
Harmony	373bC	469bB	569abA	232cB	555abA	738aA
IAC 572	516aB	574aAB	641aA	348abcB	621aA	662aA
Paulsen 1103	514aA	386bB	506bA	512abAB	385bcB	579abA
VR 043-43	510aA	451bA	525bA	552aA	376bcA	435bA
	*L			Cor (°Hue)		
101-14 Mgt	95,76aA	95,68aA	94,38bB	95,72aA	96,27aA	94,06bB
Harmony	95,98aA	95,61aA	93,93bcB	96,40aA	96,24aA	91,68cB
IAC 572	94,29cA	94,34bA	94,31bA	94,10bA	92,76bB	94,00bA
Paulsen 1103	94,97bB	95,81aA	95,71aA	94,04bB	96,27aA	95,79aA
VR 043-43	94,77bcB	95,51aA	93,39cC	94,37bB	95,38aA	90,82cC
	Saturação (*C)			pH		
101-14 Mgt	4,83cB	5,22bB	10,61aA	3,36bcA	3,37bA	3,29bB
Harmony	3,64cC	5,88bB	9,83aA	3,48aA	3,51aA	3,50aA
IAC 572	9,92aA	9,28aA	9,74aA	3,39bA	3,32cB	3,32bB
Paulsen 1103	7,68bA	4,99bB	5,48bAB	3,34cA	3,31cA	3,31bA
VR 043-43	8,03abB	5,96bC	12,12aA	3,38bcA	3,33bcB	3,31bB
	SS (°Brix)			AT		
101-14 Mgt	21,0b			85,90b		
Harmony	21,2ab			88,44b		
IAC 572	20,8b			92,71a		
Paulsen 1103	21,7a			94,24a		
VR 043-43	21,8a			95,20a		
Espaçamento						
1,0 m	21,5ns			90,30ns		
1,2 m	21,2			90,91		
1,5 m	21,3			92,02		

399 ⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha não diferem
400 entre si segundo teste de Duncan a 5% probabilidade. ns, não significativo.

401 Tabela 5. Parâmetros produtivos da cultivar Manzoni Bianco em relação ao porta-enxerto e
 402 espaçamento safra 2020/21.

Porta-enxerto ⁽¹⁾	Índice de fertilidade	Massa de poda (g)	Ravaz	Número de cachos	Massa de Cachos (g)	Produção por planta (g)	Produtividade estimada (ton/ha)
101-14 Mgt	1,88a	302ns 281	4,89a	27,67a	50,98ns	1560a	4,25a
Harmony	1,60b		4,78a	24,42a	50,68	1242ab	3,65a
IAC 572	1,20c	253	2,86b	17,22b	42,10	754c	2,21b
Paulsen 1103	1,71ab	314	4,19a	25,46a	49,06	1283ab	3,67a
VR 043-43	1,76ab	283	4,29a	23,00a	51,57	1192b	3,41a
Espaçamento							
1,0 m	1,73ns	270ns	4,35ns	23,43ns	52,33ns	1251ns	4,31a
1,2 m	1,64	295	4,30	24,76	50,63	1260	3,61b
1,5 m	1,59	300	4,05	23,47	44,32	1153	2,49c

403 ⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si segundo teste de

404 Duncan a 5% probabilidade. ns, não significativo.

405 Tabela 6. Parâmetros físicoquímicos da cultivar Manzoni Bianco em relação ao porta-enxerto
 406 e espaçamento safra 2020/21.

Porta-enxerto ⁽¹⁾	pH	SS (°Brix)	AT	Polifenóis (mg,L ⁻¹ de ác gálico)		
				1,0 m	1,2 m	1,5 m
101-14 Mgt	3,26ns	20,7a	108,96b	233bB	261bAB	300aA
Harmony	3,27	20,7a	113,30a	259abA	232bAB	211bB
IAC572	3,27	19,6c	108,33b	284aA	261bA	292aA
Paulsen1103	3,27	20,6ab	112,49a	275abA	306aA	228bB
VR043-43	3,27	20,2b	114,92a	247abA	262bA	243bA
Espaçamento						
1,0 m	3,26ns	20,3ns	112,45ns	-	-	-
1,2 m	3,27	20,5	110,07	-	-	-
1,5 m	3,27	20,4	113,04	-	-	-
Porta-enxerto	Atividade Antioxidante (µM.ml ⁻¹)			*L		
	1,0 m	1,2 m	1,5 m	1,0 m	1,2 m	1,5 m
101-14 Mgt	456bA	512bA	521aA	95,50aA	95,30aA	92,96cB
Harmony	382cA	413cA	392bA	94,24bB	95,65aA	95,92aA
IAC572	593aA	519bB	503aB	95,21aAB	95,47aA	94,62bB
Paulsen1103	538aA	567abA	387bB	94,20bB	93,25bC	95,35abA
VR043-43	537aB	624aA	531aB	95,11aA	95,44aA	95,44aA
	Cor (°Hue)			Saturação (*C)		
	1,0 m	1,2 m	1,5 m	1,0 m	1,2 m	1,5 m
101-14 Mgt	93,99abA	93,59aA	90,61cB	5,46bB	6,14bB	12,06aA
Harmony	92,76bcB	94,75aA	95,30aA	8,56aA	5,12bB	4,14cB
IAC572	94,35aAB	94,59aA	92,81bB	5,52bB	5,56bB	8,05bA
Paulsen1103	91,56cB	91,32bB	94,66aA	10,49aA	11,46aA	5,98cB
VR043-43	92,84bcB	94,68aA	94,48aA	6,22bA	5,68bA	5,67cA

407 ⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha não diferem
 408 entre si segundo teste de Duncan a 5% probabilidade. ns, não significativo.

4.7 ARTIGO 7: Efeito do porta-enxerto nas características sensoriais e de qualidade de vinhos varietais Manzoni Bianco produzidos em regiões de altitude de Santa Catarina.

Artigo a ser submetido à Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira - PAB.

1 **Efeito do porta-enxerto nas características sensoriais e de qualidade de vinhos varietais**

2 **Manzoni Bianco produzidos em regiões de altitude de Santa Catarina**

3 Izabel Camacho Nardello^{1*}, André Luiz Kulkamp de Souza², Vinícius Caliari², Marcelo

4 Barbosa Malgarim¹

5 ¹ PPGA/UFPel – Programa de Pós-Graduação em Agronomia/ Universidade Federal de Pelotas;
6 Av. Eliseu Maciel, sn. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Campus UFPel, 96160-000, Rio
7 Grande do Sul/Capão do Leão, Brazil.

8 ² EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina; R. João
9 Zardo, 2016 - Campo Experimental Videira, 89560-000, Santa Catarina/Videira, Brazil.

10 * Corresponding author: Tel.: + 5553 98106 3581; e-mail: izabelnardello@gmail.com

11 **Resumo**

12 A qualidade dos vinhos pode sofrer influência das práticas de manejo e porta-enxertos
13 utilizados. O objetivo do presente trabalho é encontrar o porta-enxerto que melhor contribua
14 para as características enológicas do cultivar Manzoni, cultivada em região de altitude de Santa
15 Catarina. Para isso, foi instalado um vinhedo no ano de 2016, no município de Água Doce –
16 SC, com a cultivar copa Manzoni em cinco diferentes porta-enxertos. Os vinhos foram
17 elaborados nas safras 2020 e 2021. O experimento contou com delineamento inteiramente
18 casualizado, com 3 repetições, onde cada uma foi representada por uma garrafa, escolhidas
19 aleatoriamente para as análises físico-químicas, em esquema bifatorial (2x5), onde o fator A
20 trata das safras (2020 e 2021) e o fator B dos porta-enxertos (101-14 Mgt, Harmony, IAC 572,
21 Paulsen 1103 e VR043-43). Avaliou-se o pH, acidez volátil, teor alcoólico, açúcares redutores,
22 densidade, cinzas e teor de SO₂ livre e total. A avaliação sensorial foi realizada em escala
23 quantitativa por uma equipe previamente treinada. A acidez titulável foi menor nos vinhos da
24 safra 2020. Os vinhos do porta-enxerto Paulsen 1103 tiveram maior acidez volátil em 2020. A
25 densidade dos vinhos foi menor na safra 2020. O porta-enxerto Paulsen 1103 na safra 2020

26 apresentou o maior teor alcoólico. Em relação as avaliações sensoriais, os vinhos da safra 2020
27 apresentaram maior turbidez e menor brilho, com vinhos de tonalidade amarelo esverdeado.
28 Conclui-se que a qualidade físico-química e sensorial dos vinhos Manzoni Bianco não é afetada
29 pelo uso dos porta-enxertos, entretanto é dependente da safra de cultivo.

30 **Palavras-chave:** *Vitis vinifera*, enologia, vinhos de altitude.

31 **Summary**

32 Wine quality may be influenced by management practices and rootstocks used. The objective
33 of this work is to find the rootstock that best contributes to the oenological characteristics of
34 the Manzoni cultivar, grown in an altitude region of Santa Catarina. For this, a vineyard was
35 installed in 2016, in the municipality of Água Doce - SC, with the Manzoni scion cultivar on
36 five different rootstocks. The wines were produced in the 2020 and 2021 vintages. The
37 experiment had a completely randomized design, with 3 repetitions, where each one was
38 represented by a bottle, randomly chosen for the physical-chemical analyses, in a bifactorial
39 scheme (2x5), where the factor A deals with the vintages (2020 and 2021) and factor B with
40 the rootstocks (101-14 Mgt, Harmony, IAC 572, Paulsen 1103 and VR043-43). The pH, volatile
41 acidity, alcohol content, reducing sugars, density, ash and free and total SO₂ content were
42 evaluated. Sensory evaluation was performed on a quantitative scale by a previously trained
43 team. The titratable acidity was lower in wines from the 2020 harvest. The wines from the
44 rootstock Paulsen 1103 had higher volatile acidity in 2020. The density of the wines was lower
45 in the 2020 harvest. The rootstock Paulsen 1103 from the 2020 harvest had the highest alcohol
46 content . Regarding the sensory evaluations, the wines from the 2020 vintage showed greater
47 turbidity and lower brightness, with greenish-yellow wines. It is concluded that the physical-
48 chemical and sensory quality of Manzoni Bianco wines is not affected by the use of rootstocks,
49 however it is dependent on the growing season.

50 **Keywords:** *Vitis vinifera*, enology, high altitude wines.

Introdução

51

52 A vitivinicultura brasileira é considerada recente quando comparada a outros países
53 tradicionalmente produtores, ocupando a 20ª posição no ranking mundial com
54 aproximadamente 82 mil hectares de vinhedos (Costa, 2020), sendo o Rio Grande do Sul o
55 estado mais representativo em produção e beneficiamento de uvas (Kist et al., 2021). Santa
56 Catarina ocupa a quarta posição entre os estados produtores, entretanto é o segundo maior
57 beneficiador de uvas no Brasil (Caliari, 2018).

58

59 Santa Catarina tem se destacado principalmente em relação a produção de uvas e vinhos
60 finos em regiões de altitude devido a alta qualidade dos vinhos elaborados (Malinovski et al.,
61 2016). Aproveitando esse cenário, políticas voltadas ao desenvolvimento da vitivinicultura da
62 região contribuíram com a introdução de cultivares italianas promissoras para elaboração de
63 vinhos finos, dentre elas a cultivar Manzoni Bianco (Porro & Stefanini, 2016).

63

64 Essa cultivar é originária do cruzamento entre Riesling Renano e Pinot Bianco, também
65 conhecida como Incrocio Manzoni, I.M. 6.0.13 ou 6.0.13, promete vinhos de cor amarelo-palha
66 com reflexos esverdeados, de perfume delicado e levemente aromático, em boca, apresenta-se
67 aveludada, com bom corpo e fresco, mantendo um bom sabor, podendo ser utilizada em
68 assemblage como melhorador ou vinificada de forma varietal (Malinovski et al., 2016).

68

69 Entretanto, tratando-se da introdução de novas cultivares, um dos grandes entraves está
70 relacionado à grande diversidade de nosso clima e solos (Neto, 2021). Uma das alternativas de
71 adaptação para novas cultivares é o uso de porta-enxertos, visto que estes podem conferir
72 resistência a pragas, doenças e diferentes tipos de solos, além de interferir sobre as
73 características fenológicas e de vigor da copa (Li et al., 2019).

73

74 A variabilidade genética entre os porta-enxertos pode resultar em diferenças na captação
75 e transporte de água e nutrientes e na regulação de hormônios e outras moléculas de sinal de
76 longa distância que afetam o crescimento e o desenvolvimento do enxerto, bem como no

76 comportamento fenológico e qualidade dos frutos da planta enxertada (Rossdeutsch et al.,
77 2021), podendo alterar a qualidade final dos vinhos elaborados.

78 Conforme o exposto, o objetivo do presente trabalho é encontrar o porta-enxerto que
79 melhor contribua para as características enológicas do cultivar Manzoni, cultivada em região
80 de altitude de Santa Catarina.

81 **Material e métodos**

82 O vinhedo foi instalado no ano de 2016, no município de Água Doce – SC (26°42'33.8"S
83 e 51°29'26.8"L; 1250 metros de altitude), na vinícola Villaggio Grando, com a cultivar copa
84 Vermentino em cinco diferentes porta-enxertos (101-14 Mgt, Harmony, IAC 572, Paulsen 1103
85 e VR 043-43). As plantas foram conduzidas na forma de espaldeira com sistema de poda em
86 cordão esporonado. O clima da região, segundo a classificação de Koeppen, é do tipo Cfb,
87 mesotérmico, úmido, sem estação seca, com verão fresco (Pessenti et al., 2019).

88 As médias mensais de precipitação e temperatura do ar foram coletadas a partir da
89 mudança de cor das bagas até a maturação, pela estação meteorológica de Água Doce,
90 localizada na vinícola Villaggio Grando, por meio do banco de dados Epagri / Ciram.

91 Os vinhos foram elaborados nas safras 2020 e 2021 nas dependências da cantina
92 experimental da Epagri - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa
93 Catarina, estação experimental de Videira (Videira, SC/Brasil). As vinificações foram feitas
94 individualmente para cada porta-enxerto.

95 As uvas foram colhidas de forma manual e levadas para câmara fria a 2°C por 24 horas,
96 após esse período realizou-se o desengace e prensagem imediata, sendo o mosto levado a
97 *débourbage* a frio com bentonite (AEB Spa - Brescia, Itália) por 24 horas e inoculação de
98 leveduras selecionadas *Saccharomyces cerevisiae* PB2019 (Fermol Blanc-AEB - Bréscia,
99 Itália). A fermentação alcoólica ocorreu a temperatura de 17°C em tanques de aço inoxidável

100 não sendo submetidos à fermentação maloláctica. Após a estabilização a frio, foi adicionado
101 dióxido de enxofre (Vino Aromax AEB Spa - Brescia, Itália) e realizado o engarrafamento.

102 O experimento contou com delineamento inteiramente casualizado, com 3 repetições,
103 onde cada uma foi representada por uma garrafa, escolhidas aleatoriamente para as análises
104 físico-químicas (realizadas em triplicata), em esquema bifatorial (2x5), onde o fator A trata das
105 safras (2020 e 2021) e o fator B dos porta-enxertos (101-14 Mgt, Harmony, IAC 572, Paulsen
106 1103 e VR 043-43).

107 Avaliou-se o pH, determinado em peagômetro Meter AD1030®, diretamente no vinho,
108 e as determinações de acidez total (AT) foram realizadas por titulação da mostra, com solução
109 padronizada de NaOH 0,1N, adotando-se, como ponto final, o pH = 8,2, e o resultado expresso
110 em mEq.L⁻¹. A acidez volátil (AV) foi obtida pela destilação da amostra em equipamento
111 Cazenave-Ferré®, sendo recolhido 100 mL do destilado acrescido de fenolftaleína e titulado
112 com NaOH 0,1N adotando-se, como ponto final a presença da coloração rosa, expresso em
113 mEq.L⁻¹. O teor alcoólico foi medido em balança hidrostática após a destilação em destilador
114 enológico eletrônico Gibertini® e os resultados expressos em %. Para os açúcares redutores
115 (g.L⁻¹) utilizou-se o método DNS descrito por Rizzon (2010). A densidade foi determinada com
116 um densímetro de vidro Aton Paar®, expressa em g.cm³. O teor de SO₂ livre e total foi
117 determinado conforme metodologia proposta por Ripper (1892) e o resultado expresso em
118 mg.L⁻¹ de SO₂ livre e total. As análises de Cinzas foram realizadas conforme metodologia
119 proposta por Rizzon (2010), seu resultado expresso em g.L⁻¹.

120 A avaliação sensorial foi realizada por uma equipe de 10 julgadores previamente
121 treinados, e teve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos da
122 Universidade Federal de Pelotas, sob protocolo CAAE 62015922.0.0000.5317. Para a
123 caracterização dos vinhos foram utilizadas 3 taças ISO, cada uma com o vinho de um porta-
124 enxerto, dispostas de forma aleatória e codificadas com 3 dígitos, na bancada de avaliação. O

125 procedimento foi repetido para cada safra, totalizando 6 degustações por avaliador. As
126 avaliações foram feitas baseadas em uma escala quantitativa, com escores de 0 – imperceptível
127 e 10 – muito intenso, para os atributos visuais de turbidez e brilho, 0 – Amarelo esverdeado e
128 10 – Amarelo dourado, para o atributo visual tonalidade, 0 – imperceptível e 10 – muito intenso,
129 para os atributos olfativos floral, especiarias, frutado, defeitos e herbáceo, e para os atributos
130 gustativos acidez, doçura, amargor e retro gosto, 0 – Pouco e 10 – Muito para o atributo
131 gustativo persistência e de 0 - Péssimo e 10 – Excelente, para o aspecto global equilíbrio. A
132 tabela de avaliação sensorial está anexada como Figura 1.

133 Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando detectadas
134 efeitos de tratamento, procedeu-se o teste de comparação de médias pelo Teste de Tukey a 5%
135 de probabilidade de erro.

136 **Resultados e discussão**

137 Foram constatadas interação entre os fatores de tratamento para as variáveis
138 físicoquímicas avaliadas, exceto para as variáveis pH e densidade que apresentaram apenas
139 efeito simples dos tratamentos (Tabela 1).

140 A acidez titulável (AT) foi semelhante estatisticamente para os diferentes vinhos dos
141 porta-enxertos na safra 2021, entretanto ao comparar os vinhos entre as safras observou-se
142 menor AT na safra 2020. Essa diferença pode estar relacionada as condições climáticas de cada
143 ano, segundo Arias et al. (2022), baixas temperaturas implicam em menor degradação do ácido
144 málico dependente da temperatura, suficiente para aumentar a acidez total do vinho. Além
145 disso, a safra 2020 apresentou menor acidez nos vinhos dos porta-enxerto 101-14 Mgt e
146 Harmony. Esses porta-enxertos possuem característica de menor vigor quando comparados aos
147 demais, podendo antecipar a maturação das uvas, refletindo sobre a acidez total nos vinhos
148 (Leão et al., 2020). Entretanto, todos os vinhos apresentaram valores dentro do estabelecido

149 pela legislação brasileira, que indica valor mínimo de 40 mEq.L-1 e máximo de 130 mEq.L-1
150 (Brasil, 2018).

151 Comportamento semelhante foi observado em relação a acidez volátil (AV), nos vinhos
152 da safra 2021 de maior AV, exceto para os vinhos de Paulsen 1103 que alcançaram a maior AV
153 em 2020. Esse resultado indica que a safra 2020 apresentou melhores condições sanitárias para
154 produção da maioria dos vinhos, considerando que os ácidos voláteis são formados durante a
155 fermentação alcoólica, sendo sua quantidade dependente da composição do mosto, cepa de
156 leveduras e condições de fermentação (Bayram & Kayalar, 2018). Entretanto, a legislação
157 brasileira prevê máximo de 20 mEq.L-1 para vinhos de mesa, finos e nobres (Brasil, 2018),
158 estando todos os vinhos dentro dos limites estabelecidos.

159 A densidade dos vinhos foi menor na safra 2020, independente do porta-enxerto
160 utilizado. Embora estatisticamente tenha ocorrido diferença, na prática esse resultado não é
161 significativo, considerando que vinhos com fermentação completa apresentam densidade
162 inferior a 996 (Wurz et al., 2021), e portanto, todos os vinhos avaliados indicam fermentação
163 completa. Além disso, a densidade está relacionada ao teor de açúcar e grau alcoólico dos
164 vinhos, à medida que os açúcares são consumidos para a produção alcoólica, a densidade
165 diminui. (Maciel et al., 2020).

166 O teor alcoólico dos vinhos, por sua vez, é dependente do processo de fermentação, da
167 quantidade de açúcar presente nesta etapa e na atividade das leveduras que irão fazer a reação
168 de conversão do açúcar em álcool (Lins & Sartori, 2014). O teor alcoólico dos vinhos
169 independente da safra e do porta-enxerto utilizado ficou dentro dos padrões legais estabelecidos
170 pela legislação brasileira (Brasil, 2018). Considerando o porta-enxerto como fator de
171 tratamento, nota-se maior teor alcoólico quando utilizado o porta-enxerto Paulsen 1103 na safra
172 2020, e os porta-enxertos 101-14 Mgt e Harmony na safra 2021.

173 Entretanto considerando o fator de tratamento safra, a maior concentração alcoólica foi
174 obtida na safra 2020, podendo-se fazer uma relação desse resultado à maturação das uvas, já
175 que a menor acidez titulável e a maior concentração de açúcares redutores dessa safra leva a
176 associar que as uvas estavam com maior maturação que as da safra 2021. Entretanto,
177 independente da safra e do porta-enxerto, com base na avaliação de açúcares redutores, todos
178 os vinhos avaliados podem ser classificados como secos ($0 - 4 \text{ g.L}^{-1}$) e com fermentação
179 completa (Bayram & Kayalar, 2018).

180 O pH foi maior nos vinhos da safra 2020 independente do porta-enxerto avaliado,
181 entretanto, os vinhos do porta-enxerto Harmony apresentaram maior pH quando comparado aos
182 demais independente da safra. O controle do pH é necessário pois influencia vários aspectos,
183 como a cor, a eficiência do dióxido de enxofre, a acidez real e estabilidade microbológica
184 (Borges et al., 2019). Considera-se ideal valores de pH entre 3,0 e 3,6 dependendo do tipo de
185 vinho, cultivar e safra (Wurz et al., 2022), indicando que todas as amostras então dentro dos
186 padrões considerados ideais para variável pH.

187 Em relação às concentrações de SO_2 livre e total, destaca-se a safra de 2020 com as
188 maiores médias. A dose de SO_2 a ser aplicada nos vinhos pode variar de safra para safra, pois
189 está relacionada a diversos fatores, como o estado sanitário das uvas, temperatura, teor de
190 açúcares e pH do mosto ou do vinho (Bortoletto et al., 2015). Na prática a parte que proporciona
191 efeito protetor é o SO_2 Livre, sendo o considerado ideal para sua conservação valores em torno
192 de 30 mg.L^{-1} (Silva et al., 2015), os resultados encontrados no presente estudo estão abaixo do
193 considerado ideal na safra 2021, o que pode influenciar na eficiência de conservação do
194 produto.

195 A análise de cinzas foi superior apenas nos vinhos do porta-enxerto Harmony na safra
196 2020. As cinzas correspondem aos elementos minerais presentes no vinho (Rizzon et al., 2012),
197 sua avaliação é importante pois permite indicar práticas fraudulentas como o aguamento, a

198 aguardentação e a adição de outras substâncias minerais com objetivo de dissimular outros tipos
199 de fraudes, além disso permite calcular o valor nutritivo de um alimento, sendo o primeiro passo
200 para as posteriores análises de caracterização de minerais (Silva et al., 2020). A legislação
201 brasileira estabelece valor mínimo de $1,0 \text{ g.L}^{-1}$ para vinhos brancos e rosados (Brasil, 2018),
202 estando todos os vinhos analisados dentro dos padrões legais exigidos.

203 Os parâmetros sensoriais apresentaram diferença apenas para os aspectos visuais dos
204 vinhos. A turbidez foi mais intensa nos vinhos da safra 2020, com destaque para VR043-43
205 (2,29) e Harmony (1,78) ainda assim considerando a escala de intensidade de 0 a 10 pode-se
206 considerar esses vinhos com baixa turbidez. Já os vinhos da safra 2021 todos apresentaram notas
207 inferior a 1 para turbidez, indicando boa limpidez dos vinhos (Figura 2A). Diversos fatores
208 podem estar relacionados a maior turbidez nos vinhos, como o conteúdo de polifenóis, pH e
209 fatores de origem proteica ou não proteica (Ferreira et al., 2002). Entretanto a safra 2020, foi
210 acometida por maior acúmulo de chuvas no período de maturação, contribuindo para menor
211 sanidade dos cachos, podendo a turbidez visualizada ser uma resposta a essa menor sanidade.

212 O aspecto visual brilho, seguiu comportamento oposto a avaliação de turbidez,
213 indicando uma relação onde quanto mais límpido o vinho maior o brilho percebido pela equipe
214 de julgadores. A safra 2021 teve notas superiores a 7, indicando maior intensidade para os
215 vinhos dessa safra, independente do porta-enxerto utilizado, já a safra 2020 os porta-enxertos
216 VR043-43 e Harmony apresentaram notas inferiores a 6 indicando brilho intermediário (Figura
217 2B). Já em relação a tonalidade, os vinhos da safra 2021 apresentaram valores superiores a 4
218 indicando vinhos de tonalidade amarelo esverdeado com reflexos dourados e, os vinhos da safra
219 2020 tiveram valores inferiores a 3 indicando vinhos com maior intensidade da cor amarelo
220 esverdeado (Figura 2C).

221 Com base nos dados coletados pode-se observar que os porta-enxertos avaliados
222 comportam-se de forma diferente em relação à safra de cultivo, sendo necessário um estudo

223 mais prolongado para definir a interferência em relação a qualidade do vinho. Entretanto já fica
224 clara a interferência da safra de cultivo sobre as características de qualidade físico-químicas e
225 sensoriais, devendo ser realizado o monitoramento durante o cultivo e produção do vinho para
226 melhor aproveitamento da qualidade.

227 **Conclusão**

228 A qualidade físico-química e sensorial dos vinhos Manzoni Bianco em diferentes porta-
229 enxertos é dependente da safra de cultivo.

230 **Referências**

231 Arias LA, Berli F, Fontana A, Bottini R & Piccoli P (2022) Climate Change Effects on
232 Grapevine Physiology and Biochemistry: Benefits and Challenges of High Altitude as an
233 Adaptation Strategy. *Frontiers in Plant Science* 13:14

234 Bayram M & Kayalar M (2018) White wines from Narince grapes: impact of two
235 different grape provenances on phenolic and volatile composition. *OENO One* 52:81–92

236 Borges R, Fernandes C, Marques C, Matos C, Vilela A, Filipe-Ribeiro L, Nunes FM &
237 Cosme F (2019) Tratamento do vinho com resinas de troca iônica : impacto no pH. *Dossier*
238 *Química Alimentar* 18:27–29

239 Bortoletto AM, Alcarde AR, Carazzato C, Mendonça JA & Filho JAS (2015) Produção
240 de Vinho de Qualidade. Piracicaba, ESALQ

241 Brasil (2018) Instrução Normativa N° 14, De 8 De Fevereiro De 2018. Fica estabelecido
242 a complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho e derivados da uva e do
243 vinho. DOU, 09/03/2018, seção 4.

244 Caliari V (2018) Uva e vinho. Florianópolis, Epagri/Cepa.111-116p. (Síntese Anual
245 2017-2018).

246 Costa FS (2020) Análise mensal - Uva Industrial. In: Cia. Nac. Abast. - CONAB.
247 <http://www.conab.gov.br>. Accessed 9 Dec 2021

- 248 Ferreira RB, Piçarra-Pereira MA, Monteiro S, Loureiro VB & Teixeira AR (2002) The
249 wine proteins. *Trends in Food Science and Technology* 12:230–239
- 250 Kist BB, Carvalho C de & Beling RR (2021) Anuário brasileiro de Horti&Fruti 2021.
251 In: Anuário Bras. Horti&Fruti. [https://www.editoragazeta.com.br/produto/anuario-brasileiro-](https://www.editoragazeta.com.br/produto/anuario-brasileiro-de-horti-fruti-2020/)
252 [de-horti-fruti-2020/](https://www.editoragazeta.com.br/produto/anuario-brasileiro-de-horti-fruti-2020/). Accessed 9 Dec 2021
- 253 Leão PC de S, Chaves AR de M & Silva DJ (2020) Porta-enxertos e sua influência na
254 produtividade e desempenho agrônômico de videiras ‘ Syrah ’ e ‘ Chenin Blanc ’ no Vale do
255 São Francisco - Circular técnica 125. 12
- 256 Li M, Guo Z, Jia N, Yuan J, Han B, Yin Y, Sun Y, Liu C & Zhao S (2019) Evaluation
257 of eight rootstocks on the growth and berry quality of ‘Marselan’ grapevines. *Scientia*
258 *Horticulturae* 248:58–61
- 259 Lins AR & Sartori GV (2014) Qualidade fenólica e atividade antioxidante de vinhos
260 tintos produzidos no estado do Paraná. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais* 16:69–
261 76
- 262 Maciel SM, Santos ACM dos, Leite LP, Moreira FC, Rodrigues V, Kohn RAG &
263 Malgarim MB (2020) Impacts of dry pruning season on phenology and “Merlot” quality.
264 *Brazilian Journal of Development* 6:101965–101972
- 265 Malinovski LI, Brighenti AF, Borghezani M, Guerra MP, Silva AL, Porro D, Stefanini
266 M & Vieira HJ (2016) Viticultural performance of Italian grapevines in high altitude regions of
267 Santa Catarina State, Brazil. *Acta Horticulturae* 1115:203–210
- 268 Neto DD (2021) Viticultura: Produção nacional de uvas e derivados avança em todos os
269 segmentos. *Esalq/USP -Visão agrícola* 14:3
- 270 Porro D & Stefanini M (2016) Tecnologias para o desenvolvimento da vitivinicultura
271 de Santa Catarina: relatório das atividades desenvolvidas. Florianópolis, SC, EPAGRI

- 272 Ripper M (1892) Die schweflige Säure im Weine und deren Bestimmung. Journal für
273 Praktische Chemie 46:428–473
- 274 Rizzon LA (2010) Metodologia para análise de vinho. Brasília, Embrapa
- 275 Rizzon LA, Miele A & Scopel G (2012) Características Analíticas de Vinhos Riesling
276 Itálico da Serra Gaúcha. Current Agricultural Science and Technology 17:273–276
- 277 Rossdeutsch L, Schreiner RP, Skinkis PA & Deluc L (2021) Nitrate Uptake and
278 Transport Properties of Two Grapevine Rootstocks With Varying Vigor. Frontiers in Plant
279 Science 11:1–15
- 280 Silva MJR da, Tecchio MA, Moura MF, Brunelli LT, Imaizumi VM & Venturini Filho
281 WG (2015) Composição físico-química do mosto e do vinho branco de cultivares de videiras
282 em resposta a porta-enxertos. Pesquisa Agropecuária Brasileira 50:1105–1113
- 283 Silva FL, Martins LH da S, Toro MJU, Nascimento LES, Mesquita ECM & Santos EGS
284 dos (2020) Chemical characterization of Red Wines sold in Belém-PA Material e métodos.
285 Magistra 31:532–542
- 286 Wurz DA, Jastrombek JM, Maciel TAS, Almeida RS & Kowal AN (2021)
287 Caracterização físico-químico de vinhos de mesa tintos elaborados na região do Planalto Norte
288 Catarinense, safra 2019. Revista de Ciência e Inovação, 7:1–16.
- 289 Wurz DA, Nizer M, Arendartchuck C, Kowal AN, Almeida RS & Maciel TAS (2022)
290 Physicochemical composition of white table wines produced in the Planalto Norte Catarinense,
291 2020 vintage. Research, Society and Development 11:e9611225718

292

Figuras e Tabelas

293 Tabela 1. Características analíticas de vinhos da cultivar Manzoni Bianco em diferentes porta-
 294 enxertos e safras. Água Doce – SC / Brasil.

Porta-enxerto ⁽¹⁾	2020	2021	2020	2021
	AT		AV	
101-14 Mgt	82,59cB	103,30aA	8,95bB	9,80aA
Harmony	83,63cB	107,74aA	7,73cB	9,72aA
IAC 572	91,64abB	102,58aA	8,10cB	9,35aA
Paulsen 1103	90,74bB	107,49aA	10,13aA	8,10bB
VR043-43	91,90aB	104,70aA	8,05cB	9,56aA
	SO ₂ Total		SO ₂ Livre	
101-14 Mgt	168,64bA	88,00bB	77,68bA	19,20aB
Harmony	140,0dA	81,60cB	52,16dA	9,60bB
IAC 572	192,88aA	92,80aB	97,52aA	9,60bB
Paulsen 1103	149,44bA	78,40cB	71,73cA	11,20bB
VR043-43	192,88aA	67,20dB	97,52aA	8,00bB
	Açúcares redutores		Cinzas	
101-14 Mgt	3,81aA	1,85aB	1,36bA	1,31aA
Harmony	2,75cA	1,85aB	1,59aA	1,33aB
IAC 572	3,34bA	1,85aB	1,20bA	1,27aA
Paulsen 1103	3,06bcA	1,85aB	1,20bB	1,38aA
VR043-43	3,51abA	1,85aB	1,20bA	1,31aA
	Alcool	Densidade(2020 e 2021)	pH(2020 e 2021)	
101-14 Mgt	13,30bA	12,63abB	991,00b	3,24ab
Harmony	12,73cA	12,73aA	991,50ab	3,26a
IAC 572	12,88bcA	12,09bcB	991,75ab	3,17b
Paulsen 1103	13,78aA	12,13bcB	991,50ab	3,21b
VR043-43	13,28bA	11,93cB	992,12a	3,17b
Safra				
2020	-	-	990,6b	3,23a
2021	-	-	992,5a	3,19b

295 ⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha não diferem
 296 entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo. AT - Acidez titulável
 297 (mEq.L⁻¹), AV - Acidez volátil (mEq.L⁻¹), Densidade (g.cm⁻³), SO₂ Livre e total (mg.L⁻¹),
 298 Álcool (%), pH – Potencial hidrogeniônico, Açúcares redutores (g.L⁻¹), Cinzas (g.L⁻¹).

299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312

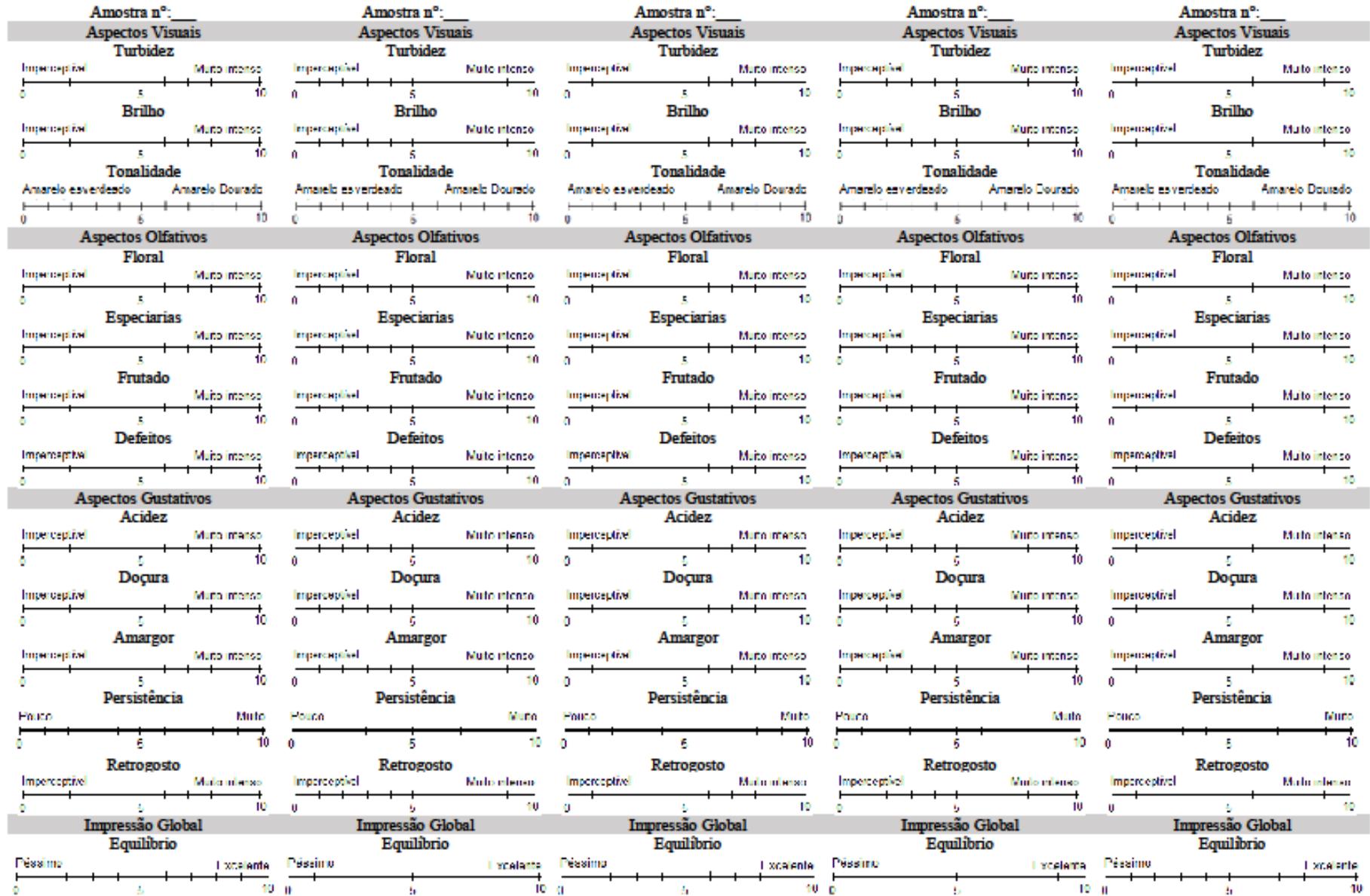
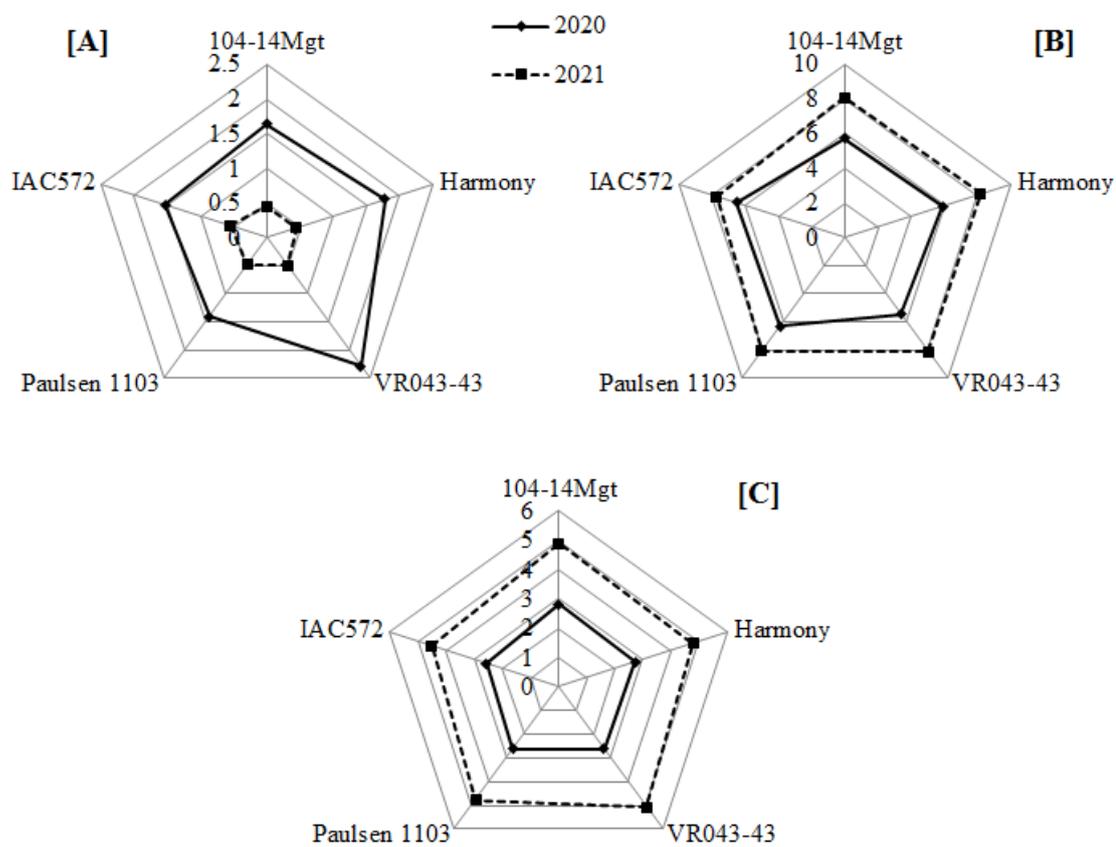


Figura 1. Ficha Sensoria Manzoni Bianco



313

314 Figura 2. Análise sensorial, parâmetros visuais dos vinhos da cultivar Manzoni em diferentes
 315 porta-enxertos e safras. [A] Turbidez, [B] Brilho, [C] Tonalidade.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final das pesquisas em campo, foi possível conhecer algumas particularidades da área produtiva e dos cultivares copa e porta-enxerto trabalhadas.

Os fatores mais limitantes em relação ao cultivo de uvas nas regiões de altitude de Santa Catarina, estão relacionados a passagem de chuvas de forma frequente e volumosa, durante o período vegetativo e reprodutivo da videira, além da maior possibilidade de ocorrência de geadas tardias.

Considerando esses fatores, as cultivares devem ser selecionadas de forma a tolerar tais condições. Abrindo uma janela importante para pesquisa referente a adaptação e seleção de cultivares para essas regiões.

Nessa pesquisa foram utilizados porta-enxertos com diferentes níveis de vigor, utilizando o sistema de poda sugerido pelo “projeto Trento”. Entretanto seria interessante reavaliar o sistema de poda conforme o vigor de cada porta-enxerto, ficando uma sugestão de pesquisa para trabalhos futuros.

As cultivares tintas em campo mostraram-se mais resistentes as doenças fúngicas quando comparadas com as brancas, principalmente em relação as doenças nos cachos, entretanto apresentaram as brotações mais precoces, o que é um fator de risco em determinadas safras, pela ocorrência das geadas tardias.

As cultivares brancas apresentaram bom potencial produtivo, entretanto devem ser acompanhadas de rigoroso monitoramentofitossanitário para controle de doenças como míldio e oídio, que prejudicaram consideravelmente a qualidade das uvas.

Em relação aos porta-enxertos, a dificuldade de pegamento do IAC 572 contribuiu para uma maior desuniformidade do vinhedo, fazendo-se necessário o replantio de várias parcelas, esse porta-enxerto de fato foi o de maior dificuldade de manejo, independente do cultivar copa sobre ele enxertado. Já o porta-enxerto Paulsen 1103 foi o mais uniforme em relação ao pegamento das plantas.

A necessidade da continuidade da pesquisa se faz presente, considerando que, por se tratar de um vinhedo jovem, algumas características relacionadas a juvenilidade das plantas podem mascarar alguns resultados, sejam relacionados a campo ou cantina. Além disso, seria interessante a replicação do estudo em outras áreas experimentais, afim de caracterizar a adaptação das cultivares a região.

Além dos dados coletados e das observações científicas, a realização do doutorado possibilitou o crescimento pessoal pela vivência com equipes de múltiplos conhecimentos, o aprendizado na prática do manejo em campo e o trabalho com pessoas de diferentes culturas, tornou particularmente gratificante todo o processo, trazendo a segurança como profissional no campo ou na pesquisa.

Dessa forma, deixo registrada toda minha gratidão aos profissionais e amigos que me receberam em Santa Catarina, a equipe da Epagri-Videira, a vinícola Villaggio Grando e, ao suporte recebido pela UFPel, através dos professores e colegas, meus sinceros agradecimentos.

6. REFERÊNCIAS

- BORGHEZAN, Marcelo et al. Comportamento vegetativo e produtivo da videira e composição da uva em São Joaquim, Santa Catarina. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, [s. l.], v. 46, n. 4, p. 398–405, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000400009>
- COSTA, Fábio Silva. Análise mensal - Uva Industrial. [S. l.], 2020. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 9 dez. 2021.
- KIST, Benno Bernardo; CARVALHO, Cleonice de; BELING, Romar Rudolfo. Anuário brasileiro de Horti&Fruti 2021. Santa Cruz do Sul, RS, 2021. Disponível em: <https://www.editoragazeta.com.br/produto/anuario-brasileiro-de-horti-fruti-2020/>. Acesso em: 9 dez. 2021.
- LI, Minmin et al. Evaluation of eight rootstocks on the growth and berry quality of 'Marselan' grapevines. *Scientia Horticulturae*, [s. l.], v. 248, n. December 2018, p. 58–61, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.12.050>
- MEDEIROS, Rosa Maria Vieira; LINDNER, Michele. Patrimônio, turismo e vitivinicultura: Marcas na paisagem. 1. ed. Alvorada, RS: Jad Editora Editoração Gráfica, 2021.
- NETO, Durval Dourado. Viticultura: Produção nacional de uvas e derivados avança em todos os segmentos. *Esalq/USP -Visão agrícola*, Piracicaba, SP, v. 14, p. 3, 2021.
- PALLADINI, Luiz Antonio et al. Potencial de cultivares de uvas viníferas nas regiões de altitude de Santa Catarina. Florianópolis: Epagri, 2021.
- PORRO, Duilio; STEFANINI, Marco. Tecnologias para o desenvolvimento da vitivinicultura de Santa Catarina: relatório das atividades desenvolvidas. Florianópolis, SC: EPAGRI, 2016.
- ROSSDEUTSCH, Landry et al. Nitrate Uptake and Transport Properties of Two Grapevine Rootstocks With Varying Vigor. *Frontiers in Plant Science*, [s. l.], v. 11, n. January, p. 1–15, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.608813>
- SANTOS, Henrique Pessoa dos. Aspectos ecofisiológicos na condução da videira e sua influência na produtividade do vinhedo e na qualidade dos vinhos Comunicado técnico 71. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006.
- ZANUS, Mauro Celso. Panorama da Vitivinicultura brasileira. In: , 2015, Bento Gonçalves. XV Congresso Latino-americano de Viticultura e Enologia XIII Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2015. p. 217–219.

7. ANEXOS



Figura 1. Instalação do vinhedo experimental. Vinícola Villaggio Grando, Água Doce-SC.



Figura 2. Cultivar Rebo. Vinícola Villaggio Grando, Água Doce-SC.



Figura 3. Cultivar Vermentino. Vinícola Villaggio Grando, Água Doce-SC.



Figura 4. Cultivar Sangiovese em mudança de cor. Vinícola Villaggio Grando, Água Doce-SC.



Figura 5. Coleta de amostras. Vinícola Villaggio Grando, Água Doce-SC.



Figura 6. Uvas cultivar Garganega, safra 2021. Vinícola Villaggio Grando, Água Doce-SC.

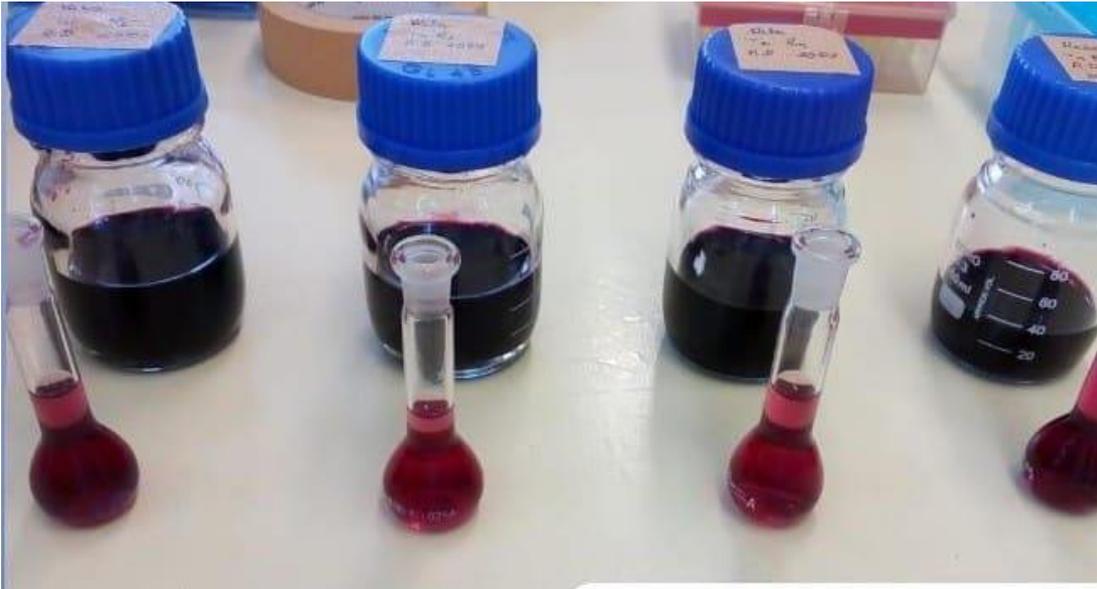


Figura 7. Solução para avaliação de compostos fenólicos, atividade antioxidante e antocianinas. Laboratório experimental EPAGRI, Videira-SC.



Figura 8. Enoteca da EPAGRI. Extação experimental de Videira-SC.



Figura 9. Sala de avaliação sensorial EPAGRI. Extação experimental de Videira-SC.



Figura 10. Amostra de vinho Sangiovese, safra 2020. EPAGRI, Videira-SC.