

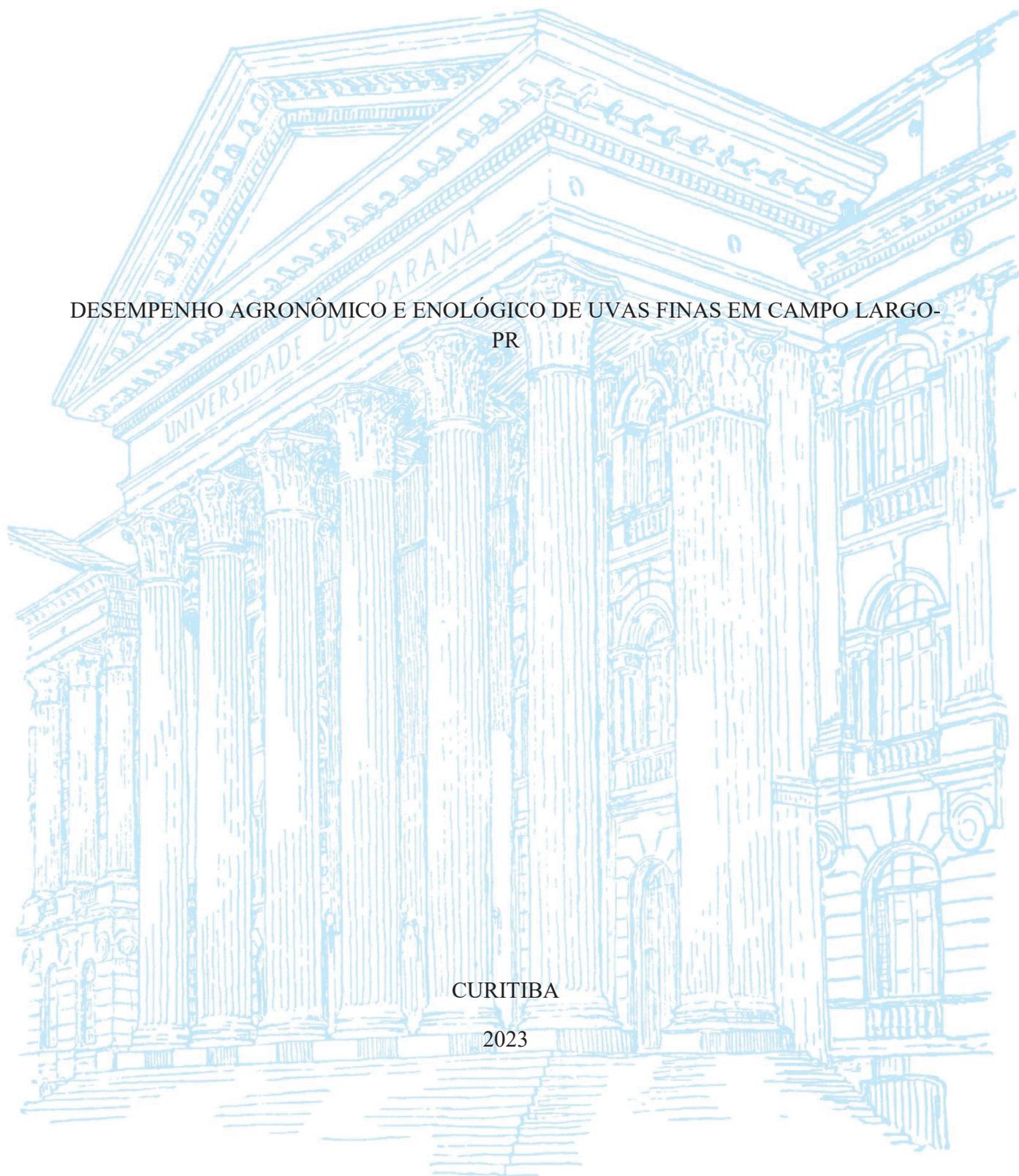
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BRUNO FARIAS BONIN

DESEMPENHO AGRONÔMICO E ENOLÓGICO DE UVAS FINAS EM CAMPO LARGO-  
PR

CURITIBA

2023



BRUNO FARIAS BONIN

DESEMPENHO AGRONÔMICO E ENOLÓGICO DE UVAS FINAS EM CAMPO LARGO-  
PR

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Orientador: Luiz Antonio Biasi

Co-orientador: Dr. José Luiz Marcon Filho

CURITIBA

2023

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Bonin, Bruno Farias

Desempenho agrônômico e enológico de uvas finas em Campo Largo - PR / Bruno Farias Bonin. – Curitiba, 2023.

1 recurso online: PDF.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal).

Orientador: Dr. Luiz Antonio Biasi

Coorientador: Dr. José Luiz Marcon Filho

1. Vinho e vinificação. 2. Cromatografia gasosa. 3. Consumo. 4. Uva - Cultivo. I. Biasi, Luiz Antonio. II. Marcon Filho, José Luiz. III. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal). IV. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AGRONOMIA  
(PRODUÇÃO VEGETAL) - 40001016031P6

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL) da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **BRUNO FARIAS BONIN** intitulada: **DESEMPENHO AGRONÔMICO E ENOLÓGICO DE UVAS FINAS EM CAMPO LARGO-PR**, sob orientação do Prof. Dr. LUIZ ANTONIO BIASI, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua **APROVAÇÃO** no rito de defesa.

A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 28 de Abril de 2023.

Assinatura Eletrônica

30/04/2023 22:08:36.0

LUIZ ANTONIO BIASI

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

02/05/2023 11:53:04.0

DANIEL FERNANDES DA SILVA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

30/04/2023 06:53:22.0

JOSE LUIZ MARCON FILHO

Avaliador Externo (VINÍCOLA LEGADO)

Assinatura Eletrônica

30/04/2023 14:51:28.0

ALBERTO FONTANELLA BRIGHENTI

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA)

Assinatura Eletrônica

15/05/2023 16:27:01.0

MARCOS ANTONIO DOLINSKI

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE TUIUTI DO PARANÁ)

Rua dos Funcionários, 1540 - CURITIBA - Paraná - Brasil

CEP 80035-050 - Tel: (41) 3350-5601 - E-mail: [pgapv@ufpr.br](mailto:pgapv@ufpr.br)

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal [Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015](#).

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 279944

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp> e insira o código 279944

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha mulher Gabriela e minha filha Catarina, que são minha motivação diária, minha força motriz, minha família. Obrigado por me acompanharem durante essa jornada de crescimento, aprendizado e na busca pelos nossos objetivos.

A meus pais que me propiciaram o maior bem existente, a vida, assim como, educação, carinho, afeto e que ao mesmo tempo sempre presentes, me propiciaram toda a liberdade para viver plenamente, sou eternamente grato aos meus pais. Agradeço ao meu irmão pela longa caminhada, lado a lado e também quando cada um seguiu seu caminho, agradeço pelas nossas diferenças, semelhanças e pelos incontáveis bons momentos.

Ao meu orientador, Luiz Antonio Biasi, por ser essa pessoa atenciosa, com uma empatia notável e que me passou toda a calma que precisei nos momentos de turbulência. Um exemplo de humildade, experiência e conhecimento. Um profissional exemplar e uma grande pessoa.

Aos profissionais da Vinícola Legado, que possibilitaram o desenvolvimento dessa pesquisa, auxiliando não só com a disponibilidade do vinhedo, como das instalações, laboratório, cantina e insumos, essenciais para o desenvolvimento do trabalho. Um agradecimento em especial ao José Luiz Marcon Filho, que me auxiliou como co-orientador e que sempre esteve disposto a auxiliar a pesquisa e o desenvolvimento da viticultura na região. Agradeço pelo apoio em meio as surpresas da vida e pela visão diferenciada em relação à viticultura.

Aos colegas que compartilharam as salas de aula, desde a infância, passando pelo colégio, faculdade e pós-graduação. Agradeço aos colegas da fruticultura e da uva, agradeço aos bolsistas que auxiliaram na realização das avaliações. Obrigado aos profissionais que me orientaram e me auxiliaram em momentos dessa caminhada de conhecimento, agradeço aos pesquisadores que são meus exemplos profissionais, obrigado Alberto, Biasi, Douglas, José, Betina, Emílio e ao meu pai Valdir Bonin.

Agradeço aos amigos, as amizades que atravessam décadas, aos que passaram rapidamente, aos grandes amigos da minha terra natal, aos amigos da faculdade, das aulas, dos estudos pela madrugada e das horas de descontração. Agradeço aos amigos pelos bons momentos. Carregamos um pouco de todos que passam nas nossas vidas, busco um pouco do melhor no próximo, assim como procuro deixar um pouco do melhor de mim. Obrigado.

## RESUMO

O consumo de vinhos finos apresentou um expressivo crescimento no Brasil nos anos 2020 e 2021. Novas regiões produtoras de uvas viníferas surgiram no país, principalmente regiões com altitudes acima de 700 m, devido a características edafoclimáticas favoráveis a produção dos frutos e de vinhos finos de qualidade. No presente trabalho foram desenvolvidos três experimentos paralelos, todos realizados em um vinhedo no município de Campo Largo, PR. O objetivo do primeiro experimento foi avaliar o desempenho agrônômico, as características físico-químicas das cultivares Cabernet Sauvignon, Fiano, Merlot, Pinot Noir e Viognier ao longo de cinco ciclos produtivos (2016/2017, 2017/2018, 2019/2020, 2020/2021 e 2021/2022), assim como avaliar o perfil sensorial e dos compostos voláteis dos vinhos das safras 2020/2021 e 2021/2022. Foram utilizadas fichas descritivas/quantitativas com escalas de notas para as análises sensoriais. Os compostos voláteis dos vinhos foram identificados por cromatografia gasosa (GC-MS/HS-SPME). Os resultados foram submetidos a teste de Skott-Knot a 5% de probabilidade e análise de componentes principais (PCA) foi realizada para os parâmetros produtivos, físicos-químicos e para os compostos voláteis dos vinhos avaliados. O segundo experimento teve como objetivo avaliar a influência da carga de gemas no desempenho agrônômico e enológico das cultivares de videiras Viognier e Fiano. As cultivares foram avaliadas em função da carga de gemas: 10, 20, 30 e 40 gemas planta<sup>-1</sup>. Foram avaliados os principais estádios fenológicos, assim como o desempenho agrônômico, maturação tecnológica, relações de área foliar e equilíbrio vegetativo-produtivo e avaliação econômica sob as diferentes cargas de gemas. Os tratamentos foram comparados pelo Teste de Tukey ( $p < 0.05\%$ ). O terceiro experimento teve objetivo de avaliar o desempenho agrônômico, as características físico-químicas e o perfil sensorial e dos compostos voláteis dos vinhos das cultivares viníferas Alvarinho, Chardonnay e Pinot Meunier durante as safras 2020/2021 e 2021/2022. Foram avaliadas as seguintes variáveis: produção de frutos por planta (kg), produtividade estimada ( $t\ ha^{-1}$ ), número de cachos por planta, pH, sólidos solúveis totais (SS), acidez total titulável (ATT), massa dos cachos, comprimento dos cachos, índice de compactação dos cachos, massa de poda, índice de Ravaz, índice de fertilidade, índice de polifenóis totais (IPT280), polifenóis totais (PT), antocianinas totais (AT) e taninos totais (TT). A análise sensorial dos vinhos foi realizada através dos parâmetros visuais, olfativos e gustativos, utilizando fichas descritivas e quantitativas com escalas de notas. Os compostos voláteis dos vinhos foram identificados via cromatografia gasosa. Para o primeiro experimento, o teor de sólidos solúveis (SS) variou de 18,1 °Brix ('Viognier') a 18,8 °Brix ('Fiano'). Além disso, a acidez titulável (ATT) variou de 98,7  $mEq\ L^{-1}$  ('Merlot') a 124,4  $mEq\ L^{-1}$  ('Cabernet Sauvignon') e o pH de 3,07 ('Fiano') a 3,22 ('Pinot Noir'). Todas às cinco cultivares em estudo apresentaram características físico-químicas e uma maturação tecnológica adequadas para a produção de vinhos finos de qualidade. No segundo experimento, a carga de 30 gemas por planta apresentou aumento da produtividade e manutenção das características físicas e de maturação tecnológica das uvas. Uma maior carga de gemas resultou em uma maior área foliar e em melhores relações entre crescimento vegetativo e produção. No entanto, a maior carga de gemas diminuiu a fertilidade das gemas e aumenta significativamente o tempo de manejo para realização de todos os tratamentos culturais. O aumento da carga de gemas não altera a maioria dos compostos voláteis dos vinhos de 'Viognier' e 'Fiano'. Entretanto, alguns compostos se apresentaram significativamente em maiores quantidades nos vinhos de menores cargas produtivas (10 gemas planta<sup>-1</sup>) como o diethyl succinate, linalol, citronellol e ethyl hexanoate. Para o terceiro trabalho, a maior produtividade foi encontrada para 'Pinot Meunier' ( $12,4\ t\ ha^{-1}$ ), o teor de sólidos solúveis (SS) variou de 17,5 °Brix ('Pinot Meunier')

a 22,8 °Brix ('Alvarinho'). A acidez titulável (ATT) das cultivares variou de 109,7 mEq L<sup>-1</sup> ('Chardonnay') a 188,2 mEq L<sup>-1</sup> ('Alvarinho') e o pH de 2,84 ('Avarinho') a 3,27 ('Pinot Meunier'). As cultivares Chardonnay e Pinot Meunier apresentaram parâmetros adequados na análise sensorial, assim como características físico-químicas e uma maturação tecnológica adequadas para a produção de vinhos finos e vinhos espumantes de qualidade sob as condições edafoclimáticas de Campo Largo, PR. Vinte e seis compostos voláteis foram identificados po GC-MS/HS-SPME, para os vinhos em estudo, sendo os de maior prevalência os álcoois superiores e os ésteres.

**Palavras-chave:** vitivinicultura, desempenho agronômico, vinificação, carga de gemas, equilíbrio vegetativo, cromatografia gasosa.

## ABSTRACT

The consumption of wines had significant growth in Brazil in the years 2020 and 2021. New wine-growing regions have emerged in the country, regions with altitudes above 700 m, due to favorable edaphoclimatic characteristics to the production of the fruit and for the elaboration of quality fine wines. In the present work, it carried out three parallel experiments, all carried out in a vineyard in the municipality of Campo Largo, PR. The objective of the first experiment was to evaluate the agronomic performance, the physicochemical characteristics of Cabernet Sauvignon, Fiano, Merlot, Pinot Noir and Viognier cultivars over five production cycles (2016/2017, 2017/2018, 2019/2020, 2020/2021 and 2021/2022), as well as evaluating the sensory and volatile compounds profile of wines from the 2020/2021 and 2021/2022 harvests. Descriptive/quantitative forms with rating scales were used for sensory analysis. Volatile compounds in wines were identified by gas chromatography (GC-MS/HS-SPME). The results were submitted to the Skott-Knot test at 5% probability and principal component analysis (PCA) was carried out for the productive, physical-chemical parameters and for the volatile compounds of the wines. The second experiment aimed to evaluate the influence of bud load on the agronomic and enological performance of Viognier and Fiano grapevine cultivars. Cultivars were evaluated according to bud load: 10, 20, 30 and 40 buds/plant. The main phenological stages were evaluated, as well as agronomic performance, technological maturation, leaf area relationships, vegetative-productive balance and economic evaluation under different bud loads. Treatments were compared by Tukey's Test ( $p < 0.05\%$ ). A third experiment aimed to evaluate the agronomic performance, the physicochemical characteristics and the sensory and volatile compounds profile of the wines of the Alvarinho, Chardonnay and Pinot Meunier wine cultivars during the 2020/2021 and 2021/2022 harvests. The following variables were evaluated: fruit production per plant (kg), estimated productivity ( $t\ ha^{-1}$ ), number of bunches per plant, pH, total soluble solids (SS), total titratable acidity (ATT), weight of bunches, bunch length, bunch compaction index, pruning weight, Ravaz index, fertility index, total polyphenols index (IPT280), total polyphenols (PT), total anthocyanins (AT) and total tannins (TT). Sensorial analysis of the wines was carried out through the visual, olfactory and gustatory parameters using descriptive and quantitative sheets with rating scales. The volatile compounds in the wines were identified via gas chromatography. For the first experiment, the soluble solids (SS) content varied from 18.1 °Brix ('Viognier') to 18.8 °Brix ('Fiano'). Furthermore, the titratable acidity (ATT) ranged from 98.7  $mEq\ L^{-1}$  ('Merlot') to 124.4  $mEq\ L^{-1}$  ('Cabernet Sauvignon') and pH 3.07 ('Fiano') to 3.22 ('Pinot Noir'). All five cultivars under study presented physical-chemical characteristics and technological maturation suitable for the production of quality fine wines. In the second experiment, the load of 30 buds per plant showed an increase in productivity and maintenance of the physical and technological maturation characteristics of the grapes. A higher bud load resulted in a larger leaf area and better relationships between vegetative growth and production. However, the higher load of buds decreases the fertility of the buds and significantly increases the management time to carry out all the cultural treatments. The increase in bud load does not alter most of the volatile compounds in 'Viognier' and 'Fiano' wines. However, some compounds were significantly higher in wines with lower yields (10 buds/plant) such as diethyl succinate, linalol, citronellol, and ethyl hexanoate. For the third work, the highest productivity was found for 'Pinot Meunier' ( $12.4\ t\ ha^{-1}$ ), the soluble solids (SS) content varied from 17.5 °Brix ('Pinot Meunier') to 22.8 °Brix ('Alvarinho'). The titratable acidity (ATT) of the cultivars ranged from 109.7  $mEq\ L^{-1}$  ('Chardonnay') to 188.2  $mEq\ L^{-1}$  ('Alvarinho') and pH from 2.84 ('Alvarinho')

to 3.27 ('Pinot Meunier'). The Chardonnay and Pinot Meunier cultivars showed adequate parameters in the sensory analysis, as well as physical-chemical characteristics and technological maturation suitable for the production of fine wines and quality sparkling wines under the edaphoclimatic conditions of Campo Largo, PR. Twenty-six volatile compounds were identified by GC-MS/HS-SPME, for the wines under study, the higher alcohols and esters being the most prevalent.

**Keywords:** viticulture, agronomic performance, vinification, bud load, vegetative balance, gas chromatography.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cacho da cultivar Cabernet Sauvignon. ....	21
Figura 2. Cacho da cultivar Merlot. ....	22
Figura 3. Cacho da cultivar Pinot Meunier. ....	23
Figura 4. Cacho da cultivar Pinot Noir. ....	25
Figura 5. Cacho da cultivar Alvarinho. ....	26
Figura 6 Cacho da cultivar Chardonnay. ....	27
Figura 7. Cacho da cultivar Fiano. ....	29
Figura 8. Cacho da cultivar Viognier. ....	30
Figura 9. Massa do material vegetal após a poda. Campo Largo, PR. 2021. ....	47
Figura 10. Amostra de cachos. Campo Largo, PR. 2020. ....	48
Figura 11. Avaliação Física dos cachos. Campo Largo, PR. 2020. ....	48
Figura 12. Avaliação de Sólidos Solúveis Totais e Acidez Total Titulável e pH na safra de 2020/2021. Campo Largo, PR. ....	50
Figura 13. Preparação dos extratos, centrifugação e avaliação de antocianinas, polifenóis e taninos no espectrofotômetro, Curitiba, PR, 2022. ....	52
Figura 14. Microvinificação nas garrafas com batoque hidráulico. Safra 2021/2022. Campo Largo, PR. ....	53
Figura 15. Envase dos vinhos. Merlot safra 2020/2021. Campo Largo, PR. ....	54
Figura 16. Avaliação sensorial, NEUVIN/UFSC. Florianópolis, SC, 2022. ....	56
Figura 17. Preparação das amostras para cromatografia gasosa, UFSC. Curitiba, SC, 2022. ....	58
Figura 18. Avaliação dos vinhos por cromatografia gasosa, UFSC. Curitiba, SC, 2022. ....	58

Figura 19. Análise de componentes principais (PCA) das cultivares Cabernet Sauvignon, Fiano, Merlot, Pinot Noir e Viognier para as safras 2016/2017, 2017/2018, 2019/2020, 2020/2021 e 2021/2022. ....	68
Figura 20. Análise de componentes principais (PCA) dos compostos voláteis dos vinhos das cultivares Cabernet Sauvignon, Fiano, Merlot, Pinot Noir e Viognier safras 2020/2021 e 2021/2022, produzidos em Campo Largo, PR.....	86
Figura 21. Análise sensorial e perfil aromático do cultivar Merlot Safras 2022 e 2021. ....	70
Figura 22. Análise sensorial e perfil aromático do cultivar Cabernet Sauvignon Safras 2022 e 2021. ....	71
Figura 23. Análise sensorial e perfil aromático do cultivar Pinot Noir Safras 2022 e 2021. ....	73
Figura 24. Análise Sensorial e perfil aromático da cultivar Viognier Safras 2022 e 2021.....	74
Figura 25. Análise Sensorial e perfil aromático do cultivar Fiano Safras 2022 e 2021. ....	76
Figura 26. Diferentes cargas de gemas para videiras ( <i>Vitis vinifera</i> ) conduzidas em Guyot arqueado. Tratamentos com 10 gemas (A), 20 gemas (B), 30 gemas (C) e 40 gemas (D) em Campo Largo, PR. ....	91
Figura 27. Precipitação acumulada (mm), temperatura média mensal máxima (°C) e temperatura média mensal mínima (°C) de Campo Largo, PR, nos ciclos 2019/2020 e 2020/2021.....	92
Figura 28. Avaliação de área das folhas no medidor WINRIZO para as cultivares Viognier e Fiano na safra de 2020/2021. Curitiba, PR. ....	94
Figura 29. Avaliação de Sólidos Solúveis Totais e Acidez Total Titulável e pH na safra de 2020/2021. Campo Largo, PR. ....	96
Figura 30. Preparo das uvas para o início da vinificação. Campo Largo, PR. 2020. ....	97
Figura 31. Vinhos da cultivar Viognier após a microvinificação, safra de 2021/2022. Campo Largo, PR.....	98
Figura 32. . Preparação das amostras em triplicata para as diferentes cargas de gemas, cultivar Fiano. UFSC, Curitiba, SC, 2022.....	100

Figura 33. Crescimento médio dos ramos da videira Viognier ( <i>Vitis vinifera</i> ), durante a safra de 2019 /2020, Campo Largo, PR. ....	109
Figura 34. Crescimento médio dos ramos da videira Viognier ( <i>Vitis vinifera</i> ), durante as safras 2020/2021, Campo Largo, PR. ....	110
Figura 35. Efeito da carga de gemas na evolução dos Sólidos Solúveis Totais e da Acidez Total Titulável da videira Viognier ( <i>Vitis vinifera</i> ), safra 2019 /2020. Campo Largo, PR.....	113
Figura 36. Efeito da carga de gemas na evolução dos Sólidos Solúveis Totais da videira Viognier ( <i>Vitis vinifera</i> ), safra 2020 /2021. Campo Largo, PR. ....	114
Figura 37. Crescimento dos ramos da videira Fiano ( <i>Vitis vinifera</i> ), safra 2019 /2020. Campo Largo, PR. ....	123
Figura 38. Crescimento médio dos ramos da videira Fiano ( <i>Vitis vinifera</i> ) durante a safra de 2020/2021, Campo Largo, PR. ....	124
Figura 39. Efeito da carga de gemas na evolução dos Sólidos Solúveis Totais e Acidez Total Titulável da videira Fiano ( <i>Vitis vinifera</i> ), safra 2019 /2020. Campo Largo, PR.....	127
Figura 40. Efeito da carga de gemas na evolução dos Sólidos Solúveis Totais e Acidez Total Titulável da videira Fiano ( <i>Vitis vinifera</i> ), safra 2020/2021. Campo Largo, PR.....	128
Figura 41. Precipitação acumulada (mm), temperatura média mensal máxima (°C) e temperatura média mensal mínima (°C) de Campo Largo, PR, das safras 2019/2020, 2020/2021 e 2021/2022. ....	136
Figura 42. Microvinificação nas garrafas com batoque hidráulico. Safra 2021/2022. Campo Largo, PR.....	141
Figura 43. Avaliação sensorial, NEUVIN/UFSC. Florianópolis, SC, 2022. ....	143
Figura 44. Análise Sensorial e perfil aromático do cultivar Pinot Meunier Safras 2022 e 2021. ....	150
Figura 45. Análise Sensorial e perfil aromático do cultivar Alvarinho Safra 2022.....	151
Figura 46. Análise Sensorial e perfil aromático do cultivar Chardonnay Safras 2022 e 2021... ..	153

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Médias mensais e desvios padrão dos elementos climáticos: temperatura média do ar (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), radiação solar média diária (RD) e pluviosidade total acumulada de 2016 a 2022, SIMEPAR, Lapa, PR, Brasil. .... 46
- Tabela 2. Data média de ocorrência dos principais estádios fenológicos para as cultivares Cabernet Sauvignon, Fiano, Merlot, Pinot Noir e Viognier para as safras (2016/2017, 2017/2018, 2019/2020, 2020/2021 e 2021/2022). Campo Largo, PR. .... 61
- Tabela 3. Produção, Produtividade estimada, Massa de cacho, comprimento do cacho e número de cachos por planta das cultivares Cabernet Sauvignon, Fiano, Merlot, Pinot Noir e Viognier em cinco safras (2016/2017, 2017/2018, 2019/2020, 2020/2021 e 2021/2022). Campo Largo, PR, Brasil. .... 63
- Tabela 4. Massa de poda, índice de Ravaz e índice de fertilidade de cinco cultivares de uva para vinho em quatro safras (2016/2017, 2017/2018, 2019/2020, 2020/2021 e 2021/2022). Campo Largo, PR, Brasil. .... 64
- Tabela 5. Valores médios e coeficientes de variação (%) para teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (ATT), pH, índice de polifenóis totais (IPT280), polifenóis totais (PT) ( $\text{mg L}^{-1}$  de ácido gálico), Teor antocianinas totais (TTA) e Taninos totais (TT) das cultivares Cabernet Sauvignon, Fiano, Merlot, Pinot Noir e Viognier, Campo Largo, PR, Brasil. .... 65
- Tabela 6. Compostos voláteis dos vinhos das cultivares Cabernet Sauvignon, Fiano, Merlot, Pinot Noir e Viognier (2020/2021 e 2021/2022). Campo Largo, PR, Brasil. .... 79
- Tabela 7. Concentração dos compostos voláteis com Valor de odor ativo (VOA) > 1, Limiar de percepção olfativa (LPO) das cultivares Cabernet Sauvignon, Fiano, Merlot, Pinot Noir e Viognier (2020/2021 e 2021/2022). Campo Largo, PR, Brasil. .... 84
- Tabela 8. Número de gemas por tratamento para as cultivares Viognier e Fiano. Campo Largo, PR. .... 91
- Tabela 9. Efeito da carga de gemas na fenologia (% Brotação) da videira Viognier (*Vitis vinifera*), Safra 2019/2020 e 2020/2021. Campo Largo, PR. .... 102
- Tabela 10. Efeito da carga de gemas na fenologia (% Floração) da videira Viognier (*Vitis vinifera*), Safra 2019/2020 e 2020/2021. Campo Largo, PR. .... 103

Tabela 11. Efeito da carga de gemas na fenologia (% Virada de cor das bagas) da videira Viognier e Fiano ( <i>Vitis vinifera</i> ), Safra 2019/2020 e 2020/2021. Campo Largo, PR.....	104
Tabela 12. Efeito da carga de gemas nas variáveis produtivas da videira Viognier ( <i>Vitis vinifera</i> ), Safra 2019/2020 e 2020/2021. Campo Largo, PR. ....	105
Tabela 13. Efeito da carga de gemas nas variáveis vegetativas da videira da videira Viognier ( <i>Vitis vinifera</i> ), Safra 2019/2020 e 2020/2021. Campo Largo, PR. ....	107
Tabela 14. Efeito da carga de gemas na fertilidade de gemas (% gemas férteis) da videira Viognier ( <i>Vitis vinifera</i> ), safras 2020 e 2021. Campo Largo, PR. ....	111
Tabela 15. Efeito da carga de gemas na composição dos cachos da videira Viognier ( <i>Vitis vinifera</i> ), safras 2020 e 2021. Campo Largo, PR. ....	112
Tabela 16. Efeito da carga de gemas na composição química das bagas da videira Viognier ( <i>Vitis vinifera</i> ), safra 2020 e 2021. Campo Largo, PR. ....	112
Tabela 17. Efeito da carga de gemas Efeito da carga de gemas na avaliação econômica para realização do manejo de poda e colheita da videira Viognier ( <i>Vitis vinifera</i> ), safras 2019/2020 e 2020/2021. Campo Largo, PR. ....	115
Tabela 18. Compostos voláteis dos vinhos do cultivar Viognier para as diferentes cargas de gemas. Campo Largo, PR, Brasil. ....	116
Tabela 19. Efeito da carga de gemas na fenologia (% Brotação) Fiano ( <i>Vitis vinifera</i> ), safra 2019/2020 e 2020/2021. Campo Largo, PR.....	119
Tabela 20. Efeito da carga de gemas na fenologia (% Floração) da videira Fiano ( <i>Vitis vinifera</i> ), safra 2019/2020 e 2020/2021. Campo Largo, PR.....	119
Tabela 21. Efeito da carga de gemas na fenologia (% Virada de cor das bagas) da videira Fiano ( <i>Vitis vinifera</i> ), safra 2019/2020. Campo Largo, PR.....	120
Tabela 22. Efeito da carga de gemas nas variáveis produtivas da videira Fiano ( <i>Vitis vinifera</i> ), safra 2019/2020 e 2020/2021. Campo Largo, PR.....	121
Tabela 23. Efeito da carga de gemas nas variáveis vegetativas da videira da videira Fiano ( <i>Vitis vinifera</i> ), safra 2019/2020 e 2020/2021. Campo Largo, PR. ....	122

Tabela 24. Efeito da carga de gemas na fertilidade de gemas (% gemas férteis) basais, medianas e apicais da videira Fiano ( <i>Vitis vinifera</i> ), safra 2019/2020 e 2020/2021. Campo Largo, PR. ....	125
Tabela 25. Efeito da carga de gemas na composição dos cachos da videira Fiano ( <i>Vitis vinifera</i> ), safra 2019/2020 e 2020/2021. Campo Largo, PR.....	126
Tabela 26. Efeito da carga de gemas na composição dos cachos da videira Fiano ( <i>Vitis vinifera</i> ), safra 2019 e 2020. Campo Largo, PR. ....	127
Tabela 27. Efeito da carga de gemas Efeito da carga de gemas na avaliação econômica para realização do manejo de poda e colheita da videira Fiano ( <i>Vitis vinifera</i> ), safras 2020 e 2021. Campo Largo, PR.....	129
Tabela 28. Compostos voláteis dos vinhos da cultivar Fiano para as diferentes cargas de gemas. Campo Largo, PR, Brasil. ....	130
Tabela 29. Data média de ocorrência dos principais estádios fenológicos para as cultivares Pinot Meunier, Chardonnay e Alvarinho para as safras 2020/2021 e 2021/2022. Campo Largo, PR.	146
Tabela 30. Produção, produtividade estimada, massa da poda, índice de Ravaz e índice de fertilidade, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (ATT) e pH das cultivares Pinot Meunier, Chardonnay e Alvarinho, safras 2020/2021 e 2021/2022. Campo Largo, PR, Brasil. ....	147
Tabela 31. Massa do cacho, comprimento do cacho, massa da poda, número de cachos por planta, índice de Ravaz e índice de fertilidade das cultivares Pinot Meunier, Chardonnay e Alvarinho, safras 2020/2021 e 2021/2022. Campo Largo, PR, Brasil.....	148
Tabela 32. Valores médios e coeficientes de variação (%) para índice de polifenóis totais (IPT280), polifenóis totais (PT) (mg L <sup>-1</sup> de ácido gálico), Teor antocianinas totais (TTA) e Taninos totais (TT) das cultivares Pinot Meunier, Chardonnay e Alvarinho, Campo Largo, PR, Brasil. ....	149
Tabela 33. Composto voláteis dos vinhos das cultivares Alvarinho, Chardonnay e Pinot Meunier (2020/2021 e 2021/2022). Campo Largo, PR, Brasil. ....	154
Tabela 34. Concentração dos compostos voláteis com VOA > 1 para os vinhos das cultivares Alvarinho, Chardonnay e Pinot Meunier (2020/2021 e 2021/2022). Campo Largo, PR, Brasil.	157

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL .....	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	18
2.1	A VIDEIRA, HISTÓRICO E CENÁRIO NACIONAL .....	18
2.2	CULTIVARES TINTAS .....	20
2.2.1	Cabernet Sauvignon.....	20
2.2.2	Merlot .....	21
2.2.3	Pinot Meunier .....	22
2.2.4	Pinot Noir .....	24
2.3	CULTIVARES BRANCAS .....	25
2.3.1	Alvarinho .....	25
2.3.2	Chardonnay.....	26
2.3.3	Fiano .....	27
2.3.4	Viognier .....	29
2.4	VITICULTURA E FENOLOGIA DA VIDEIRA .....	30
2.5	MATURAÇÃO TECNOLÓGICA E COMPOSTOS DA UVA.....	33
2.6	COMPOSTOS FENÓLICOS E VOLÁTEIS .....	35
2.7	AROMA DOS VINHOS .....	37
2.8	CARGA DE GEMAS E O EQUILÍBRIO VEGETATIVO-PRODUTIVO.....	40
3	CAPITULO 1 – DESEMPENHO DE CULTIVARES VINÍFERAS EM CAMPO LARGO, PR.....	43
3.1	INTRODUÇÃO .....	43
3.2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	44
3.2.1	Área experimental.....	44
3.2.2	Variáveis Avaliadas .....	45
3.2.3	Delineamento e Análise Estatística .....	59
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	60
3.4	CONCLUSÃO .....	87
4	CAPÍTULO 2 - INFLUÊNCIA DA CARGA DE GEMAS NO DESEMPENHO AGRÔNOMICO E ENOLÓGICO DAS VIDEIRAS ‘VIOGNER’ E ‘FIANO’ EM CAMPO LARGO, PR.....	88
4.1	INTRODUÇÃO .....	88
4.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	90
4.2.1	Área experimental.....	90
4.2.2	Tratamentos .....	90
4.2.3	Variáveis avaliadas .....	92
4.2.4	Delineamento experimental e Análise Estatística dos Dados.....	101
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	101

4.3.1	'Viognier' .....	101
4.3.2	'Fiano' .....	118
4.4	CONCLUSÃO .....	132
5	CAPITULO 3 – AVALIAÇÃO AGRONÔMICA E VITÍCOLA DE VIDEIRAS VINÍFERAS NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DE CAMPO LARGO, PR.....	133
5.1	INTRODUÇÃO .....	133
5.2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	134
5.2.1	Área experimental.....	134
5.2.2	Variáveis Avaliadas .....	135
5.2.3	Delineamento e Análise Estatística .....	145
5.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	145
5.4	CONCLUSÃO .....	158
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	159
7	REFERÊNCIAS .....	161
8	ANEXOS .....	180

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A área de produção vitivinícola no Brasil soma 75 mil hectares, com uma produção total de 1.697.680 toneladas de uvas no ano de 2021 (IBGE, 2022; MELLO & MACHADO, 2022). A grande extensão territorial brasileira e a presença de distintos tipos de climas e biomas, propiciam a viticultura nacional uma ampla diversidade nos sistemas de cultivo, assim como nos recursos genéticos melhores adaptados a cada região.

Um dos segmentos promissores da viticultura brasileira é a produção de uvas da espécie *Vitis vinifera*. O cultivo de uvas finas se desenvolveu tradicionalmente no Sul do Brasil, principalmente no estado do Rio Grande do Sul, entretanto, com o desenvolvimento tecnológico da atividade o cultivo de videiras *Vitis vinifera* se difundiu por diversas regiões do país, incluindo o estado do Paraná.

Após anos em declínio, no ano de 2019 o estado do Paraná apresentou aumento de 11% na área vitícola, totalizando com 4.000 hectares plantados, sendo que essa área de produção se mantém estável até o ano de 2021. O Paraná ocupa o sexto lugar em produção de uvas no Brasil no ano de 2021, com aproximadamente 57 mil toneladas de uvas produzidas (MELLO & MACHADO, 2022).

O estado do Paraná acompanha o crescimento brasileiro na produção de vinhos finos e espumantes, todavia ainda existe uma escassez de estudos e informações sobre o manejo e produção de uvas viníferas na região. Os estudos envolvendo novos “terroirs”, com potencial para a produção de vinhos finos, são indispensáveis e fundamentais para o crescimento da atividade vitícola em diferentes regiões. Portanto, é essencial a caracterização das condições climáticas, da fenologia das videiras, da qualidade físico-química, fenólica e organoléptica das uvas assim como dos vinhos produzidos.

A qualidade e a tipicidade de um vinho dependem de fatores naturais como o solo, o clima, e a safra; de fatores biológicos relacionados com a escolha das cultivares e porta-enxertos; fatores agronômicos influenciados pelo sistema de condução e dos tratamentos culturais; e por fatores enológicos, relacionados ao processo de vinificação. A junção de todos esses fatores é o que compõe o “terroir” de uma região, sendo o conhecimento desse conjunto essencial para o desenvolvimento da atividade vitícola em uma determinada região. Todavia, para a entrada em mercados exigentes, como o mercado vitícola, são fundamentais estudos a cerca do manejo as

distintas condições locais para oferecer um produto de elevada qualidade e que seja viável economicamente para os viticultores. Neste sentido, são necessários estudos que compreendam a relação entre clima, fenologia, produção e qualidade da uva e do vinho para se identificar as cultivares e produtos potenciais para cada região.

Considerando que, o cultivo de videiras *Vitis vinifera* é recente na Região Metropolitana de Curitiba, quando comparado a tradicionais regiões produtoras do Brasil, se torna essencial que sejam desenvolvidos estudos que forneçam resultados para informar os produtores locais. Estas informações abrangem tanto a escolha de cultivares adaptadas, quanto ao manejo agrônomo mais adequado à cultura da videira, de modo a se explorar da melhor maneira possível, as condições edafoclimáticas da região.

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar o desempenho vitícola e a adaptação de cultivares de videiras viníferas, nas condições climáticas da Campo Largo, PR. Os objetivos específicos foram: avaliar o desempenho agrônomo, a maturação tecnológica e o ciclo fenológico das videiras viníferas; caracterizar sensorialmente e analisar a composição dos compostos voláteis dos vinhos das cultivares em estudo; avaliar diferentes cargas de gemas (10, 20, 30 e 40 gemas) na produção das cultivares Viognier e Fiano; identificar as cultivares mais adaptadas para esta região vitivinícola e selecionar as cultivares com alto potencial viti-enológico para cultivo em Campo Largo, Paraná.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A VIDEIRA, HISTÓRICO E CENÁRIO NACIONAL

A videira é uma planta pertencente à família Vitaceae, cujas principais cultivares comerciais pertencem ao gênero *Vitis*. Muitos pesquisadores acreditam que sua origem iniciou na Região do Cáucaso (noroeste da Turquia, norte do Iraque, Azerbaijão e Geórgia). Difundiu-se e adaptou-se paulatinamente a diversas regiões do globo terrestre. Sua difusão ocorreu em duas principais direções, uma américo-asiática e outra euro-asiática, originando as cultivares de videira chamadas americanas, principalmente da espécie *Vitis labrusca* e outras chamadas europeias, principalmente da espécie *Vitis vinifera* (JACKSON, 2008).

A videira é uma planta perene, lenhosa, caducifólia, sarmentosa e provida de gavinhas, que são órgãos de sustentação. A família Vitaceae apresenta 11 gêneros e aproximadamente 450 espécies, das quais a *Vitis labrusca* (uvas comuns) e a *Vitis vinifera* (uvas finas) são as espécies de maior interesse econômico (KISHINO, 2007). Acredita-se que a videira foi se diversificando através de mutações somáticas ou por plantas originárias de sementes, e adquiriu diversas formas e variações (SOUSA, 1996). O gênero *Vitis* é o de maior importância da família Vitaceae, possui aproximadamente 17 mil cultivares, distribuídas em três centros de origem: asiático, americano e euro-asiático (LIU et al., 2016). A videira é cultivada em todas as regiões temperadas e tropicais do mundo, sendo amplamente utilizada na indústria de vinho, frutas secas, frutas frescas e sucos (THIS et al., 2006; LI et al., 2018). No entanto, para a produção de vinho de alta qualidade, são recomendadas cultivares da espécie *Vitis vinifera*, pois apresentam frutos com melhores características para a vinificação, sendo responsáveis por 90% dos vinhos produzidos no mundo (CHEN et al., 2018). A videira *Vitis vinifera* é representada por um grande número de cultivares, tanto de uvas para vinhos finos como também de uvas de mesa e para a produção de passas, sendo as cultivares Chardonnay, Muscat Petit Grain, Sauvignon Blanc e Viognier, para vinhos brancos e, Cabernet Sauvignon, Malbec, Melot, Petit Verdot, Pinot Noir e Syrah, para vinhos tintos, integrantes do grupo das cultivares de uvas viníferas mais importantes do mundo para a elaboração de vinhos finos (CAMARGO, 2011).

O cultivo da videira chegou ao Brasil por volta de 1540, na Capitania de São Vicente (GIOVANNINI, 2008), e foi introduzida no Rio Grande do Sul em 1626 pelo jesuíta Roque Gonzáles de Santa Cruz, na região das Missões (NACHTIGAL & MIGLIORINI, 2009). Até o

final de 1950 a viticultura comercial brasileira estava restrita aos três estados do sul, região leste de São Paulo e sul de Minas Gerais. Atualmente, a cultura está difundida desde o Rio Grande do Sul, a 31°S de latitude, até o Rio Grande do Norte e Ceará, a 05°S de latitude, apresentando grande diversidade de condições ambientais, variados sistemas de cultivo e recursos genéticos com ampla variabilidade (CAMARGO et al., 2011).

Em relação a vitivinicultura, as videiras americanas (*Vitis labrusca*) são predominantes no Brasil e são responsáveis pela maior parte da produção nacional de vinhos. A produção de vinhos de mesa, aqueles elaborados com uvas americanas e/ou híbridas, totalizou 173,90 milhões de litros. Entretanto, o consumo de vinhos finos, elaborados a partir de videiras europeias (*Vitis vinifera*) apresentam um constante crescimento no cenário vitícola brasileiro.

Os vinhos finos, que são os elaborados com uvas da espécie *Vitis vinifera*, apresentaram aumento de 34,42% na produção em 2021, com volume de 43,47 milhões de litros. A comercialização de vinhos finos também apresentou um aumento no ano de 2021, sendo que os vinhos tintos aumentaram a comercialização em 6,24%, totalizando 19,34 milhões de litros. Os vinhos rosados (1,60 milhões de litros) apresentaram aumento de 61,44%. Os vinhos finos brancos passaram de 5,11 milhões de litros para 6,14 milhões de litros, com aumento de 20,02%. Também ocorreu um importante aumento nas vendas dos vinhos frizantes, que passaram de 2,56 milhões de litros, para 3,70 milhões de litros, com aumento de 44,54%. Os espumantes naturais apresentaram aumento de 42,75% na comercialização, somando 19 milhões de litros, e os espumantes moscatéis com 12,24 milhões de litros, superando em 31,63% o volume do ano anterior (MELLO & MACHADO, 2022).

A vitivinicultura brasileira está em ascensão e novas regiões não tradicionais estão se consolidando como produtoras de vinhos finos, a exemplo da Campanha Gaúcha e do Planalto Catarinense (MELLO, 2020). Novas regiões vitícolas surgem com o crescimento da viticultura brasileira, vinhedos no estado do Paraná vem aumentando sua produção e apresentam um grande potencial. No ano de 2019 o Governo do estado do Paraná criou o programa REVITIS, que tem como objetivo revitalizar e estimular a produção de uvas e seus derivados, apresentando uma perspectiva de crescimento para o setor vitícola no estado.

## **2.2 CULTIVARES TINTAS**

### **2.2.1 Cabernet Sauvignon**

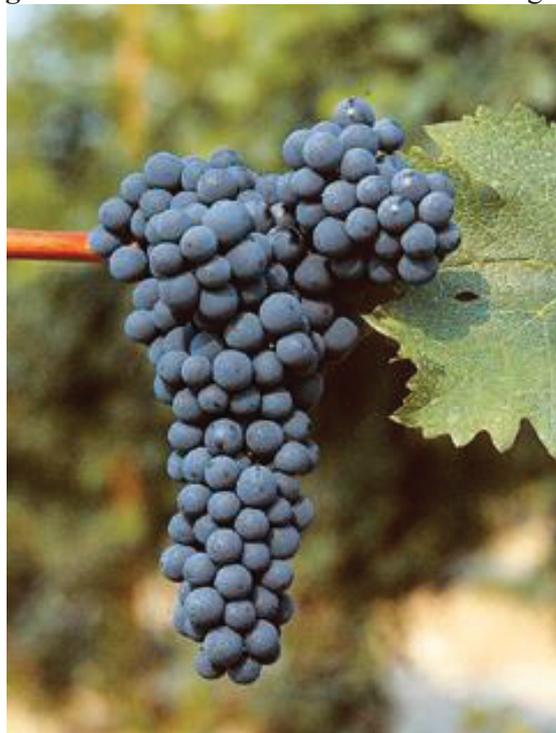
Originária da região de Bordeaux na França, resultante do cruzamento entre Cabernet Franc e Sauvignon Blanc, no Brasil foi introduzida em 1921, mas foi somente a partir de 1980 que houve incremento de seu plantio na Serra Gaúcha (LEÃO et al., 2009). É a cultivar de uva vinífera mais difundida e cultivada no mundo.

Desenvolve plantas vigorosas e de produtividade média, apresenta cachos de pequenos a medianos (Figura 1), cilíndricos, compactos e de pedúnculos médios e longos, suas bagas são pequenas e arredondadas e de coloração negro-azulada (LEÃO et al., 2009).

É uma cultivar de brotação e maturação tardias. Apresenta crescimento semiereto ou ereto e bom vigor. Apresenta elevada fertilidade das gemas e produz cachos de peso médio. Adequada à produção de vinho de guarda. A partir dos seus mostos, obtém-se um vinho vermelho-rubi muito intenso com reflexos violáceos que se atenuam com o passar do tempo. Ao nariz se destaca a típica nota herbácea acompanhada de aromas de cereja. Ao paladar se apresenta com notas tânicas facilmente detectáveis. A maturação não ideal dá ao vinho notas adstringentes agressivas (PALLADINI et al., 2021).

A uva Cabernet Sauvignon produz vinhos que apresentam uma boa estrutura de taninos e cor intensa quando atinge a maturidade plena, sendo geralmente vinhos adequados para o envelhecimento e maturação em barris de madeira, possuindo aroma que passa de aromas vegetais para aromas muito mais agradáveis e complexos quando o vinho atinge uma maturidade satisfatória. Dependendo das condições de cultivo, apresentam aromas de cassis a pimentão (LIMA, 2010).

**Figura 1.** Cacho da cultivar Cabernet Sauvignon.



Fonte: Rauscedo, Vivai Cooperativi.

### **2.2.2 Merlot**

De origem francesa é plantada em vários locais do mundo, sua expansão ocorreu primeiramente em Bordeaux na França, apresentando plantas vigorosas, produtivas, muito suscetíveis ao míldio e igualmente sensível à podridão cinzenta, sendo mais tolerante ao oídio (BUENO, 2010).

Caracteriza-se por ser uma cultivar de alto vigor e com ciclo de maturação da uva de média à precoce (PALLADINI et al., 2021). Apresenta cacho de tamanho médio e bagas pequenas (Figura 2). O mosto produzido geralmente possui elevado teor de açúcar e acidez baixa à média (RIZZON & MIELE, 2003). Suas plantas produzem cachos alados de tamanho pequeno a moderado e bagas de tamanho médio, produzindo vinhos redondos, ricos em álcool e coloridos, com acidez relativamente baixa, encorpados e estruturados com taninos bastante suaves podendo ser amadurecidos em barris de madeira, possuindo aromas complexos e elegantes (PLANT GRAPE, 2009).

É uma cultivar adaptada às condições do sul do Brasil, tornando-se uma das principais viníferas tintas do Rio Grande do Sul a partir da década de 1970 (CAMARGO et al., 2015). Nas regiões de altitude elevada de Santa Catarina é a segunda cultivar mais plantada, ficando atrás apenas da cultivar Cabernet Sauvignon (BRIGHENTI et al., 2014).

Os vinhos varietais obtidos são de cor vermelha intensa e apresentam tons herbáceos e frutados (PALLADINI et al., 2021). Produz vinhos típicos, de cor vermelha rubi bastante intensa, caracterizados por um sabor ligeiramente herbáceo, alcoólicos, frutados, aromáticos e de acidez tendencialmente baixa. Em zonas de colinas, produz vinhos finos, ainda que não adequados para um grande envelhecimento (RAUSCEDO, 2014).

**Figura 2.** Cacho da cultivar Merlot.



Fonte: Palladini et al., 2021.

### **2.2.3 Pinot Meunier**

Tem sua origem na França, foi considerada por muitos anos uma mutação da cultivar Pinot Noir. No entanto, estudos moleculares constataram que a Meunier é uma mutação quimérica de Pinot, mais especificamente entre Pinot Noir e Pinot Gris (BOSS et al., 2002). Essa cultivar foi

amplamente difundida pelo mundo, devido as altas demandas da indústria para elaboração de vinhos espumantes de alta qualidade.

É uma cultivar mais conhecida por ser uma das três principais cultivares utilizadas na produção do Champagne junto a Pinot Noir e Chardonnay. Aproximadamente um terço de todas as uvas plantadas na região de Champagne na França são dessa cultivar. É uma cultivar bastante produtiva e tolerante a geadas de inverno. Tem uma boa fertilidade e apresenta tendência a desenvolver muitos ramos. Não é muito sensível a míldio e oídio, porém é bastante suscetível à pragas da videira e a podridões de cachos, especialmente a podridão cinzenta. Os cachos e bagas são pequenos (Figura 3). Os vinhos dessa cultivar possuem aroma frutado e floral e coloração pouco intensa. Os seus vinhos são moderadamente ácidos e evoluem rapidamente, sendo que essa cultivar é utilizada principalmente para a produção de vinhos espumantes (PLANT GRAPE, 2009).

**Figura 3.** Cacho da cultivar Pinot Meunier.



Fonte: Igor Zemljič, 2011.

#### 2.2.4 Pinot Noir

A cultivar Pinot Noir é conhecida na região da Borgonha desde a invasão dos romanos, por volta do século IV, juntamente com Cabernet Sauvignon, Merlot e Syrah integra a lista das quatro maiores uvas tintas clássicas (SOUSA, 1996).

Apresenta uma brotação média-precoce e maturação da uva precoce. Possui um cacho pequeno, cilíndrico, geralmente alado e compacto (Figura 4), com bagas médias, esféricas ou levemente ovaladas, casca de cor azul-preta, pruinosa, um pouco espessa e consistente. A Pinot Noir tem crescimento por vezes ereto, baixo vigor e boa fertilidade de gemas. Produz cachos de peso médio-baixo. Os vinhos obtidos são de cor vermelho-rubi-clara, têm acidez pronunciada e são perfumados; ao nariz lembram fruta vermelha e, se envelhecidos em carvalho, revelam notas de especiarias, de feno, tabaco e canela (PALLADINI et al., 2021).

Em especial a Pinot Noir é adaptada às zonas de clima temperado, em climas quentes a maturação da uva é rapidamente atingida, de cachos e bagas muito pequenos, sensível ao sol e suas bagas tendem a murchar rapidamente quando atingem a maturação, sendo uma cultivar de uva com um baixo potencial de cor natural, muitas vezes combinado com problemas de baixa estabilidade de cor para os seus vinhos durante o envelhecimento. Em condições favoráveis, pode produzir vinho tinto de alta qualidade, podendo ser envelhecido combinando fineza, intensidade e complexidade aromática, possuindo elevado teor de açúcar e acidez moderada (as vezes insuficiente na maturação), apresentando cor pouco intensa, mas que pode ser mantida ao longo do tempo. Igualmente utilizada na produção de vinhos espumantes de alta qualidade (PLANT GRAPE, 2009).

**Figura 4.** Cacho da cultivar Pinot Noir.



Fonte: Rauscedo, Vivai Cooperativi.

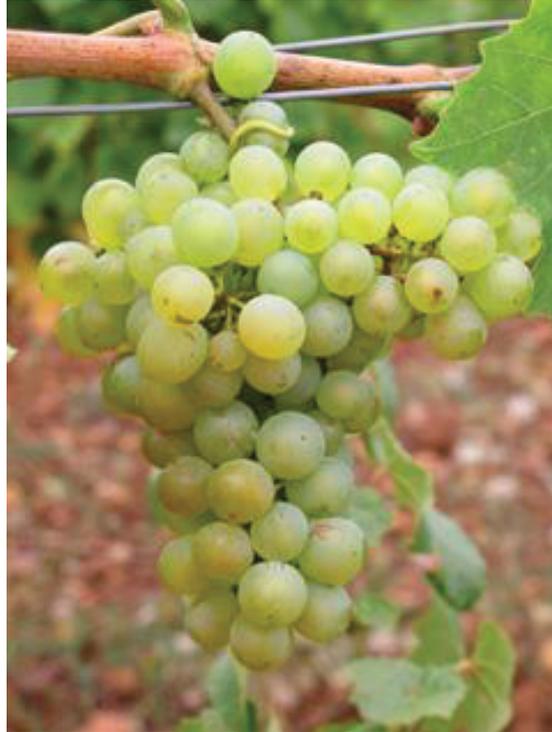
## **2.3 CULTIVARES BRANCAS**

### **2.3.1 Alvarinho**

O reconhecimento da existência da cultivar Alvarinho em Portugal tem uma origem histórica que se perde no tempo, apesar de não estar claramente estudada se é originária da Galiza ou do Norte de Portugal. Apresenta grande diversidade morfológica, que geralmente indica que a cultivar é bastante antiga (ROBINSON, HARDING & VOUILLAMOZ, 2013). É uma das cultivares mais importantes na região do vinho verde em Portugal, possui cachos pequenos, medianamente compactos, alados, com as bagas de tamanho médio e não uniformes (Figura 5), bagas esféricas de cor verde amarelado e com sabor ligeiramente moscatado. Normalmente é pouco produtiva, especialmente se não se aplicarem sistemas de desponte e desfolhas (RAUSCEDO, 2014).

Produz um vinho de cor amarela palha com reflexos esverdeados de acidez elevada, harmonioso, de grande persistência e expressão aromática. Essa cultivar é reconhecida pelo seu aroma peculiar que confere aos vinhos produzidos notas de pêssgo e maracujá. Também pode ser uma cultivar adequada para envelhecimento (RAUSCEDO, 2014).

**Figura 5.** Cacho da cultivar Alvarinho.



Fonte: Rauscedo, Vivai Cooperativi.

### **2.3.2 Chardonnay**

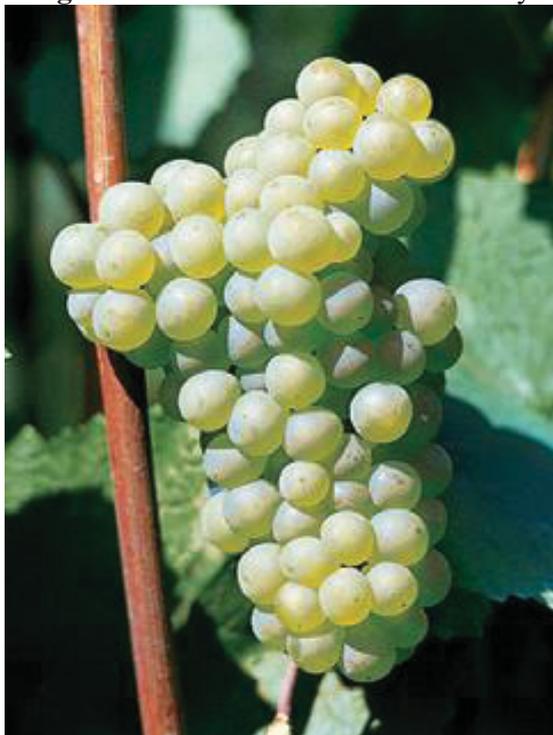
Originária da região da região de Borgonha na França, considerada uma das melhores cultivares de uva para vinho branco em todas as partes do mundo onde é cultivada, apresentando plantas vigorosas, porém, medianamente produtiva, quando a escolha do porta-enxerto é acertada, fator importante na sua produtividade, com brotações precoces, e pouco sensível a doenças fúngicas (BUENO, 2010). Seus cachos são pequenos, cilíndrico-cônico podendo ser alados, medianamente compacto com bagas pequenas, quase esféricas de coloração verde-amarelada (SOUZA,1996).

Por causa de sua ampla difusão, a Chardonnay é considerada uma cultivar internacional, cultivada em todo o mundo. Cultivar de crescimento ereto com elevado vigor, boa fertilidade das gemas e que produz cachos de peso baixo (Figura 6). É muito importante na viticultura da França, junto ao Pinot Noir, é usada também para a produção de champanhe. A cultivar pode ser utilizada na produção de vinhos tranquilos e de espumantes, graças à boa manutenção da acidez na maturação. Os vinhos que não passam por carvalho se caracterizam pelas notas de frutas brancas,

como maçã e abacaxi, enquanto o estágio em madeira se desenvolve resultando em notas suaves, condimentadas e maduras. Fresco e vivaz na boca, no caso dos vinhos novos ou espumantes, denso e encorpado no caso dos produtos envelhecidos (PALLADINI et al., 2021).

Esta cultivar tem um potencial de alta qualidade e permite o desenvolvimento de vinhos brancos secos, vinhos espumantes e até vinhos licorosos, podendo atingir níveis elevados de açúcar nas bagas, mantendo uma acidez elevada, característica esta que permite a obtenção de vinhos particularmente bem equilibrados e fortes, possuindo aromas típicos, complexos e intensos (nozes, avelãs torradas, frutas exóticas, manteiga, etc.), sendo igualmente adequada para a fermentação e envelhecimento em barricas (PLANT GRAPE, 2009).

**Figura 6** Cacho da cultivar Chardonnay.



Fonte: Rauscedo, Vivai Cooperativi.

### 2.3.3 Fiano

É uma cultivar antiga do sul da Itália, cultivada desde o tempo dos romanos. A palavra Fiano parece derivar de Appiano, uma cultivar de maçã, ou de Apia, hoje conhecida como Lápia, uma cidade próxima a Avellino, que pode ser sua região de origem (RAUSCEDO, 2014).

A folha tem forma orbicular, tamanho médio, tri ou pentalobulada, com lóbulos pouco marcados. A face superior se apresenta glabra, de cor verde intensa, enquanto a inferior é algodoada de cor verde-clara. Cacho pequeno ou médio, compacto ou mediantemente compacto, de forma piramidal, com uma asa bem desenvolvida (Figura 7). Baga média, de forma elíptica, seção transversal regular; casca pouco pruinosa, de cor amarelodourada com nuances acastanhadas na parte voltada ao sol, de consistência coriácea; mosto incolor e doce; polpa levemente crocante. Sensível ao oídio. Esta cultivar é caracterizada por um notável vigor e crescimento semiereto. A fertilidade das gemas é geralmente média e o peso do cacho é médio-baixo (PALLADINI et al., 2021).

Com essa cultivar, podem-se produzir vinhos frescos ou bem estruturados, dependendo do manejo agrônômico aplicado. O vinho tem coloração amarelo palha e aroma de flores brancas, frutas amarelas e normalmente tem notas de avelãs tostados. Pode ser usada como vinho base para espumantes. Pode produzir vinhos particularmente complexos quando passa pelo processo de envelhecimento e desenvolve aromas típicos de querosene (RAUSCEDO, 2014). É uma cultivar que está sendo cultivada em diversas regiões da Itália, mesmo apresentando problemas com produtividades baixas ou irregulares fora da sua região de origem.

**Figura 7.** Cacho da cultivar Fiano.



Fonte: Rauscedo, Vivai Cooperativi.

#### **2.3.4 Viognier**

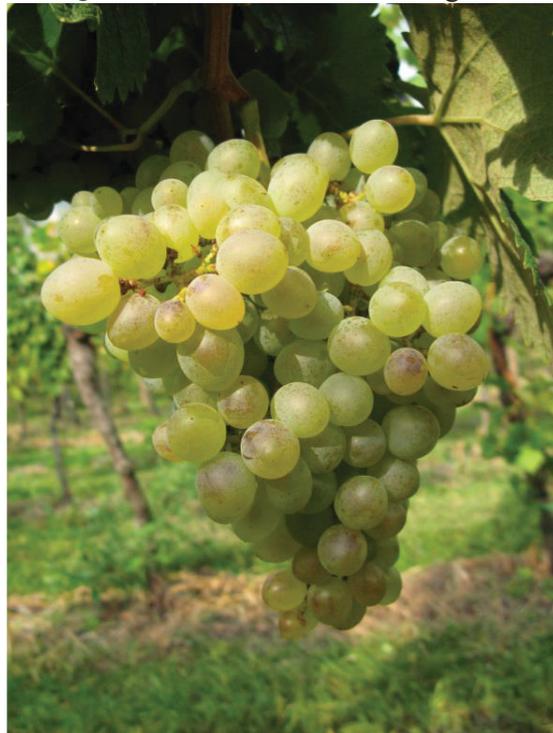
Uva vinífera originária da parte norte dos Côtes du Rhône, França, geralmente sensível ao vento, normalmente conduzida com poda moderadamente longa e alta densidade de plantio, além de apresentar brotação precoce, e geralmente cultivadas em solos ácidos, esta cultivar é bem adaptada a solos profundos e pouco férteis (PLANT GRAPE, 2009). Também é cultivada em países, como Austrália, Estados Unidos e Chile (CALÒ et al., 2006). Atualmente, essa cultivar está em forte expansão em direção a regiões de clima quente (PALLADINI et al., 2021).

A cultivar possui cachos e bagas pequenos (Figura 8), que em condições favoráveis permite o desenvolvimento de vinhos brancos bem estruturados e secos, com aroma de damasco, almíscar e pêssego, complexo e poderoso, apresentando alta qualidade, fornecendo vinho com alto potencial de acúmulo de açúcares, mas com baixa acidez e às vezes ligeiramente amargo, também pode ser utilizada para produção de vinhos doces, espumante ou ainda ser associado (5-10% ou mais) com outras cultivares, ao que confere aroma e estrutura (RAUSCEDO, 2014). Em relação a fenologia, apresenta brotação precoce e maturação da uva média-precoce (PALLADINI et al., 2021). A cultivar Viognier é medianamente sensível ao míldio e possui baixa sensibilidade à podridão de

cacho (REGINA et al., 2006). Comumente apresenta um cacho por ramo, raramente dois. Necessita de poda longa, devido à baixa fertilidade das gemas basais (CALÒ et al., 2006).

Os vinhos obtidos com as uvas da Viognier são de cor amarelo intenso, dourado, com aroma complexo de damasco, mel e floral. Os vinhos são encorpados, de sabor denso e com boa acidez (PALLADINI et al, 2021). Possui aroma intenso, sendo a cultivar ideal para corte com outras de sabor neutro (CALÒ et al., 2006).

**Figura 8.** Cacho da cultivar Viognier.



Fonte: Palladini et al., 2021.

## **2.4 VITICULTURA E FENOLOGIA DA VIDEIRA**

Diversos fatores ambientais podem influenciar na duração dos estádios fenológicos, maturação das uvas e, conseqüentemente, na qualidade da uva. Entre os principais fatores pode-se citar: a temperatura e umidade do ar, a precipitação pluviométrica e a radiação solar (FIORILLO et al., 2012; MARIANI, 2012), as quais definem a potencialidade das regiões para a atividade vitícola (DELOIRE et al., 2005).

É fundamental a avaliação de forma criteriosa da adequação climática das regiões/ambientes para o cultivo da videira e, mais especificamente, os requisitos fisiológicos da videira, que afetam o acúmulo de componentes vitícolas e enologicamente importantes para otimizar o cultivo da videira em um ambiente específico e para melhorar a qualidade da uva e do vinho (HUNTER; BONNARDOT, 2011; MALOHLAVA et al., 2017). Destaca-se como polo emergente da viticultura paranaense, a Região Metropolitana de Curitiba. A região conta com empreendimentos vitícolas que despontam como produtores de uvas viníferas e de mesa, com as quais são elaborados vinhos, espumantes e sucos, muitos deles já premiados em competições nacionais. Porém, por ser uma região nova no cultivo de uvas viníferas, ainda necessita de informações técnico-científicas em relação ao comportamento das cultivares nas condições locais.

Em muitos casos, a escolha de cultivares com ênfase no ponto de vista comercial, em detrimento do que poderia ser a melhor escolha de uvas para o clima e o solo de uma região, diminui consideravelmente as chances de produção do melhor produto enológico possível para uma localidade (FELDBERG et al., 2011). O clima possui forte influência sobre a videira em todas as fases de desenvolvimento, tendo a radiação solar, a temperatura do ar, a precipitação pluviométrica e a umidade relativa do ar como principais elementos desta interferência. A interação destes elementos com o ambiente, solo, cultivar e técnicas de cultivo da videira faz-se responsável pela potencialidade de cada região bem como pela produtividade da cultura (TONIETTO & MANDELLI, 2003, DELOIRE et al., 2005).

A qualidade dos vinhos dependerá das características das uvas de cada cultivar utilizada, que responde, diferentemente, às condições edafoclimáticas de cada região produtora, devendo as uvas apresentar, coloração intensa para uvas tintas, elevado teor de açúcares e acidez equilibrada (LEÃO et al., 2009). A partir da resposta da interação da videira com o clima, solo e ambiente possibilita-se a obtenção de uvas e vinhos com diferentes características analíticas e sensoriais.

O conhecimento das características fenológicas das plantas, em específico para a videira *Vitis vinifera*, é muito importante, pois o desenvolvimento da qualidade da uva destinada à produção de vinhos está diretamente relacionado à ocorrência e duração dos subperíodos fenológicos (JONES & DAVIS, 2000). Com intuito de caracterizar os estádios fenológicos das plantas foram desenvolvidas diversas metodologias. Para a viticultura, os principais modelos utilizados são de Baillod e Baggiolini (BAILLOD & BAGGIOLLINI, 1993) e BBCH - Biologische Bundesanstalt Bundessortenamt Chemise (LORENZ et al., 1995; MEYER, 2001).

Atualmente, a mais usada é a escala BBCH, composto por 100 estádios fenológicos, dividido em códigos decimais entre 00 a 99, subdivididos em estádios principais e secundários, sendo de 0 a 9 para ambos os casos (MEYER, 2001). Os principais estádios fenológicos do ciclo vegetativo e reprodutivo da videira são a brotação, a floração, virada de cor (veràtion) e maturação completa (colheita). Esses são determinados visualmente quando 50% do evento são alcançados (DUCHÊNE & SCHNEIDER, 2005).

A brotação ocorre com o desenvolvimento das gemas, tornando as pontas verdes visíveis e seguindo pelo aparecimento das folhas e estruturas florais (JACKSON, 2008). Isso ocorre devido à mobilização das reservas acumuladas nas células parenquimáticas dos ramos e raízes, as quais são utilizadas até que os novos tecidos formados sejam capazes de sustentar o desenvolvimento da brotação (MANDELLI, 2002; DUCHÊNE & SCHNEIDER, 2005). O processo de desenvolvimento da gema ocorre com o seu intumescimento, seguido de seu alongamento e abertura de escamas, surgindo o jovem broto. Após este estágio, ocorre o aparecimento das folhas rudimentares, as folhas jovens são expandidas e às inflorescências são visíveis, posteriormente, ocorre o estabelecimento de três a cinco folhas (BAILLOD & BAGGIOLINI, 1993; JACKSON, 2008).

Na sequência, ocorre o processo de florescimento, sendo essa a segunda importante fase do desenvolvimento da videira. Nesse período, ocorre a redução na velocidade de crescimento dos brotos. Isso se deve à competição por nutrientes, afetando a atividade dos hormônios e das enzimas (GIOVANNINI, 1999). Após a polinização das flores, inicia-se o desenvolvimento das bagas (BAILLOD & BAGGIOLINI, 1993). Durante esse processo, ocorre o aumento das mesmas, através de divisão celular e do acúmulo de reservas (CONDE et al., 2007).

Posteriormente, sucede a maturação das bagas, através da mudança de coloração, esse subperíodo é conhecido como veraison (nome de origem francesa) e se estende até a colheita da uva (CONDE et al., 2007). Após a colheita ocorre o repouso da videira, que é caracterizado pela paralisação da multiplicação celular e queda das folhas (JACKSON, 2008).

Diversos pesquisadores demonstram a forte relação entre os aspectos climáticos e a extensão dos estádios fenológicos (JONES et al., 2010; CAFFARA & ECCEL, 2011; BOCK et al., 2011). Nesse sentido, para determinar a potencialidade de novas cultivares de videira em uma região, é importante estudos e pesquisas sobre características climáticas e adaptação das cultivares

através de estudos de fenologia, maturação das uvas e interação entre esses fatores (CHAVARRIA et al., 2009; PARKER et al., 2011).

## 2.5 MATURAÇÃO TECNOLÓGICA E COMPOSTOS DA UVA

O amadurecimento das uvas geralmente coincide com a estação do verão em algumas regiões brasileiras, sendo desejável nesse período temperaturas próximas a 30°C (TONIETTO & MANDELLI, 2013). Conforme Kliewer e Torres (1972), temperaturas ideais durante a maturação estão na faixa de 20 a 25°C. Segundo Mariani (2012), para que a videira realize todos seus processos metabólicos e apresente adequado desenvolvimento fisiológico, em média a temperatura do ar deve estar entre 7 a 35°C, com intervalo ótimo entre 22 a 28°C. Ainda, é importante ressaltar que, a temperatura mínima basal para videira é indicada pelo valor médio de 10°C, sendo que em temperaturas inferiores inibem o crescimento vegetativo (MANDELLI, 2002; JACKSON, 2008).

A qualidade da uva é fundamental para a produção de vinhos, sendo que o nível de maturação é um dos principais fatores para bom produto final. A maturação é a consequência de diversos processos fisiológicos e bioquímicos dos frutos, os quais são influenciados pelos fatores ambientais, genéticos e nutricionais. A maturação da uva é monitorada a partir da mudança de cor, de modo avaliar o momento mais propício para a realização da colheita e obter uma composição adequada do ponto de vista enológico (RYBÉREAU-GAYON, 2006). São acompanhadas as variações nos teores de açúcares e de ácidos orgânicos presentes na polpa das bagas (SCHALKWYK & ARCHER, 2000).

A composição das uvas é influenciada pelo genótipo, fatores ambientais e práticas culturais (DAI et al., 2011; GONZÁLEZ-NEVEZ et al., 2011). Os açúcares das uvas apresentam importância tanto na determinação da concentração de álcool após a fermentação, quanto para síntese de ácidos orgânicos, fenólicos e compostos aromáticos (DAI et al., 2011). O acúmulo dos açúcares nas uvas é dependente da fotossíntese e da alocação de sacarose das folhas, sendo esta posteriormente hidrolisada em glicose e frutose nas bagas. Este acúmulo representa uma significativa mudança no modelo de translocações dos produtos fotossintetizados (RYBÉREAU-GAYON et al., 2006). Existe uma elevada variabilidade genética na composição e na concentração de açúcares na *Vitis vinífera* (DAI et al., 2011). Segundo Kliewer (1967), em estudos com 78 cultivares de *Vitis vinífera* incluindo brancas e tintas, relatou teores de maturação adequada na

concentração total de açúcares mensuradas em sólidos solúveis totais (SST), de 18,7 a 27 °Brix, demonstrando elevada variação conforme a cultivar. Para que se atinja 10,7 °GL de álcool potencial no vinho, é necessário que a uva atinja durante a maturação um mínimo de 18 °Brix (RYBÉREAU-GAYON et al., 2006).

A acidez da uva na maturação é devida essencialmente aos ácidos tartárico e málico que representam juntos 90% da acidez total, e ácido cítrico representando de 5-10% (CONDE et al., 2007; BLOUIN & GUIMBERTEAU, 2000). Ao contrário do que ocorre com os açúcares, o teor dos ácidos vai diminuindo à medida que a uva vai maturando. Esta diminuição ocorre devido à diluição dos ácidos através da entrada de água nas bagas e pela combustão respiratória, em que o principal substrato da respiração é o ácido málico e o ácido tartárico (OLLAT et al., 2002; CONDE et al., 2007).

Do ponto de vista quantitativo, o ácido tartárico é um dos mais importantes nos mostos e vinhos. É um ácido pouco difundido na natureza fora das uvas. Além disso, é relativamente forte e confere ao vinho um pH entre 3 a 3,5. A concentração deste ácido depende muito do clima da região do vinhedo, podendo variar de 2 a 3 g L<sup>-1</sup> em regiões mais quentes e 6 g L<sup>-1</sup> nas regiões mais frias. Na fase herbácea da uva a concentração desse ácido no suco da uva pode chegar a 15 g L<sup>-1</sup>. (RIBEREÁU-GAYON et al., 2007). A acidez nas uvas e nos vinhos depende principalmente da taxa de concentração entre ácidos orgânicos livres (DAI et al., 2011).

O valor baixo de pH contribui para estabilidade microbiológica e químico-física. O pH baixo dificulta o desenvolvimento de microrganismos e aumenta a fração antisséptica do dióxido de enxofre (RIBEREÁU-GAYON et al., 2007; BLOUIN & PEYNAUD, 2006). O pH ótimo para leveduras é em torno de 3,5 a 4,5, sendo mínimo 2,5 e máximo 7. Porém, para bactérias, o ideal é um pH neutro ou ligeiramente alcalino. Com um pH abaixo de 6, muitas bactérias já são inibidas. Bactérias acéticas e lácticas têm um pH mínimo mais baixo, em torno de 3, abaixo desse valor essas bactérias não se desenvolvem (ZAMBONELLI, 2003).

Portanto, do ponto de vista técnico, um menor pH resulta em uma maior estabilidade e segurança em relação as alterações microbianas. No processo de vinificação, um pH mais baixo pode refletir numa maior rapidez de uma clarificação natural dos vinhos novos e numa melhor eficácia dos tratamentos enológicos de estabilização (doses menores de SO<sub>2</sub>), além de possibilitar um maior tempo de conservação do vinho envazado. Porém, uma excessiva acidez pode ser prejudicial ao sabor do vinho. No caso de vinhos brancos e vinhos espumantes se deve

ter em conta o equilíbrio entre os sabores ácidos e doces (açúcares e álcoois) (VIGARA & AMORES, 2010; PEYNAUD & BLOUIN, 2010).

## 2.6 COMPOSTOS FENÓLICOS E VOLÁTEIS

A mudança de cor das bagas caracteriza o amadurecimento das uvas e deve-se ao desaparecimento da clorofila e o acúmulo de polifenóis na casca. Os flavonoides que se formam nas uvas brancas são as flavonas e nas tintas, as antocianinas. As sementes são importantes para a qualidade final do vinho, pois contribuem com a concentração de taninos (monômeros de flavan-3-óis e procianidinas), responsáveis pela adstringência e amargor do vinho. A concentração de taninos nas sementes diminui no decorrer do processo de maturação, ao mesmo tempo em que o grau de polimerização dos compostos fenólicos aumenta (FALCÃO, 2007).

Os compostos fenólicos estão envolvidos com parâmetros importantes da qualidade dos vinhos, visto que estes, têm impacto sobre as características sensoriais, especialmente cor e sabor dessas bebidas (KELEBEK et al., 2010; PANCERI et al., 2015). A composição fenólica da uva também pode ser influenciada por diversos fatores, tais como o clima o solo, assim como das práticas de manejo do dossel vegetativo (DE BEER et al., 2006; BUBOLA et al., 2017). Além disso, esses compostos têm propriedades benéficas a saúde devido a presença de antioxidantes, vitaminas e substâncias bactericidas que podem proteger os consumidores de doenças, principalmente das doenças cardiovasculares (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Esses compostos fenólicos são metabólitos secundários naturalmente presentes em uvas e/ou produzidos durante o processo de vinificação, podendo ser classificados em dois grupos: os não-flavonoides e os flavonoides. Os flavonoides são representados por várias subclasses, incluindo as antocianinas (malvidina-glucosídeo e cianidina-glucosídeo), os flavonóis (quercetina, rutina, miricetina), e os flavanóis (catequinas, epicatequinas). Os principais não flavonoides incluem os ácidos derivados do ácido cinâmico (ácido cafeico, p-cumárico e ferrúlico), do ácido benzoico (ácido gálico, vanílico e siríngico) e os estilbenos (resveratrol) (CHEYNIER, 2006).

A qualidade organoléptica dos vinhos depende da concentração de antocianinas, compostos responsáveis pela cor e que estão presentes nas películas da uva tinta (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). As antocianinas são constituídas basicamente por estruturas de antocianidinas, que são formadas por um anel benzênico, ligado a um anel heterocíclico que contém oxigênio, que por sua

vez, está ligado a um terceiro anel aromático. Quando as antocianidinas são encontradas na forma glicosilada (ligadas a moléculas de açúcares, mais comumente de glicose, na posição 3 do anel aromático) elas são chamadas de antocianinas (WROLSTAD et al., 2005). Os flavonóis estão presentes nas películas das uvas e influenciam na cor do vinho através da estabilização das antocianinas (efeito de copigmentação) e no sabor do vinho devido às características sensoriais como, adstringência, corpo e amargor (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

As proantocianidinas, também conhecidas como taninos condensados, são dímeros, oligômeros e até mesmo polímeros de catequinas, e estão entre os principais polifenóis em uvas, localizando-se principalmente nas películas e nas sementes. Os taninos condensados são os responsáveis pelo caráter adstringente de algumas frutas (pêssego, caqui, maçã, entre outros) e bebidas (vinho, cidra, chá, cerveja), uma vez que formam complexos com as proteínas salivares. Essa adstringência muda ao longo da maturação e muitas vezes desaparece quando o fruto se torna maduro (JACKSON et al., 2014; CLARKE & BAKKER, 2004).

Antocianinas são compostos fenólicos pertencentes ao grupo dos flavonóides, grupo de pigmentos naturais presentes em diversas frutas como na uva, framboesa e morango, possuindo grande relevância na qualidade e valorização das frutas para comercialização (CASTANEDA et al., 2009). Antocianina também exerce um importante papel na atividade antioxidante, pois as hidroxilas distribuídas ao longo da sua estrutura química possibilitam o sequestro de radicais livres, causadores de danos celulares (BORDIGNON JUNIOR et al., 2009). Sendo assim, as antocianinas um grupo de compostos de grande importância em um vinho.

Os compostos voláteis dos vinhos são removidos da matriz por diversas técnicas de extração. As técnicas clássicas de extração utilizadas na determinação do perfil volátil de vinhos como extração líquido-líquido (LLE, liquid-liquid extraction), bem como a extração em fase sólida (SPE, solid phase extraction) vem sendo substituídas por técnicas de microextração (JELEN et al., 2012). Uma das mais amplamente empregadas é a técnica de microextração em fase sólida no modo headspace (HS-SPME, headspace solid phase micro extraction).

Na SPME, uma fibra de sílica protegida no interior de uma agulha é recoberta com uma fase extratora (filme polimérico). Esta técnica se baseia na cinética de transferência de massa e nos princípios termodinâmicos que descrevem o equilíbrio de partição do analito entre as fases. A SPME envolve dois processos: a sorção dos compostos voláteis da amostra no filme que recobre a fibra e a dessorção térmica dos compostos no injetor do cromatógrafo. Para extração apenas dos

compostos voláteis, a fibra é exposta ao headspace (HS) da amostra, a uma determinada temperatura (ARTHUR & PAWLISZYN, 1990). SPME é uma técnica que não emprega solvente, é rápida, facilmente acoplada à cromatografia gasosa e apropriada para análise direta de matrizes complexas (ORTIZ et al., 2009). Além disso, o uso da cromatografia gasosa, combinada com análise de componentes principais (PCA, principal component analysis) vem sendo explorado em estudos relacionados a voláteis de bebidas e para diferenciação de vinhos de acordo com a cultivar de uva empregada na vinificação (WELKE et al., 2012). Sendo essas técnicas de extrações métodos altamente empregados para a avaliação e quantificação dos compostos voláteis e substâncias componentes do aroma dos vinhos.

## **2.7 AROMA DOS VINHOS**

O aroma do vinho é determinado por compostos voláteis percebidos pelo olfato, enquanto o gosto está relacionado às sensações do paladar. A intensidade de uma sensação olfativa não depende apenas da concentração destas substâncias na fase líquida, mas também da sua volatilidade (pressão de vapor) e do seu limiar de percepção olfativo. Define-se limiar de percepção olfativo como a concentração mínima na qual uma substância odorífera é detectada por 50% dos avaliadores sensoriais (MEILGAARD et al., 1999). A produção de aroma é influenciada por fatores que incluem solo, clima, cultivar de uva, grau de maturação, condições utilizadas na fermentação, cepa da levedura e condições utilizadas na produção do vinho, práticas de envelhecimento, entre outras (CLARKE & BAKKER, 2004).

O aroma, dependendo da sua origem, pode ser classificado em quatro categorias distintas: varietal, pré-fermentativo, fermentativo e pós-fermentativo. O aroma varietal pode ser composto por substâncias que passam da uva para o vinho sem transformações e que lhe transmitem tipicidade e por substâncias precursoras de aroma, isto é, aquelas que são sujeitas à transformação durante a fermentação e conservação, com conseqüente formação de compostos voláteis (STYGER et al., 2011). Os precursores são substâncias não voláteis como glicosídeos, ácidos fenólicos, ácidos graxos e conjugados de cisteína, capazes de originar compostos voláteis pela ação de enzimas. Podem ser ainda substâncias odoríferas ou não e que pela sua instabilidade se transformam em outras substâncias odoríferas, caso de alguns terpenóis, norisoprenoides e dióis terpênicos (CLARKE & BAKKER, 2004).

Os aromas de origem pré-fermentativa formam-se a partir da colheita das uvas até ao início da fermentação alcoólica. Esses podem se iniciar na colheita, quando por exemplo nas colheitas mecânicas (fortemente influenciadas por esse tipo de origem de aromas), assim como nas operações de transporte, desengace e prensagem. Os efeitos mecânicos destes tratamentos vão permitir, ao romper das uvas, que as enzimas entrem em contato com os substratos existentes no mosto que está sendo produzido e que reações já se iniciem antes da fermentação.

A etapa fermentativa é o processo essencial da conversão do mosto de uva em vinho, englobando duas importantes transformações biológicas, a fermentação alcoólica e a fermentação malolática. Na primeira, comum a todos os vinhos, há produção, pelas leveduras, de etanol e de numerosos produtos secundários a partir dos açúcares do mosto. A fermentação malolática consiste na transformação do ácido málico em ácido láctico, pela ação das bactérias lácticas. Este tipo de fermentação pode ocorrer de forma espontânea ou através da inoculação de bactérias lácticas no vinho, e inicia no final da fermentação alcoólica, quando a autólise das leveduras se intensifica. De maneira geral, os vinhos tintos são beneficiados com a fermentação malolática ao adquirirem maior complexidade aromática e suavidade gustativa. No entanto, é indesejável na maioria dos vinhos brancos, para os quais uma acidez mais pronunciada realça o aroma e equilibra o sabor (CLARKE & BAKKER, 2004). Além do etanol, outros compostos que são produzidos em quantidades menores durante a fermentação alcoólica podem contribuir de forma significativa para o aroma global do vinho. Entre estes compostos estão os álcoois superiores, ácidos voláteis e ésteres e, em menor extensão, aldeídos e cetonas. Os álcoois superiores, como por exemplo, 2-metil-1-propanol, 3-metil-1-butanol, 2-metil-1-butanol e 2-feniletanol podem ser formados a partir de determinados aminoácidos por intermédio do mecanismo de Erlich (o aminoácido é transformado pela ação das leveduras em ácido cetônico que posteriormente pode sofrer descarboxilação e redução para formar o álcool superior) e a partir do metabolismo dos açúcares, que envolve reação de descarboxilação do piruvato e redução do acetaldeído (CLARKE & BAKKER, 2004).

Os álcoois superiores são chamados dessa maneira pois possuem mais de 2 átomos de carbono em sua composição. Possuem odores gordurosos, oleosos, considerados desagradáveis em doses elevadas. Porém existem alguns aromaticamente mais agradáveis como triptofol, que possui aroma de rosas (PEYNAUD & BLOUIN, 2010). Os álcoois superiores são principalmente de origem fermentativa e estão presentes em doses que variam de 150 a 550 mg L<sup>-1</sup>. Esses álcoois,

como os posteriores ésteres formados por eles, possuem um odor intenso podendo ter um importante papel no aroma dos vinhos (RIBEREAU-GAYON et al., 2007). Os álcoois superiores quando acetilados através da atividade esterásica das próprias leveduras originam os ésteres. Eles são produzidos por uma reação enzimática dos derivados dos ácidos graxos da Coenzima A e os álcoois livres. A síntese dos ésteres baseia-se principalmente pelas enzimas do tipo álcool acetil coenzima A (FLANZY, 2000).

Os ésteres etílicos (ésteres dos ácidos graxos) e os acetatos (grupo funcional derivado do ácido acético) constituem a trama dos aromas fermentativos de tipo floral e representam o maior grupo de compostos com impacto organolépticos produzidos durante a fermentação alcoólica conferindo aromas agradáveis no caso de fermentações com mostos lípidos e temperaturas baixas. O frescor e aroma frutado de vinhos jovens derivam, em grande parte, da presença de uma mistura de ésteres produzidos durante a fermentação, como o acetato de isoamila que atribui o aroma de banana ou acetato de feniletila que atribui o aroma de rosas (LAMBRECHTS & PRETORIUS, 2000; PEYNAUD & BLOUIN, 2010).

O aroma pós-fermentativo é formado durante o processo de envelhecimento do vinho, no qual ocorrem transformações caracterizadas por um conjunto de reações físico-químicas de oxidação e de redução dos compostos existentes no vinho jovem (CLARKE & BAKKER, 2004; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). As concentrações de ésteres etílicos de cadeia ramificada mudam durante o envelhecimento e a borra do vinho pode diminuir as concentrações de alguns compostos voláteis, que conferem um aroma frutado e aumentar a concentração de álcoois de cadeia longa e ácidos (DÍAS et al., 2005; PÉREZ & CASTRO, 2008).

A qualidade de um vinho não é determinada apenas pela análise química, mesmo que essa seja detalhada, sendo necessária a degustação do mesmo. Assim, a análise sensorial é auxiliada pelo resultado da análise química, esclarecendo a composição do vinho pelas características encontradas na degustação (ZANUS & PEREIRA, 2006). Segundo Peynaud e Blouin (2010), a qualidade de um vinho não se deve a um teor de determinado produto, mas aos equilíbrios complexos de sua constituição.

A análise descritiva quantitativa (ADQ) é uma técnica de análise sensorial que proporciona uma descrição completa de todas as propriedades sensoriais de um produto, representando um dos métodos mais sofisticados e eficientes para a caracterização sensorial de vinhos (ESCUDERO et al., 2007; VILANOVA et al., 2013). Para a análise sensorial de vinhos, podem ser aplicadas

técnicas, inclusive para verificar distinções entre cultivares, áreas geográficas de origem, safras, entre outros, principalmente a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), por prover uma completa descrição de todas as propriedades sensoriais do produto (CAYOT, 2007). Entretanto, a técnica de análise sensorial requer um intensivo treinamento dos avaliadores para se obter resultados confiáveis, devido à complexidade do objeto de estudo, que são os vinhos.

## **2.8 CARGA DE GEMAS E O EQUILÍBRIO VEGETATIVO-PRODUTIVO**

Um dos principais elementos relacionados ao estudo ecofisiológico das plantas é a área foliar. Esse elemento é muito utilizado para caracterizar a eficiência fotossintética, padrões de crescimento e desenvolvimento das plantas em virtude de diferenças genéticas ou ambientais, bem como, na avaliação dos impactos das práticas culturais (FONSECA & CONDE, 1994; BESLIC; TODIC; TESIC, 2010; LÓPEZ-LOZANO & CASTERAD, 2013).

A área foliar influencia na quantidade e na qualidade das uvas produzidas (KIEWER & DOKOOZLIAN, 2005). Na viticultura, muitas são as pesquisas que buscam o equilíbrio entre a área foliar e a produtividade e a qualidade das uvas (KIEWER & DOKOOZLIAN, 2005; MYERS et al., 2008; HECKLER, 2009). Assim, segundo Kiewer e Dokoozlian (2005), o equilíbrio entre a superfície foliar e a produção da uva deve ser em média 0,8 a 1,2 kg de uva por m<sup>2</sup> de área foliar.

Segundo Kiewer e Dokoozlian (2005) e Drissi (2009) o excesso de folhas ocasionado pelo alto vigor da planta, pode ser prejudicial, afetando o desenvolvimento e comprometendo a qualidade da uva, pela formação de um microclima com elevada umidade e baixa radiação.

O conceito de equilíbrio da planta, atualmente relatado na literatura como a questão chave para o cultivo da uva, refere-se à relação do crescimento vegetativo com a carga da planta, a fim de se obter safras constantes e de qualidade (HOWELL, 2001). Uma planta devidamente equilibrada tem crescimento vegetativo suficiente para fornecer nutrientes em quantidades adequadas para completar a maturação da uva, desenvolver gemas frutíferas para o ano seguinte e armazenar reservas (LAKSO & SACKS, 2009). Para a obtenção desse equilíbrio entre produção e crescimento vegetativo são realizados durante o ciclo diversas formas de manejo como a desfolha, desponte, raleio de ramos e cachos e o mais importante, a poda da videira.

A poda invernal é uma prática realizada anualmente em regiões de clima temperado, com o principal objetivo de regular a produção temporal da videira (MIELE & MANDELLI, 2012). A definição da intensidade da poda pelo viticultor depende de vários fatores, mas, de toda maneira, procura-se harmonizar a produtividade do vinhedo com a qualidade da uva. A produtividade do vinhedo se correlaciona positivamente com o número de gemas deixadas por planta, ainda que, em geral, essa relação não seja linear (MIELE & RIZZON, 2013). O número de gemas que permanece nos sarmentos ou nos esporões após a poda determinará a dimensão da área foliar e o número de cachos de uvas. Vários estudos relataram diferenças, em função da intensidade e tipo de poda, no vigor vegetativo e composição final das bagas de uvas tanto para consumo in natura (AHMAD et al., 2004) quanto para vinificação (BINDON et al., 2008; O'DANIEL et al., 2012).

Deve ser considerado ainda que o manejo da copa em função do tipo e intensidade da poda exerce efeito sobre a produção no ciclo seguinte, devido ao seu impacto sobre o conteúdo de reserva acumulado e à fertilidade das gemas (VASCONCELOS et al., 2009; PELLEGRINO et al., 2014). Um número adequado de gemas, mantendo um número fixo de gemas por unidade de massa de poda pode ser determinando para a colheita de uvas de boa qualidade. Na videira, assim como na maioria das espécies frutíferas, o balanço entre a carga de frutas (dreno) e a área foliar adequadamente iluminada (fonte) influenciam na quantidade e na qualidade da produção. O equilíbrio entre esses dois parâmetros é determinante para a composição e a maturação das bagas (MARCON FILHO et al., 2015).

O balanço da videira é geralmente expresso pela relação produção por massa da poda (Índice de Ravaz) ou em função da área foliar ( $\text{cm}^2$ ) e a massa dos frutos (g) (HOWELL, 2001; LAKSO & SACKS, 2009) e é importante a determinação destes parâmetros a fim de facilitar as tomadas de decisão no manejo do vinhedo. A literatura tem relatado um intervalo de 7 a 14  $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$  (INTRIERI & FILIPETTI, 2000; HOWELL, 2001) e um Índice de Ravaz entre 5 a 10 (KLIEWER & DOKOOZLIAN, 2005) para alcançar a maturação da uva.

A aplicação da relação área foliar é limitada pela ausência de um rápido e simples método de determinação à campo, principalmente devido à complexidade do dossel vegetativo. Outra limitação de tais métodos é que eles não abordam diretamente processos fisiológicos que estão envolvidos. Complicações podem incluir os efeitos de nutrientes e disponibilidade hídrica, temperatura e as condições de luz, a pressão de doenças, e os sistemas de formação sobre eficiência fotossintética e desvio de carboidratos durante a safra e a resposta da cultivar (JACKSON, 2008;

LAKSO & SACKS, 2009). Esses fatores podem explicar o grande intervalo da relação ideal de área foliar produção<sup>-1</sup> (0,7 e 1,4 m<sup>2</sup> kg<sup>-1</sup>) indicados para atingir a maturação completa da uva.

O centro de todas as técnicas de manejo é tentar ajustar a produção e crescimento vegetativo à qualidade da uva. Em *Vitis vinifera* assim como na maioria das espécies frutíferas, o balanço entre a demanda por foto assimilados (dreno) e a área foliar adequadamente iluminada (fonte) é determinante na quantidade e na qualidade da produção. Toda e qualquer técnica de manejo do vinhedo que modificam as relações entre fonte e dreno refletem diretamente na qualidade da uva (GONZÁLEZ-NEVES et al., 2007).

### 3 CAPÍTULO 1 – DESEMPENHO DE CULTIVARES VINÍFERAS EM CAMPO LARGO, PR.

#### Resumo

Novas regiões vitivinícolas surgiram no sul do Brasil, regiões com altitudes acima de 900 m com alto potencial para as cultivares de uva vinífera. O objetivo deste trabalho foi confirmar o potencial de cinco cultivares de uvas viníferas, assim como avaliar o perfil sensorial e volátil de seus respectivos vinhos, para selecionar aquelas com maior potencial de cultivo nas condições edafoclimáticas da Região Metropolitana de Curitiba. O experimento foi conduzido durante cinco safras (2016/2017, 2017/2018, 2019/2020, 2020/2021 e 2021/2022) em um vinhedo comercial no município de Campo Largo, PR. Foram avaliadas as seguintes variáveis: produção de frutos por planta, produtividade, número de cachos, pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (ATT), massa e comprimento de cacho, massa de poda, índice de Ravaz, índice de fertilidade, índice de polifenóis totais (IPT280), polifenóis totais (PT), antocianinas totais (AT) e taninos totais (TT). A análise sensorial dos vinhos foi realizada para os vinhos das safras 2021 e 2022 através dos parâmetros visuais, olfativos e gustativos, utilizando fichas descritivas e quantitativas com escalas de notas. Os compostos voláteis dos mesmos vinhos foram identificados através de cromatografia gasosa (GC-MS/HS-SPME). As maiores produtividades foram encontradas para ‘Merlot’ (6,45 t ha<sup>-1</sup>) e ‘Cabernet Sauvignon’ (6,82 t ha<sup>-1</sup>), o teor de sólidos solúveis (SS) variou de 18,1 °Brix (‘Viognier’) a 18,8 °Brix (‘Fiano’). Além disso, a acidez titulável (AT) das cultivares variou de 98,7 mEq L<sup>-1</sup> (‘Merlot’) a 124,4 mEq L<sup>-1</sup> (‘Cabernet Sauvignon’) e o pH de 3,07 (‘Fiano’) a 3,22 (‘Pinot Noir’). 26 compostos voláteis foram identificados nos vinhos em estudo e 10 apresentaram valores de odor ativo superiores aos respectivos limiares de percepção olfativa. A análise de componentes principais (PCA) dos parâmetros produtivos explicou 77,3% da variância dos dados e a PCA dos compostos voláteis explicou 82,6% da variação desses resultados. Todas as cinco cultivares em estudo apresentaram características físico-químicas e uma maturação tecnológica adequadas para a produção de vinhos finos de qualidade, os vinhos avaliados apresentaram características adequadas na avaliação sensorial assim como os compostos voláteis identificados corroboraram com os resultados da avaliação sensorial.

**Palavras-chave:** viticultura, análise sensorial, cromatografia gasosa, desempenho agrônômico.

#### 3.1 INTRODUÇÃO

A produção de uvas no Brasil, em 2021, foi de 1.697.680 t, 19,86% superior à verificada no ano de 2020. (IBGE 2022). Nesse ano as condições climáticas foram favoráveis, especialmente na Região Sul, com horas de frio suficientes, baixo volume de chuvas e temperatura na primavera acima do normal, favorecendo as condições sanitárias da videira, assim como a floração e a frutificação (TONIETTO et al., 2021). O Paraná é o sexto estado brasileiro em produção de uva, e possui cerca de 4.000 hectares plantados (MELO & MACHADO, 2022). A produção de vinho tornou-se uma atividade atrativa para o setor produtivo, uma vez que o consumo de vinho no Brasil

aumentou 19,2% de 2019 a 2021, e registrou o maior nível de consumo desde o ano 2000 (OIV, 2021).

Novos vinhedos têm sido instalados em regiões consideradas de altitude, acima de 900 m, que apresentam melhores condições climáticas para a produção de uvas de qualidade superior para vinificação (VIANNA et al., 2016), principalmente nos estados de Santa Catarina e Paraná. O movimento locacional da vitivinicultura brasileira permitiu a descoberta de novos ‘terroirs’, possibilitando a elaboração de produtos diferenciados. Portanto, esse é um fator determinante para a evolução da viticultura brasileira (WURZ et al., 2017). O conhecimento e caracterização de novos ‘terroirs’, com potencial para a produção de vinhos finos, são estudos essenciais e fundamentais. Assim, é necessário caracterizar o clima, a fenologia, a qualidade físico-química e organoléptica das uvas e, conseqüentemente, dos vinhos (MALINOVSKI et al., 2016).

Entre as cultivares em produção no Sul do Brasil estão as de origem francesa e italiana, como ‘Cabernet Sauvignon’, ‘Merlot’, ‘Pinot Noir’, ‘Viognier’ e ‘Fiano’ (BRIGHENTI et al., 2017; FOWLER et al., 2020; MENEGUZZI et al., 2020). O material genético é um fator chave na produção de frutas, que determina as condições de pré-colheita e as qualidades físico-químicas das frutas (KYRIACOU & ROUPHAEL, 2018). Portanto, a escolha correta do cultivar pelo viticultor é um processo essencial para o sucesso da atividade.

A produção de cultivares de uva para vinho (*Vitis vinifera*) é uma atividade recente na Região Metropolitana de Curitiba, assim existe uma carência de informações para o setor vitivinícola, assim como para os produtores locais. Os estudos podem auxiliar na escolha das cultivares e na elaboração de vinhos típicos da região, de acordo com esse ‘terroir’ específico. O objetivo do presente estudo foi avaliar o desempenho agrônômico, características físico-químicas das uvas de cinco cultivares de uvas viníferas assim como avaliar sensorialmente os seus respectivos vinhos e seus compostos voláteis.

## **3.2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **3.2.1 Área experimental**

O experimento foi realizado em um vinhedo no município de Campo Largo, PR, Brasil (25°23’41’’S e 49°30’12’’O). Esta região é caracterizada por uma altitude de 975 metros acima do nível do mar e inserida no clima Cfb (subtropical com verão temperado) segundo a classificação

de Köppen (Alvares et al., 2013), com precipitação distribuída ao longo do ano, e possibilidade de geadas severas. A temperatura média anual do ar foi de aproximadamente 17,7 °C, umidade relativa do ar 83,14%, soma pluviométrica anual de 1187 mm, radiação solar média de 320,4 W m<sup>-2</sup>·dia<sup>-1</sup> e velocidade do vento de 2,22 m·s<sup>-1</sup>.

Foram avaliadas cinco cultivares de uvas viníferas (*Vitis vinifera*): três tintas ('Cabernet Sauvignon', 'Merlot' e 'Pinot Noir') e duas brancas ('Fiano' e 'Viognier'). O vinhedo foi conduzido em espaldeira simples a 1,0 m do chão, com três arames, e as plantas foram enxertadas sobre porta-enxerto Paulsen 1103. As plantas de 'Cabernet Sauvignon' e 'Merlot' foram implantadas em 2004, no espaçamento de 2,70 × 1,5 m (2469 plantas/ha). As cultivares 'Viognier', 'Pinot Noir' e 'Fiano' foram implantadas no ano de 2010, no espaçamento entre plantas de 2,70 × 1,25 m (2963 plantas/ha). A poda foi realizada no sistema de cordão esporonado duplo, deixando-se duas gemas por esporão para as cultivares tintas e as cultivares brancas foram podadas em poda longa e conduzidas em Guyot com três a quatro varas, arqueadas bilateralmente. Após a poda foi aplicado cianamida nitrogenada 4% para induzir e padronizar a brotação. O controle de doenças fúngicas, o manejo da copa (desbrota, desfolha e desponete) e adubação foram realizados de acordo com as recomendações técnicas para a cultura.

### **3.2.2 Variáveis Avaliadas**

#### **3.2.2.1 Variáveis climáticas e fenologia**

Os parâmetros climáticos foram determinados segundo OMM (Organização Meteorológica Mundial), incluindo: temperaturas do ar média, máxima, mínima (°C), amplitude térmica (°C), precipitação pluviométrica (mm) e radiação solar global (MJ m<sup>-2</sup>). Os dados de radiação solar foram obtidos em W/m<sup>2</sup>. Os valores foram multiplicados pelo fator de conversão 0,0864 para transformação em MJ / (W m<sup>-2</sup>·dia<sup>-1</sup>). Os dados mensais de temperatura do ar (mínima, média e máxima), radiação solar global e pluviosidade de 08/01/2016 a 31/03/2022 foram fornecidos pelo Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) a partir da estação meteorológica mais próxima do vinhedo, localizada na Região Metropolitana de Curitiba, SIMEPAR- Lapa, PR (Tabela 1).

**Tabela 1.** Médias mensais e desvios padrão dos elementos climáticos: temperatura média do ar (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), radiação solar média diária (RD) e pluviosidade total acumulada de 2016 a 2022, SIMEPAR, Lapa, PR, Brasil.

	<b>JAN</b>	<b>FEV</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAI</b>	<b>JUN</b>
Tmed(°C)	20,8±0,9	20,4±1,0	20,1±0,5	18,0±1,2	15,4±1,0	13,6±1,8
Tmax(°C)	27,3±2,9	27,6±1,1	26,8±1,4	25,2±2,2	21,6±1,9	20,3±1,7
Tmin(°C)	16,5±0,9	15,5±1,6	15,3±0,9	12,8±1,4	9,7±2,0	9,0±2,3
RD (W m <sup>-2</sup> )	372±46	401±75	349±70	370±76	279±83	244±46
Pluviosidade (mm)	175±61	79±49	116±169	39±66	102±88	110±59
	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OUT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEZ</b>
Tmed(°C)	13,5±1,2	14,2±0,6	17,2±1,4	17,1±1,4	18,8±0,5	20,3±0,7
Tmax(°C)	20,6±2,0	21,1±0,4	23,7±1,8	24,0±2,2	25,8±0,3	27,0±1,3
Tmin(°C)	7,4±1,3	8,8±1,1	12,4±1,6	13,1±0,9	14,0±0,9	15,6±0,5
RD (W m <sup>-2</sup> )	337±87	321±104	356±130	295±108	398±101	369±44
Pluviosidade (mm)	15±23	73±61	42±45	129±65	86±25	105±72

Fonte: Sistema Meteorológico do Paraná, SIMEPAR (2022).

Para a definição dos estádios fenológicos da videira utilizou-se a escala BBCH (LORENZ et al., 1995). Os principais estádios de desenvolvimento descritos foram: Brotação (BBCH07) - considerada quando 50% das gemas estavam no estágio de ponta verde; Floração (BBCH65) - quando 50% das flores estavam abertas; Maturação (BBCH81) - sendo 50% das bagas mudaram de coloração; e Maturação completa, colheita (BBCH89) - estabelecida com base na avaliação da composição química e sanidade das uvas. Dessa forma, caracterizou-se o número de dias entre cada subperíodo fenológico (BOCK et al., 2011).

A floração foi avaliada conforme metodologia proposta por Greven et al. (2015), onde 20 cachos por parcela foram demarcados, avaliando visualmente os cachos, atribuindo notas de 0, 5, 10, 25, 50, 75, 90, 95 e 100% de florescimento de cada cacho. Para determinar a virada de cor das cultivares brancas, a avaliação ocorreu através de avaliação manual, descrita por Greven et al. (2015), através da proporção de bagas amolecidas em relação ao total de bagas por cacho. A

avaliação ocorreu quando se detectou da primeira baga amolecida até ser observadas 100% de bagas amolecidas no cacho demarcado. Isso foi determinado pressionando moderadamente cada baga.

### 3.2.2.2 Variáveis Produtivas e Ecofisiológicas

No momento da colheita foram contados o número de ramos e o número de cachos por planta e determinada a massa total de cachos por planta ( $\text{kg planta}^{-1}$ ), de quatro plantas por parcela, totalizando 20 plantas. A produção foi calculada por meio da pesagem direta de todos os cachos da planta, com o auxílio de uma balança comercial digital. A produtividade ( $\text{t ha}^{-1}$ ) foi obtida a partir da multiplicação da produção média por planta de cada cultivar multiplicada pela densidade de plantio.

O índice de fertilidade foi determinado a partir da divisão entre o número de cachos e o número total de ramos por planta (BRIGHENTI, 2014). O índice de Ravaz foi determinado a partir da relação entre a produção de frutos por planta ( $\text{kg planta}^{-1}$ ) e a massa do material podado por planta ( $\text{kg planta}^{-1}$ ) (BRIGHENTI et al., 2011).

**Figura 9.** Massa do material vegetal após a poda. Campo Largo, PR. 2021.



Fonte: o autor, 2021.

Foram coletadas amostras aleatórias de cachos de cada cultivar, totalizando 10 cachos por cultivar (Figura 9). Foram obtidas a massa de cacho (g) e massa da ráquis (g), com uma balança semi-analítica; o comprimento do cacho (cm), mensurado com uma régua e contados o número de bagas por cacho (Figuras 10 e 11).

**Figura 10.** Amostra de cachos. Campo Largo, PR. 2020.



Fonte: o autor, 2020.

**Figura 11.** Avaliação Física dos cachos. Campo Largo, PR. 2020.



Fonte: o autor, 2020.

### 3.2.2.3 Variáveis de maturação tecnológica e fenólica das bagas

A partir da virada de cor até a colheita, foram coletadas 120 bagas por cultivar, quinzenalmente, para acompanhamento e determinação da maturação tecnológica de cada cultivar (Figura 12). As bagas foram levadas ao laboratório para pesagem, maceração e separação das cascas para análises. A partir do mosto, obtido pela maceração da polpa, foi determinado os sólidos solúveis (°Brix), a acidez total titulável (mEq L<sup>-1</sup>), e o pH conforme a metodologia proposta pela Organização Internacional da Vinha e do Vinho (OIV, 2009).

A concentração de sólidos solúveis (SS) foi determinada se utilizando um refratômetro. O aparelho calibrado com água destilada, em seguida o mosto foi distribuído sobre o prisma, e a leitura realizada diretamente em °Brix. A acidez total titulável (ATT) foi obtida através da titulação de solução com 5 mL do mosto diluído em 50 mL de água destilada e solução alcalina padronizada de hidróxido de sódio 0,1 N, utilizando como indicador fenolftaleína (1%). O volume de NaOH consumido foi utilizado para determinar a ATT em (mEq L<sup>-1</sup>), empregando a seguinte fórmula:

$$\text{ATT em (mEq L}^{-1}\text{),} = (n * c * 1000) / V; \text{ Onde:}$$

n = volume em mL de solução de hidróxido de sódio gasto na titulação

C = concentração da solução de hidróxido de sódio

1000 = transformação em litro

V = volume em mL de mosto da amostra

O potencial hidrogeniônico (pH) foi registrado a partir das amostras coletadas no dia da colheita, por meio de um potenciômetro de bancada, após calibração em soluções tampões conhecidos de pH 4,0 e 7,0.

**Figura 12.** Avaliação de Sólidos Solúveis Totais e Acidez Total Titulável e pH na safra de 2020/2021. Campo Largo, PR.



Fonte: o autor, 2021.

Amostras de cachos foram coletadas durante a colheita das duas últimas safras de avaliação (2020/2021 e 2021/2022) para a obtenção dos compostos fenólicos e microvinificações. Para a extração das antocianinas, polifenóis e taninos das cascas a preparação do extrato foi realizada de acordo com a metodologia adaptada de Pereira et al. (2005) e (2020). Foram pesadas 20 gramas de cascas e misturadas com 100 mL de etanol 96%, as cascas foram trituradas usando um triturador semiautomático por 3 min. Em seguida os extratos ficaram sob agitação a frio (5°C) durante 1 hora. Após esse tempo, os extratos foram centrifugados em centrífuga SL700 a 3500 RPM por 15 minutos e a parte sobrenadante foi armazenada em tubos Falcon com rosca (Figura 13). Logo em seguida, foram realizadas as avaliações do índice de polifenóis totais (IPT 280) de acordo com a metodologia proposta por Rizzon (2010). As avaliações das antocianinas e taninos foram realizadas de acordo com metodologia proposta por Zamora (2003).

Para avaliação das antocianinas foi adicionado em um tubo de ensaio 1 mL do extrato, 1 mL de etanol e 20 ml de ácido clorídrico a 0,7%. Em dois tubos fechados foram adicionados 5 ml da mistura e no primeiro tudo adicionados 2mL de água destilada. Num segundo tubo de ensaio, foi adicionado 5 mL da mistura e 2 mL de NaHSO<sub>3</sub> a 0,7%. Após agitação de 10 minutos foi efetuada a leitura da absorção das amostras dos dois tubos a 520 nm, utilizando cubetas de 1 cm de percurso ótico, o aparelho foi calibrado com água destilada. A concentração de antocianinas totais (TA), foi expressa de acordo com a equação:

$TA = (A1-A2) \times 875$ ; sendo 875 o coeficiente de extinção molar da malvidina corrigido para expressar o resultado diretamente em  $mg L^{-1}$ .

O índice de polifenóis totais (IPT 280) foi realizado se diluindo o extrato, na proporção de 1% para as cultivares tintas e 5% para as cultivares brancas, com água destilada e com o auxílio de um balão volumétrico de 100 mL. Foi determinada a absorvância no espectrofotômetro a 280 nm, com cubetas de quartzo de 1 cm de percurso ótico, zerando o aparelho com água destilada entre as amostras. O índice de polifenóis foi obtido pela equação:

$IPT (280) = \text{valor de absorvância} \times \text{fator de diluição}$ .

Foram realizadas diluições adequadas para as cultivares brancas (5%) com objetivo de não haver interferência de substâncias não fenólicas. Para a estimativa dos Polifenóis Totais (PT) os valores de IPT 280 corrigidos foram submetidos a uma curva padrão de ácido gálico x absorvância (280nm) seguindo a equação:

$y = 0.0364x + 0.0009$ ,  $r = 0.9989$ ; sendo o valor de PT expresso em  $mg L^{-1}$  de ácido gálico.

Para a avaliação dos taninos (TT) em tubos de ensaio fechados, foram adicionados nos tubos I e II, 2 ml do extrato diluído 1:50, 1 mL de água destilada e 6 mL de HCL 12N. O tubo I, fechado e protegido da luz foi submetido a banho maria por 30 minutos. O tubo II foi mantido em temperatura ambiente. Após 30 minutos de ebulição, o tubo I foi retirado. Na sequência, nos tubos I e II foi adicionado 1 mL de etanol e homogeneizados. Após foi medida a absorvância a 550 nm. A concentração de taninos (TT) é dada pela expressão:

$TT = (A1 - A2) \times 19,33$ ; sendo 19,33 o coeficiente de extinção molar de cianidina, obtido por hidrólise ácida dos taninos condensados, corrigido para expressar o resultado em  $g L^{-1}$ .

**Figura 13.** Preparação dos extratos, centrifugação e avaliação de antocianinas, polifenóis e taninos no espectrofotômetro, Curitiba, PR, 2022.



Fonte: o autor, 2022.

#### 3.2.2.4 Microvinificação

- Cultivares Brancas:

Foram colhidas manualmente aproximadamente 30 kg de uva de cada cultivar para a elaboração dos vinhos. As microvinificações foram realizadas na cantina da Vinícola Legado de acordo com o protocolo adaptado de Pszczolkowski & Lecco (2011) e Makhotkina et al. (2013).

As uvas colhidas foram mantidas em câmara fria por 24h à temperatura de 5 a 8 °C. Após, foi padronizado 20 kg de uva por tratamento para o processo de vinificação. Os cachos foram passados por desengaçadeira, separando as bagas da ráquis, e condicionadas em recipiente no qual foi adicionado 10 mg kg<sup>-1</sup> de SO<sub>2</sub> a partir de uma solução com 10 % de metabissulfito de potássio. As bagas foram homogeneizadas manualmente por 5 min com o remontador de inox e imediatamente colocadas em prensa hidropneumática. Foi escorrido o mosto flor (sem prensagem) para um recipiente de vidro de 12,5 L, no qual foi adicionado 20 mg L<sup>-1</sup> de SO<sub>2</sub>, mediante a solução de metabissulfito de potássio a 10 %. O recipiente com o volume completo de mosto foi tampado e mantido em câmara fria por 72 horas a 2°C para precipitação das partículas grosseiras e clarificação do mosto. Após este tempo, 700 mL de mosto foram transferidos em garrafas de 750 mL.

Foram utilizadas quatro garrafas (repetição) por cultivar. Em cada repetição foi inoculada leveduras hidratadas ativas (*Saccharomyces cerevisiae*) na proporção de 0,2 g L<sup>-1</sup>. As garrafas

foram vedadas com batoque hidráulicos (Figura 14). As garrafas foram mantidas em sala com temperaturas em torno de 20°C e pesadas diariamente para monitorar o progresso da fermentação alcoólica, o qual foi considerada completa quando a massa total de cada repetição não se altera por três dias consecutivos.

**Figura 14.** Microvinificação nas garrafas com batoque hidráulico. Safra 2021/2022. Campo Largo, PR.



Fonte: o autor, 2022.

Finalizada a fermentação, foi adicionado 60 mg L<sup>-1</sup> de SO<sub>2</sub> por repetição, mediante uma solução de metabissulfito a 10%, e então permaneceram armazenadas em câmara fria de 0 a 1°C por 21 dias para estabilização tartárica.

O vinho foi envasado para garrafas de 750mL que foram armazenadas em ambiente livre de luz até o momento da avaliação sensorial e análise dos compostos voláteis.

- Cultivares Tintas:

As uvas colhidas foram mantidas em câmara fria por 24h à temperatura de 5 a 8°C. Após, foi padronizado 20 kg de uva por cultivar para iniciar o processo de vinificação. Os cachos foram passados por desengaçadeira, separando as bagas das ráquis, e condicionadas em recipiente no com 60 mg kg<sup>-1</sup> de SO<sub>2</sub> a partir de uma solução com 10 % de metabissulfito de potássio. As bagas

parcialmente inteiras foram divididas em quatro repetições de igual volume e colocadas em fermentadores de vidro adaptados com batoque hidráulico, nos quais foram adicionadas leveduras hidratadas ativas (*Saccharomyces cerevisiae*) na proporção de 0,2 g L<sup>-1</sup>. O tempo de maceração foi de 7 dias, com duas remontagens diárias. A fermentação alcoólica ocorreu em uma sala com temperatura em torno de 20°C. Após a descuba, o vinho foi trasfegado de duas a três vezes, até o fim da fermentação malolática. Uma das repetições foi utilizada para completar o volume dos fermentadores durante as trasfegas.

Finalizada a fermentação malolática, foi adicionado 60 mg L<sup>-1</sup> de SO<sub>2</sub>, mediante uma solução de metabissulfito a 10%, e após armazenadas em câmara fria a 0°C por 21 dias para estabilização tartárica. Os vinhos foram envasados em garrafas de 750 mL (Figura 15) e armazenadas em ambiente livre de luz até o momento das análises sensoriais e avaliação dos compostos voláteis.

**Figura 15.** Envase dos vinhos. Merlot safra 2020/2021. Campo Largo, PR.



Fonte: o autor, 2021.

### 3.2.2.5 Análise sensorial e dos compostos voláteis dos vinhos

A análise sensorial foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, sob o número CAAE 62582022.0.0000.0102 e pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Santa Catarina, sob o número CAAE 62582022.0.3001.0121 (Anexos I e II).

A análise sensorial dos vinhos (Figura 16) foi realizada no Laboratório do Núcleo de Estudos da Uva e do Vinho da Universidade Federal de Santa Catarina (NEUVIN/UFSC), em Florianópolis/SC, por uma equipe voluntária de 10 avaliadores adequadamente treinados a identificar os parâmetros visuais, olfativos e gustativos dos vinhos. Todos os avaliadores assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme determinação do Comitê de Ética em Pesquisa. O grupo de avaliadores era composto por cinco mulheres e cinco homens com idade variando de 25 a 70 anos.

Para análise sensorial foram utilizadas as fichas descritivas para vinhos (Anexo IV), desenvolvidas pela OIV (Organização internacional da vinha e do vinho) e adaptadas pelo pesquisador Dr. Vinicius Caliari. Os avaliadores estabeleceram por meio de escala estruturada, notas que variaram entre excelente e insuficiente. Para a avaliação visual foram avaliados os critérios de limpidez e o aspecto geral. Para o componente olfativo foram avaliados a intensidade, a nitidez e a qualidade. Para as características gustativas foram avaliados a intensidade, a nitidez, a qualidade e a persistência. Ao final foi dada uma nota para o aspecto global da amostra avaliada. Na ficha de avaliação também havia um espaço para a descrição de notas específicas relacionadas a cor, aroma e sabor dos vinhos.

As sessões foram realizadas, com duração em torno de 1 hora e 30 minutos, onde foram analisadas de 6 a 10 amostras de vinhos, respeitando as temperaturas ideais para servir os tintos (14° a 16°C), e os brancos devidamente refrigerados (em torno de 6° a 8° C). Entre as amostras foi disponibilizado água mineral em temperatura ambiente e bolachas de água e sal para os avaliadores. A interpretação dos resultados das análises sensoriais foi elaborada com base nas médias das notas dos avaliadores, os resultados foram apresentados graficamente.

A partir da análise sensorial, os vinhos foram classificados em vários grupos de aromas, de acordo com a metodologia adaptada, proposta por Sun et al., (2018). O perfil aromático de cada vinho foi calculado de acordo com a intensidade (I%) e frequência (F%) de detecção, calculada a partir da frequência modificada (MF%), utilizando a fórmula:

$MF\% = \sqrt{F(\%) \cdot I(\%)}$ ; onde  $F(\%)$  é a frequência de detecção de um grupo de aroma na análise sensorial e  $I(\%)$  é intensidade relativa do aroma, de acordo com as notas de intensidade aromática na análise sensorial, expressa como a porcentagem. Os valores de  $MF(\%)$  foram obtidos pela média dos vinhos das duas safras.

**Figura 16.** Avaliação sensorial, NEUVIN/UFSC. Florianópolis, SC, 2022.



Fonte: o autor, 2022.

### **3.2.2.6 Análise dos compostos voláteis dos vinhos por cromatografia gasosa**

#### Condições de extração no HS-SPME

Para a extração dos componentes voláteis das amostras foi utilizada metodologia já otimizada, previamente descrita por Tao et al. 2008. Em um vial de 15 mL contendo uma barra de agitação magnética foi adicionado 7,5 mL de amostra,  $0,7500 \pm 0,005$  g de NaCl e 2 uL de solução de  $\alpha$ -pineno, utilizado como padrão interno (Figura 17). O vial foi inserido em um recipiente contendo uma jaqueta de vidro o qual estava sobre uma chapa de agitação magnética e conectado a um banho termostaticado com circulação de água (SOLAB SL 152, Piracicaba, SP, Brasil). O vial foi mantido em banho de água à  $40 \pm 0,2$  °C e o conteúdo foi mantido sob agitação por 5

minutos. A fibra de SPME foi exposta ao headspace do vial o qual foi mantido nessa mesma temperatura por 30 minutos.

Análises em branco da coluna cromatográfica e das fibras de SPME foram realizadas para verificar a ausência de compostos interferentes. Foi utilizado uma fibra de SPME composta por divinylbenzene/carboxen/polydimethylsiloxane (DVB/CAR/PDMS) com cobertura de 50/30  $\mu\text{m}$  de espessura e 1 cm de comprimento (SUPELCO, Bellefonte, PA, USA). O composto  $\alpha$ -pineno foi empregado como padrão interno porque não é um composto volátil típico do vinho e apresentou um pico de íon perfeito em local diferente dos picos encontrados pelos compostos voláteis dos vinhos.

### Condições do GC/MS

A fibra de SPME contendo os componentes voláteis adsorvidos foi manualmente inserida no injetor do GCMS à 250 °C (modo splitless; equipado com liner de vidro, 0,75 mm I.D.) e mantido por 5 minutos. Os componentes desorvidos foram separados em um Agilent 7890A GCMS (Figura 18) usando metodologia adaptada de Tao et al. (2009). Uma coluna Agilent HP-5MS (30 m x 0,25 mm x 0,25  $\mu\text{m}$ ) composta por 95% dimethyl/5% diphenyl polysiloxane foi utilizada com fluxo de gás Hélio de 1,0 ml min<sup>-1</sup>. A temperatura do forno foi mantida à 40 °C por 5 min seguida de rampa de aquecimento de 40 a 260 °C com taxa de aquecimento de 9 °C min<sup>-1</sup>. As temperaturas da interface e da fonte de íons foram configuradas a 300 °C. Os dados foram adquiridos no modo Full Scan com faixa de 30 - 400 m/z. O espectrômetro de massas foi operado com impacto de elétrons a 70 eV. Cada amostra foi analisada no mínimo em duplicata. Os picos foram integrados manualmente em software G1701EA GC/MSD Chemstation. As substâncias voláteis foram caracterizadas (Anexo V) através da comparação do espectro de massas e do índice de Kovats (KI) experimental para cada componente com os respectivos espectros de massas e índices de Kovats de padrões descritos por Adams (2007). Os valores de KI experimentais foram obtidos a partir da injeção de uma amostra de hidrocarbonetos saturados C7-C30 (Sigma-Aldrich) nas mesmas condições utilizadas para as amostras e calculados de acordo com van den Dool and Kratz (van Den Dool & Kratz, 1963). Os compostos não identificados na literatura consultada, foram identificados por caracterização baseada pelo software NIST com acima 90% de similaridade.

**Figura 17.** Preparação das amostras para cromatografia gasosa, UFSC. Curitiba, SC, 2022.



Fonte: o autor, 2022.

**Figura 18.** Avaliação dos vinhos por cromatografia gasosa, UFSC. Curitiba, SC, 2022.



Fonte: o autor, 2022.

O cálculo da concentração dos compostos voláteis foi realizada a partir da metodologia do padrão interno, a partir da interpolação entre a área do composto volátil identificado e a área do padrão interno utilizado (TAO et al. 2008; LIJUN et al. 2021). O Valor de Odor Ativo (VOA) foi determinado para avaliar a contribuição do composto químico no aroma do vinho. O VOA foi calculado pela relação entre a concentração ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) de um determinado composto e o limiar de percepção descrito na literatura (CALIARI et al., 2014). Compostos que apresentam  $\text{VOA} > 1$ , são os compostos que contribuem individualmente para o aroma do vinho. Os limiares de percepção utilizados foram descritos nos trabalhos de Ferreira et al. (2000); Moyano et al. (2002); Ribereau-Gayon et al. (2006); Escudero et al. (2007); Tao et al. (2008); Li et al. (2008); Jiang and Zhang (2010); Chen et al. (2013); Peng et al. (2013); Gambeta et al. (2014); Pereira et al. (2014); Yu et al. (2019); Carpena et al. (2021) e Lu et al. (2022).

### **3.2.3 Delineamento e Análise Estatística**

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados (DBC), com cinco repetições e cinco plantas por parcela. Os frutos foram colhidos no estágio de maturação completa (BBCH89). As médias de cinco ciclos de produção (2016/2017, 2017/2018, 2019/2020, 2020/2021 e 2021/2022) foram submetidas à análise de variância, em seguida submetidas ao teste F ( $p \leq 0,05$ ); as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) usando o programa de SISVAR (FERREIRA, 2019). Devido as diferenças de espaçamento entre as cultivares, os resultados de produção foram somente expressos através de estatísticas descritivas e não foram submetidos a comparação de médias.

A avaliação dos compostos fenólicos das bagas, a análise sensorial e a avaliação dos compostos voláteis dos vinhos foram realizadas para as safras 2020/2021 e 2021/2022. Os dados da análise sensorial foram apresentados através de estatísticas descritivas e a interpretação dos resultados foi elaborada com base nas médias das notas dos avaliadores para cada atributo, os resultados foram apresentados graficamente. A avaliação dos compostos fenólicos das bagas e a análise dos compostos voláteis dos vinhos foram submetidas a ANOVA e os compostos comparados pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Posteriormente, foram realizadas análises multivariadas, como correlação entre variáveis ( $p < 0,01$ ) e análise de componentes principais (PCA). A análise estatística PCA foi realizada por meio do programa STATISTICA v10.0.

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura média durante a brotação até a maturação das cultivares viníferas ao longo dos cinco ciclos de avaliados foi de 18,6°C e a amplitude térmica, no mesmo período, de 11,1°C. Nas regiões da Campanha Gaúcha (RS), Campos de Cima da Serra (RS) e Planalto Catarinense (SC), durante a safra de 2020 (nos períodos de brotação até maturação) a temperatura média foi de 17,0°C; 14,0 °C e 13,0 °C, e a amplitude térmica foi de 12,1°C; 11,0°C e 10,3°C, respectivamente (ALVES et al., 2020). As condições de amplitude térmica foram semelhantes as encontradas nos Campos de Cima da Serra e a temperatura média foi superior a encontrada nessas tradicionais regiões da viticultura brasileira. O clima possui forte influência sobre a videira, sendo importante na definição das potencialidades de cada região para o cultivo de uvas. Além disso, os demais componentes do meio ambiente, em particular como o solo e a cultivar, interferem no manejo agrônomo (TONIETTO & PEREIRA, 2012).

A amplitude térmica anual durante os ciclos estudados foi de 11,7°C, sendo essa elevada amplitude térmica um fator positivo para a produção de uvas viníferas nessa mesorregião. A amplitude térmica anual influencia o equilíbrio fotossintético/respiratório da videira e, conseqüentemente, o acúmulo energético, estando diretamente relacionada na biossíntese de compostos fenólicos (GONZÁLEZ et al., 2007). Segundo Palladini et al. (2021) regiões vitícolas de altitude em Santa Catarina apresentam amplitude térmica próximas a 10,0°C. São Joaquim é a menor (9,4°C), seguida de Água Doce (9,9°C), Curitibaanos (10,0°C), Tangará (10,2°C), Campo Belo do Sul (11,0°C) e Campos Novos (11,3°C) e, por isso, caracterizam-se como regiões que apresentam amplitude térmica favoráveis para a produção da uva e a elaboração vinhos finos de qualidade.

Durante os cinco ciclos de avaliação a média de precipitação se apresentou abaixo da média histórica de 1645 mm de pluviosidade anual. Os anos de 2019, 2020 e 2021 apresentaram pluviosidades totais de 1258, 1114 e 929 mm, respectivamente, ficando 387, 531 e 716 mm abaixo da média histórica para o mesmo local. Episódios de altas pluviosidades intercalados com períodos de longa estiagem vem se tornando mais frequentes na região, entretanto para a cultura da videira essas menores precipitações se tornam vantajosas, visto que altas de pluviosidades, acima de 1000 milímetros anuais, afetam negativamente a cultura da videira, tanto em qualidade físico-química, quanto em sanidade. Climas com menores nebulosidades e precipitações reduzidas, principalmente

entre os períodos de maturação e colheita, são benéficos para a cultura da videira em diversos aspectos. Essas condições são benéficas para a diferenciação floral, acúmulo de açúcares e aumento dos compostos fenólicos nas bagas, assim como propiciam condições favoráveis a menores incidências de doenças fúngicas.

A precipitação é uma variável atmosférica chave na viticultura, em termos anuais, a precipitação média nos vinhedos de elevada altitude de Santa Catarina oscila entre 1.400 mm e 1.869 mm (VIANNA et al., 2016), sendo essas consideradas elevadas e próximas as precipitações historicamente observadas no município de Campo Largo. Em países com regiões vitícolas tradicionais as precipitações anuais ficam em torno de 300 a 1.000 mm anuais (VAN LEEUWEN, 2022), sendo essas regiões de clima menos chuvoso, os locais mais indicados para a produção de uvas viníferas com elevada qualidade. Segundo Vianna et al. (2016), além dos dias ensolarados e com reduzida precipitação, a quantidade, a intensidade e a distribuição das precipitações são fundamentais para o equilíbrio na relação açúcar/acidez nas bagas de uva. Segundo Jackson e Lombard (1993), para a atividade vitícola, recomendam-se locais com 700 a 800 mm de precipitação durante o ciclo produtivo. Normalmente em Campo Largo a precipitação anual é superior a 1000 mm anuais, sendo assim, mesmo em anos com menores pluviosidades, como nas safras 2020, 2021 e 2022, o controle químico é indicado e necessário para o cultivo de cultivares *Vitis vinifera* Campo Largo, devido a elevada frequência e distribuição de chuvas durante todo o ciclo da videira. Quanto ao início da brotação ‘Fiano’ foi a cultivar mais precoce (09 de setembro) e ‘Cabernet Sauvignon’ a mais tardia (22 de setembro) (Tabela 2). Cultivares com brotação mais tardia também apresentaram floração mais tardia, como observado por e Brighenti et al. (2013) e Malinovisk et al. (2016) avaliando cultivares viníferas na região de altitude de Santa Catarina.

**Tabela 2.** Data média dos estádios fenológicos para as cultivares viníferas nas safras (2016/2017, 2017/2018, 2019/2020, 2020/2021 e 2021/2022). Campo Largo, PR.

<b>Cultivar</b>	<b>Brotação (BBCH 07)</b>	<b>Floração (BBCH 65)</b>	<b>Véraison (BBCH 81)</b>	<b>Colheita (BBCH 89)</b>	<b>Maturação (dias)</b>	<b>Ciclo total (dias)</b>
C. Sauvignon	22/09	30/10	14/01	28/02	46 a	158 a
Fiano	09/09	22/10	11/01	13/02	38 b	156 a
Merlot	19/09	29/10	10/01	22/02	42 a	157 a
Pinot Noir	12/09	22/10	26/12	07/02	39 b	148 a
Viognier	18/09	24/10	06/01	06/02	36 b	141 b
Média	16/09	25/10	07/01	14/02	40	152
CV (%)	---	---	---	---	11,81	4,13

Os dados são as médias de cinco safras. Valores seguidos por letras diferentes em uma coluna diferem significativamente (teste de Scott-Knott,  $p < 0,05$ ).

A floração se iniciou de forma mais precoce nas cultivares que apresentaram brotações antecipadas ('Fiano' e 'Pinot Noir'). 'Cabernet Sauvignon' foi a cultivar mais tardia para todos os estádios fenológicos, dentre as cultivares avaliadas. A primeira cultivar quanto ao início de maturação (Véraison) foi 'Pinot Noir' (26, dezembro) e a última 'Cabernet Sauvignon' (14, janeiro). As cultivares que apresentaram em média, um maior período de maturação foram Cabernet Sauvignon (46 dias) e Merlot (42 dias). A colheita em média, se iniciou na primeira semana de fevereiro e se estendeu até o final deste mês. As colheitas mais precoces ocorreram para as cultivares Viognier (06, fevereiro) e Pinot Noir (07, fevereiro) e as colheitas mais tardias para 'Merlot' (22, fevereiro) e 'Cabernet Sauvignon' (28, fevereiro). Os ciclos mais longos foram observados para 'Merlot' (157 dias) e 'Cabernet Sauvignon' (158 dias) e o mais curto para 'Viognier' (141 dias), este diferindo estatisticamente do ciclo das demais cultivares.

Em um estudo realizado no município de Água Doce, SC, avaliando a cultivar Fiano ao longo de três safras, os pesquisadores observaram em média 187 dias de ciclo. No presente estudo, Fiano apresentou na média de cinco safras, 156 dias de ciclo total, 31 dias mais curto em Campo Largo, quando comparado ao estudo de Malinovisk et al. (2016) em Água Doce, SC. Em um trabalho com diferentes cultivares viníferas em São Joaquim, SC, Brighenti et al. (2013) constataram que ao longo de três ciclos, as cultivares Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot Noir apresentaram respectivamente 215, 213, 201 dias de ciclo, em média. As mesmas cultivares na em Campo Largo, PR, apresentaram um ciclo bem mais curto, com 158 dias para 'Cabernet Sauvignon' (57 dias a menos), 157 dias para 'Merlot' (56 dias a menos) e 148 dias para 'Pinot Noir' (53 dias a menos). A temperatura média superior em Campo Largo nos períodos de brotação até a colheita explicam o menor ciclo para as cultivares viníferas nessas condições climáticas, quando comparado ao ciclo da videira nas regiões de altitude do planalto catarinense.

Para as variáveis produção e produtividade (Tabela 3), as cultivares apresentaram valores entre 1,79 e 2,76 kg planta<sup>-1</sup>, sendo que 'Cabernet Sauvignon' apresentou 6,82 t ha<sup>-1</sup>, 'Merlot' 6,45 t ha<sup>-1</sup>, 'Fiano' 6,07 t ha<sup>-1</sup>, 'Viognier' 5,96 t ha<sup>-1</sup> e 'Pinot Noir' 5,38 t ha<sup>-1</sup>. De acordo com Marcon Filho et al. (2019), em um estudo conduzido com a cultivar Cabernet Sauvignon, em São Joaquim, SC, os autores encontraram valores de produtividade entre 8,2 e 16,8 t ha<sup>-1</sup>, sendo esses superiores aos apresentados pela mesma cultivar, nas condições desse estudo.

**Tabela 3.** Produção, Produtividade estimada, massa de cacho, comprimento do cacho e número de cachos por planta das cultivares Cabernet Sauvignon, Fiano, Merlot, Pinot Noir e Viognier em cinco safras (2016/2017, 2017/2018, 2019/2020, 2020/2021 e 2021/2022). Campo Largo, PR, Brasil.

Cultivar	Produção planta <sup>-1</sup> (kg)	Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )	Massa do cacho (g)	Comprimento do cacho (cm)	Cachos videira <sup>-1</sup>
C. Sauvignon	2,76 ± 0,6	6,82 ± 1,7	92,17±25,1b	12,39±1,9b	30,76±5,9a
Fiano	2,04 ± 0,8	6,07 ± 2,6	114,31±17,8 a	14,29±2,0 a	18,17±8,4c
Merlot	2,61 ± 0,6	6,45 ± 1,6	103,07±17,1b	12,95±1,8 b	25,67±6,0 b
Pinot Noir	1,79 ± 0,8	5,38 ± 2,4	63,10±26,5c	8,77±1,6c	29,74±14,2 a
Viognier	2,02 ± 0,9	5,96 ± 2,8	124,57±24,0 a	14,10±1,3a	17,06±8,9c
valor-p	---	---	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Valores expressos em média ± desvio padrão. Os dados são as médias de cinco safras. Os valores seguidos por letras diferentes em uma coluna interna diferem significativamente (teste de Scott-Knott, p < 0,05).

Segundo Malinovisk et al. (2016), ‘Fiano’ na média de duas safras, apresentou produtividade de 2,77 t ha<sup>-1</sup> quando cultivada no Planalto Catarinense, sendo essa produção inferior aos valores encontrados em Campo Largo, PR. A produtividade da videira pode ser afetada por diversos aspectos, tais como o clima, práticas culturais, nutrição mineral, disponibilidade hídrica, pragas e doenças. A influência que o ambiente exerce sobre a videira é resultado da interação desses fatores, cujo efeito total está relacionado com o potencial genético de resposta às condições do ambiente, o que determina sua produtividade e a qualidade dos frutos produzidos (FELDBERG et al., 2007).

Em relação aos cachos, a massa foi maior para as cultivares Viognier (124,57 g) e Fiano (114,31 g), seguido de Merlot (103,07 g) e Cabernet Sauvignon (92,17 g). Os cachos de maiores comprimentos foram encontrados para ‘Fiano’ (14,29 cm) e ‘Viognier’ (14,10 cm). ‘Pinot Noir’ apresentou os cachos mais leves e também os menores em comprimento com 63,10 g e 8,77 cm, entretanto a cultivar Pinot Noir apresentou o maior número de cachos por planta, com 29,74 cachos junto a ‘Cabernet Sauvignon’ com 30,76 cachos por planta.

O índice de Ravaz (IR) é um dos índices mais relevantes na viticultura. Esse índice é a razão entre a produção de frutos e a massa de poda removido no período de dormência. O índice de Ravaz também é usado para determinar o equilíbrio e o vigor da videira. Diferentes autores demonstram que valores do Índice de Ravaz entre 4 e 7 são indicativos de videiras equilibradas, capazes de produzir frutas de qualidade (SILVA et al., 2009; FREDES et al., 2010). Índices maiores que 7 indicam excesso de produção de frutos, e valores menores que 4 demonstram vigor excessivo da planta (HOWELL, 2001; YUSTE, 2005). O índice Ravaz médio das cinco cultivares

para o presente estudo foi de 5,28, apresentando um bom equilíbrio entre crescimento vegetativo e produção de cachos, podendo se aumentar a produção para atingir valores ainda melhores para as cultivares Pinot Noir, Fiano e Viognier. Os maiores IR (Tabela 4) foram encontrados para Merlot (7,10) e Cabernet Sauvignon (6,83) e os menores valores para Fiano (3,56) e Viognier (3,37).

Com relação ao índice de fertilidade, a média das cinco cultivares foi de 0,74 cachos por sarmento. O maior índice de fertilidade foi encontrado para as cultivares Pinot Noir (0,82), Fiano (0,79) e Merlot (0,76) (Tabela 4). A fertilidade dos sarmentos dependente das condições climáticas, sobretudo da luminosidade e temperatura, sendo que também pode estar relacionado com as reservas de carbono da planta (SOMMER et al., 2000; LEÃO & SILVA, 2003; CHAO & ANDERSON, 2010).

**Tabela 4.** Massa de poda, índice de Ravaz e índice de fertilidade de cinco cultivares de uva para vinho em quatro safras (2016/2017, 2017/2018, 2019/2020, 2020/2021 e 2021/2022). Campo Largo, PR, Brasil.

Cultivar	Massa de poda (kg)	Índice de Ravaz	Índice de fertilidade
C. Sauvignon	0,56±0,3 b	6,83±3,9 a	0,69±0,1 b
Fiano	0,60±0,1 b	3,56±2,1 c	0,79±0,3 a
Merlot	0,44±0,2 c	7,10±3,1 a	0,76±1,9 a
Pinot Noir	0,45±0,2 c	5,11±3,4 b	0,82±0,2 a
Viognier	0,68±0,1 a	3,37±0,6 c	0,63±0,2 b
valor-p	< 0,001	< 0,001	0,035

Valores expressos em média ± desvio padrão. Os dados são as médias de cinco safras. Os valores seguidos por letras diferentes em uma coluna interna diferem significativamente (teste de Scott-Knott,  $p < 0,05$ ).

As cultivares apresentaram diferenças significativas para teor de sólidos solúveis (SS), pH e acidez total titulável (ATT). O teor de SS médio foi de 18,4 °Brix. ‘Pinot Noir’, ‘Fiano’ e ‘Merlot’ apresentaram os maiores teores de açúcares nas bagas, com 18,8, 18,8 e 18,6 °Brix, respectivamente (Tabela 5). O teor de açúcar na uva pode variar em relação a cultivar, nível de maturação e sanidade, sendo que, para a elaboração de vinhos finos é recomendado que os SST estejam acima de 18 °Brix (JACKSON, 2008), apesar disso, o recomendado são teores entre 19 e 25 °Brix (GRIS et al., 2010).

**Tabela 5.** Valores médios e coeficientes de variação (%) para teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (ATT), pH, índice de polifenóis totais (IPT280), polifenóis totais (PT) ( $\text{mg L}^{-1}$  de ácido gálico), Teor antocianinas totais (TTA) e Taninos totais (TT) das cultivares Cabernet Sauvignon, Fiano, Merlot, Pinot Noir e Viognier, Campo Largo, PR, Brasil.

Cultivar	SS (°Brix)	ATT (mEq L <sup>-1</sup> )	pH	IPT 280	PT (mg L <sup>-1</sup> )	TTA (mg L <sup>-1</sup> )	TT (g L <sup>-1</sup> )
C. Sauvignon	18,2 b	124,45 a	3,14 b	51,81 a	1421,72 a	516,50 a	2,03 a
Fiano	18,8 a	115,52 b	3,07 c	6,52 d	178,57 d	***	0,97 c
Merlot	18,6 a	98,77 c	3,20 a	46,75 b	1284,33 b	297,14 b	1,51 b
Pinot Noir	18,8 a	118,27 b	3,22 a	35,78 c	982,14 c	193,57 c	1,05 c
Viognier	18,1 b	106,95 c	3,21 a	4,05 d	111,26 d	***	0,26 d
Média	18,4	112,74	3,17	28,96	795,60	201,44	1,16
CV(%)	5,47	11,08	2,53	9,98	9,88	1,84	20,48

Os dados de SS, ATT e pH são a média de cinco safras, os dados de IPT280, PT, TTA e TT são a média das safras 2020/2021 e 2021/2022. \*\*\*As cultivares Fiano e Viognier não apresentam teores de antocianinas. Valores seguidos por letras diferentes em uma coluna diferem significativamente (teste de Scott-Knott,  $p < 0,05$ ).

Em relação ao pH, o valor médio foi de 3,17. O maior valor de pH foi encontrado para a cultivar Pinot Noir (3,22), não diferindo estatisticamente de ‘Merlot’ e ‘Viognier’. O menor valor dessa variável foi observado para ‘Fiano’ com pH médio de 3,07. O pH é extremamente importante em vários aspectos da produção de vinho, como crescimento e desenvolvimento de leveduras e alguns mecanismos de fermentação (RIZZON & MIELE, 2002). Para elaboração de vinhos de qualidade, os valores de pH do mosto devem ser inferiores a 3,4 para cultivares brancas (JACKSON, 2008). Para as cultivares de vinho tinto, pH entre 3,0 e 3,35 são parâmetros que indicam um bom nível de maturidade para diferentes cultivares de uva e são parâmetros adequados para a elaboração de vinhos tintos premium (GOMBAU et al., 2020). O pH obtido por todas as cultivares em estudo evidenciam que as cultivares Cabernet Sauvignon, Fiano, Merlot, Pinot Noir e Viognier apresentaram uma maturação adequada e se encontram em teores considerados adequados para vinificação e elaboração de vinhos finos de qualidade.

Quanto a acidez total titulável (ATT), ‘Merlot’ e ‘Viognier’ apresentaram menores valores para ATT, em média, com 98,77 e 106,95 mEq L<sup>-1</sup> de ácido tartárico, respectivamente. ‘Cabernet Sauvignon’ apresentou a maior ATT, com 124,45 mEq L<sup>-1</sup> sendo essa superior estatisticamente as demais cultivares. ‘Pinot Noir’ e ‘Fiano’ apresentaram ATT de 118,27, 115,79 mEq L<sup>-1</sup>. Em um estudo em Dois Vizinhos, Paraná, o autor obteve ATT de 49,25 mEq L<sup>-1</sup> (‘Cabernet Sauvignon’) e 36,25 mEq L<sup>-1</sup> (‘Merlot’) em 2008/2009 e 56,66 e 69,58 mEq L<sup>-1</sup>, respectivamente, na safra

2011/2012; não apresentando uma ATT suficiente para dar ao vinho a estabilidade desejada para armazenamento a longo prazo (PENSO et al., 2014). No presente trabalho, a ATT encontrada para ‘Merlot’ (98,77 mEq L<sup>-1</sup>) e ‘Cabernet Sauvignon’ (124,45 mEq L<sup>-1</sup>) foi superior, isso devido às condições edafoclimáticas de Campo Largo, Paraná.

Teores aceitáveis de acidez total para uvas viníferas podem variar entre 40,0 e 140,0 mEq L<sup>-1</sup> de ácido tartárico. Porém, esses valores podem diferir dependendo do estilo de vinho que se pretende produzir. De uma forma geral, ATT entre 100 a 140 mEq L<sup>-1</sup> para vinhos espumantes e abaixo de 135 mEq L<sup>-1</sup> para vinhos tranquilos, são parâmetros adequados para a vinificação.

Neste estudo, ‘Fiano’ apresentou, na média de cinco ciclos, sólidos solúveis (SS) de 18,82 °Brix, 115,52 mEq L<sup>-1</sup> de acidez total titulável e pH 3,07. O valor de SS encontrado para ‘Fiano’ foi inferior aos valores obtidos por Malinovski (2016) em Água Doce, SC. Em um estudo com a cultivar Fiano em Campo Largo, Paraná, na safra 2015/2016, os autores encontraram resultados inferiores para SS e ATT com SS de 18,33 °Brix e ATT de 106,4 mEq L<sup>-1</sup> sendo que o pH se mostrou mais elevado no valor de 3,17 (FOWLER et al., 2020). De uma forma geral, para diferentes cultivares viníferas os parâmetros adequados para a vinificação são pH acima de 2,9 e abaixo de 3,6; acidez total titulável próxima de 100 mEq L<sup>-1</sup> e sólidos solúveis totais em torno de 20 °Brix (BONIN et al., 2017).

Quanto aos compostos fenólicos, os maiores valores para índice de polifenóis totais (IPT280) foi obtido pelas cultivares tintas, como esperado. Cabernet Sauvignon apresentou o maior valor de 51,81 seguido do cultivar Merlot com 46,75. Os menores valores obtidos foram encontrados pelas cultivares brancas Fiano (6,52) e Viognier (4,05), essas não diferindo entre si (Tabela 5). As condições edafoclimáticas associadas ao manejo agrônômico influenciam, principalmente, na composição fenólica e de ácidos orgânicos, com forte influência nos parâmetros de qualidade sensorial dos vinhos intensidade e estabilidade da cor, capacidade de envelhecimento, refrescância, amargor e adstringência (BURIN et al., 2010).

O teor de antocianinas totais (TTA) foi mais elevado para ‘Cabernet Sauvignon’ (516,50 mg L<sup>-1</sup>), seguido de ‘Merlot’ (297,14) e depois ‘Pinot Noir’ (193,57), todas diferindo estatisticamente entre si. O teor de antocianinas totais foi menor quando comparado a um estudo realizado por Marcon Filho et al. (2019), com diferentes clones de ‘Cabernet Sauvignon’, em São Joaquim, SC, nesse estudo os autores encontraram ao longo de quatro safras, valores entre 835 e 2065 mg L<sup>-1</sup> de Antocianinas Totais, sendo valores bem superiores aos teores encontrados nas

bagas da mesma cultivar produzida em Campo Largo, Paraná. Esse menor valor de antocianinas é esperado, visto que o ciclo em São Joaquim, SC é bem mais longo devido as menores temperaturas ao longo do ciclo da videira. Esse menor valor de TTA é um indicativo que os vinhos produzidos em Campo Largo não devem possuir um potencial de guarda tão longo quanto os vinhos produzidos pelo cultivar Cabernet Sauvignon da Serra Catarinense. A síntese e o acúmulo dos compostos fenólicos são grandemente influenciados pelas condições do meio, incluindo a luz, temperatura do ar, altitude, tipo do solo, disponibilidade hídrica, estado nutricional, incidência de doenças, entre outros processos de desenvolvimento (DOWNEY; DOKOOZLIAN; KRSTIC, 2006; DAI et al., 2011).

Os Taninos totais (TT) extraídos das cascas foram superiores para ‘Cabernet Sauvignon’ ( $2,03 \text{ g L}^{-1}$ ), seguido de ‘Merlot’ ( $1,51 \text{ g L}^{-1}$ ). As cultivares Pinot Noir e Fiano não diferiram entre si para a quantidade de Taninos totais e ‘Viognier’ apresentou a menor quantidade desse composto nas cascas com  $0,26 \text{ g L}^{-1}$ . Os valores de TT para a cultivar Cabernet Sauvignon foi menor do que os encontrados por Santos et al. (2010) em um estudo em Bento Gonçalves, RS, quando os autores obtiveram valores entre  $3,54$  e  $4,51 \text{ g L}^{-1}$  de Taninos Totais por hidrólise ácida. Consequentemente os vinhos dessa cultivar produzidos em Campo Largo, PR, apresentam uma menor adstringência como observado nas posteriores análises sensoriais dos vinhos.

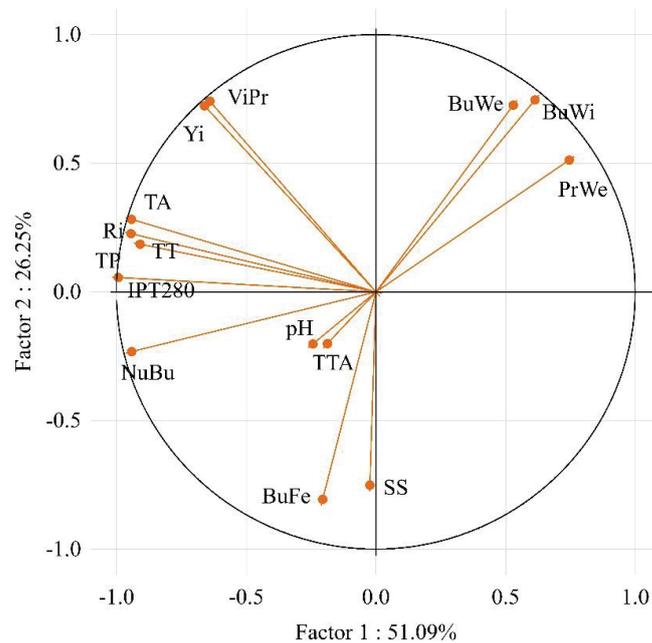
Os taninos e as antocianinas são os polifenóis mais importantes devido às características sensoriais que conferem aos vinhos, além de serem responsáveis diretos por sua longevidade e evolução (GUERRA, 2003). Os taninos têm a capacidade de se combinarem com as proteínas e outros polímeros como os polissacarídeos, provocando a sensação de adstringência, que não é mais que a perda do efeito de lubrificação da saliva por precipitação das proteínas (CABRITA et al., 2003).

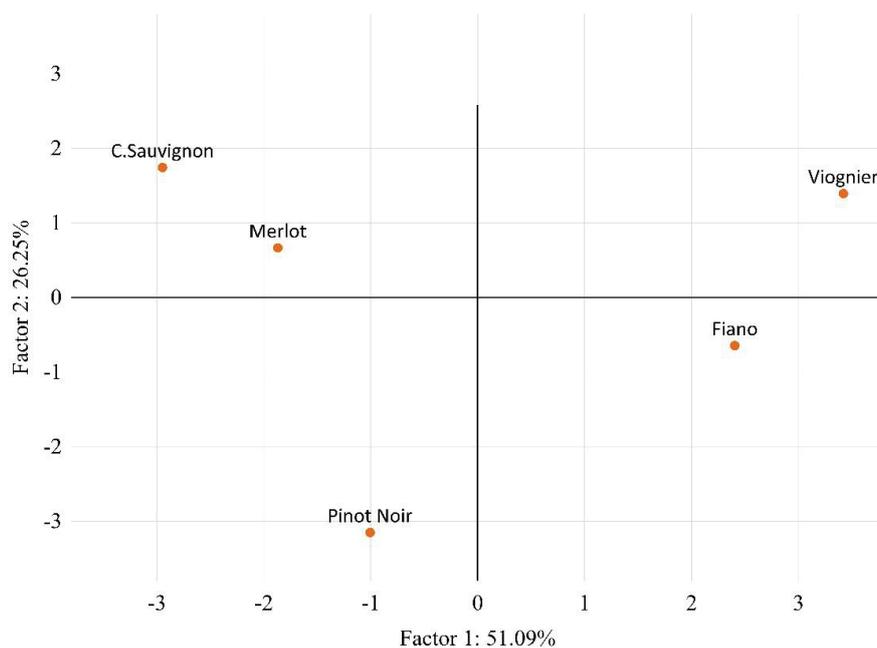
A análise de componentes principais (PCA) foi utilizada para caracterizar e descrever as cultivares frente as 15 variáveis analisadas (Figura 19). A análise explicou 77,34% da variabilidade total dos dados. O primeiro componente (PC1) foi representado pelos principalmente por (valores em módulo da correlação do fator) polifenóis totais (0.99), acidez total titulável (0.94) e índice de Ravaz (0.94) e explicou 51,09% da variação dos dados. O PC2 foi associado às variáveis massa (0.74) e comprimento de cacho (0.72), fertilidade de gemas (0.80) e sólidos solúveis totais (0.75); PC2 explicou 26,25% da variação dos dados. Foram encontradas correlações positivas e

significativas entre rendimento e número de cachos ( $r = 0,67$ ) e índice de Ravaz ( $r = 0,63$ ). A dispersão das cultivares pode ser observada a partir de sua distribuição no sistema de coordenadas.

A representação gráfica dos dois primeiros componentes principais mostrou coerência com os grupos formados pelo teste Scott-Knott, colocando as cultivares Cabernet Sauvignon e Merlot no canto superior esquerdo do eixo X por causa de seus maiores valores de índice de ravaz, polifenóis totais e outras variáveis correlacionadas a esses fatores. As cultivares que apresentaram maiores massa de cacho, comprimento de cacho e massa de poda (Fiano e Viognier) foram colocadas no lado direito do eixo X.

**Figura 19.** Análise de componentes principais (PCA) das cultivares Cabernet Sauvignon, Fiano, Merlot, Pinot Noir e Viognier para as safras 2016/2017, 2017/2018, 2019/2020, 2020/2021 e 2021/2022 utilizando produtividade (Yi), produção por videira (ViPr), número de cachos por videira (NuBu), massa do cacho (BuWe), comprimento de cacho (BuWi), massa da poda (PrWe), índice de Ravaz (Ri), índice de fertilidade (BuFe), teores de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (TA), pH, índice de polifenóis totais (IPT280), polifenóis totais (TP), Teor antocianinas (TTA) e Taninos (TT).



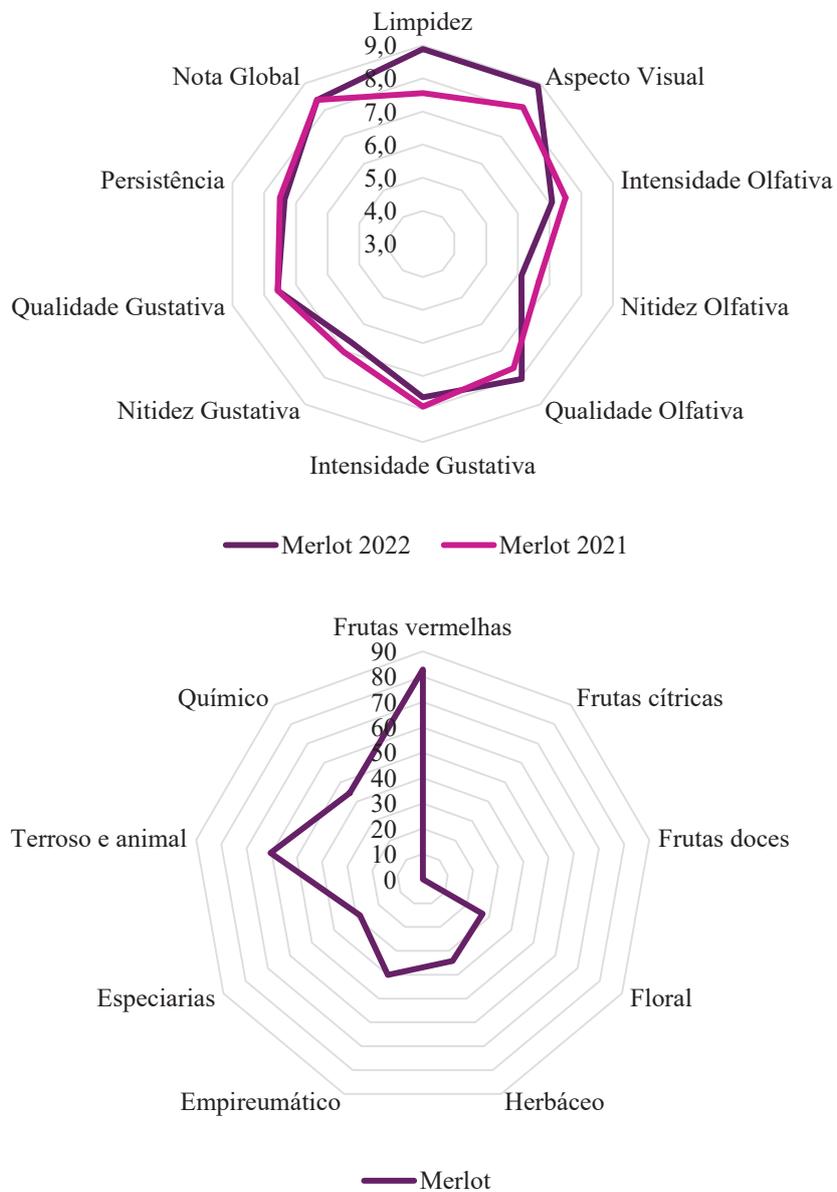


Fonte: o autor, 2023.

Na análise sensorial os aromas identificados foram descritos como frutas vermelhas e negras (framboesa, amora, groselha e morango) frutas cítricas (laranja e limão), frutas doces (pêssego, damasco, melão e caju, maçã verde, maçã e pêra), floral (rosas, violetas e brancas), herbáceo (grama cortada, ervas, pimentão verde), especiarias (cravo, alcaçuz, pimenta, canela e baunilha), empíreumático (fumaça, tabaco, chocolate e café) e terroso/animal (terra, mofo, cogumelos, couro e carne de caça).

O vinho produzido pelo cultivar Merlot, apresentou no aspecto visual uma tonalidade rubi, no olfativo uma complexidade diversa, já no aspecto gustativo apresentou médio corpo, acidez média, persistência média/longa e um retrogosto agradável. Quanto ao aroma esse apresentou aromas predominantemente frutados, em especial de frutas vermelhas e negras e frutas secas. Notas terrosas e químicas e herbáceas, animal (couro) e madeira também foram observadas neste vinho em ambas as safras. O vinho 2022 apresentou (Figura 21) uma limpidez (8,9) e qualidade visual (8,9) superior em comparação com o ‘Merlot’ 2021. O vinho 2021 apresentou qualidade olfativa e gustativa semelhante a safra posterior. Para as duas safras os taninos foram descritos como macios e o retrogosto foi descrito como agradável.

**Figura 20.** Análise sensorial e perfil aromático do cultivar Merlot Safras 2022 e 2021.

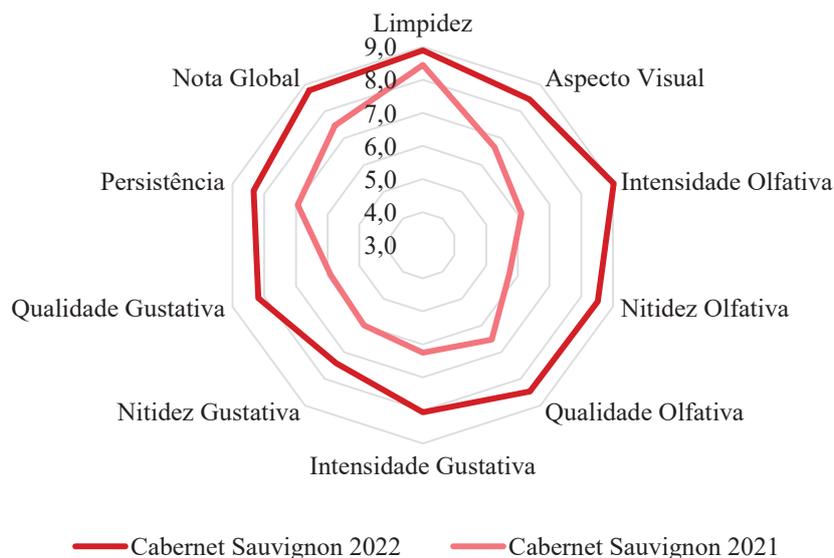


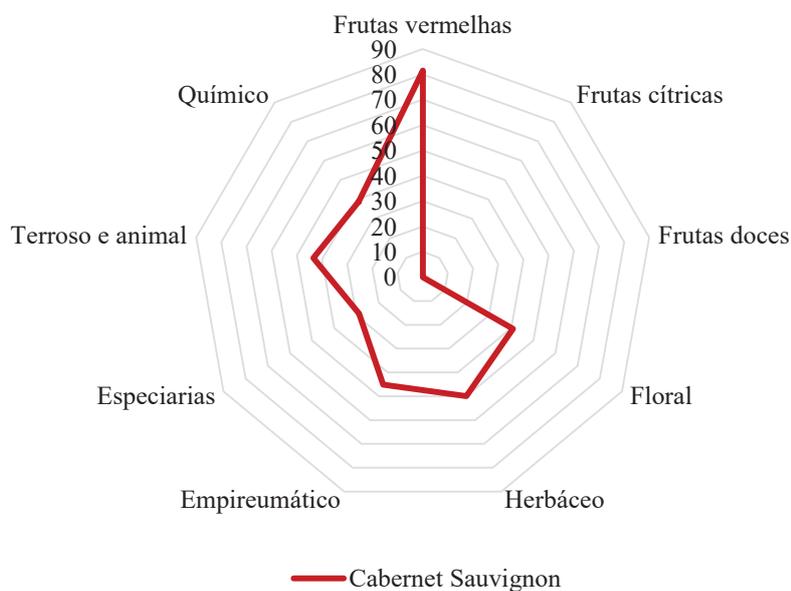
Perfil aromático é a média dos vinhos da safra 2020/2021 e 2021/2022. Fonte: o autor, 2023.

O vinho produzido pela ‘Cabernet Sauvignon’ (CS) apresentou tonalidade Rubi, complexidade diversa/complexa, pouco corpo, uma acidez média, média persistência em boca e pouca presença de taninos, sendo descritos como fracos a equilibrados. O perfil aromático desta cultivar remete a notas de frutas vermelhas, floral (flores violetas), frutas secas e empíreumático (tostados e chocolate). Para o vinho da safra 2021 também foram encontrados aromas químicos e leves notas herbáceas e animal. O vinho 2022 apresentou uma avaliação global superior (8,8), sendo o maior valor de avaliação global entre todos os vinhos avaliados (Figura 22).

A pouca presença de taninos e baixa adstringência, difere dos vinhos varietais normalmente produzidos por essa cultivar, que apresentam uma alta adstringência e taninos normalmente imaturos. Embora alguns autores relatem aumento na percepção do amargor e adstringência, em vinhos tintos jovens, essa sensação é decorrente do aumento da concentração de taninos monoméricos, com a evolução do vinho as baixas percepções destes atributos são decorrentes da maior fração de taninos poliméricos, melhorando a palatabilidade (LIMA et al., 2011; CAILLÉ et al., 2010). Houve uma redução na qualidade visual e olfativa e gustativa para os vinhos CS 2021, provavelmente devido à início de oxidação que foi observado na avaliação sensorial, a CS 2021 apresentou avaliação global média de 7,5.

**Figura 21.** Análise sensorial e perfil aromático do cultivar Cabernet Sauvignon Safras 2022 e 2021.

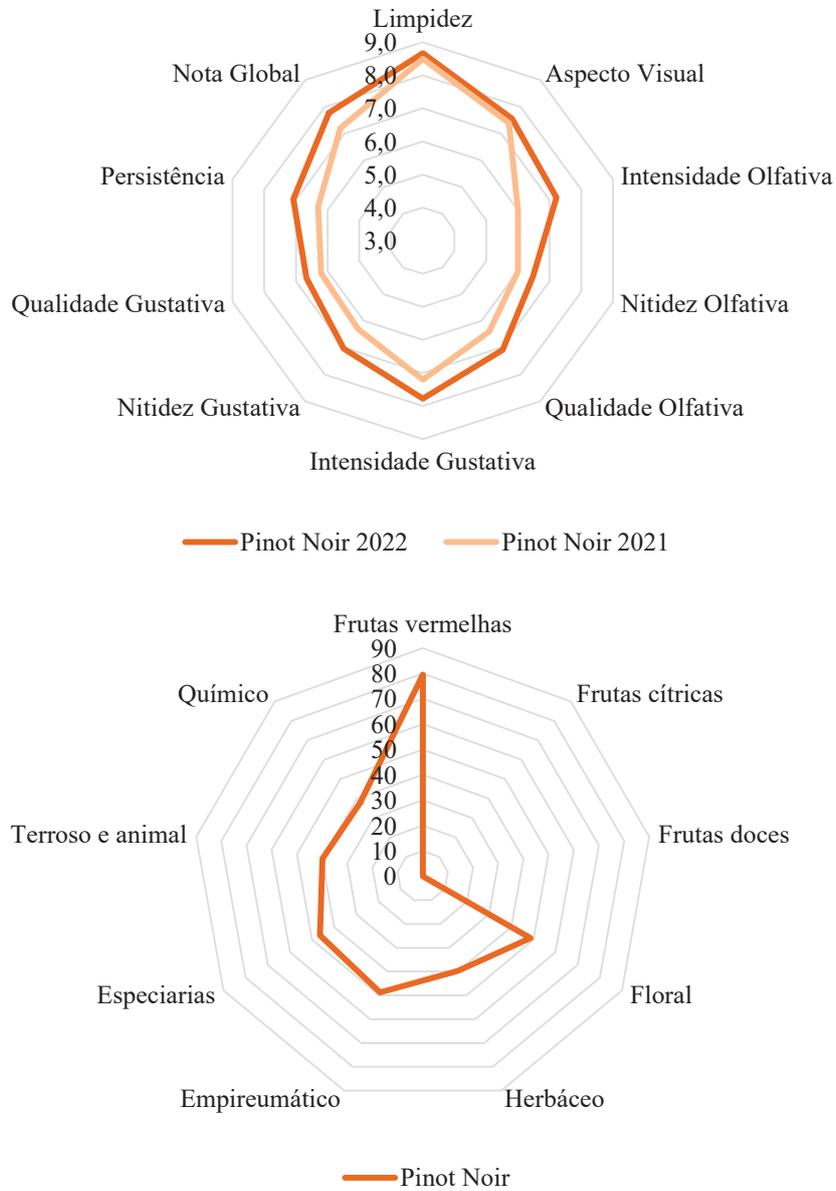




Perfil aromático é a média dos vinhos da safra 2020/2021 e 2021/2022. Fonte: o autor, 2023.

Os vinhos da cultivar ‘Pinot Noir’, apresentou uma tonalidade variando entre o púrpura e rubi, com complexidade média, no aspecto gustativo foi considerado um vinho com corpo médio, com taninos ligeiramente macios, de acidez fresca e persistência em boca media/longa e um retrogosto agradável. Os aromas que predominaram neste vinho foram de frutas vermelhas e negras, um leve toque herbáceo, especiarias, animal (couro) e empireumático (chocolate e tostados) (Figura 23). Os vinhos da safra 2021 apresentou perdas na qualidade olfativa e gustativa em relação ao vinho 2022, entretanto esse manteve o padrão quanto ao aspecto visual.

**Figura 22.** Análise sensorial e perfil aromático do cultivar Pinot Noir Safras 2022 e 2021.

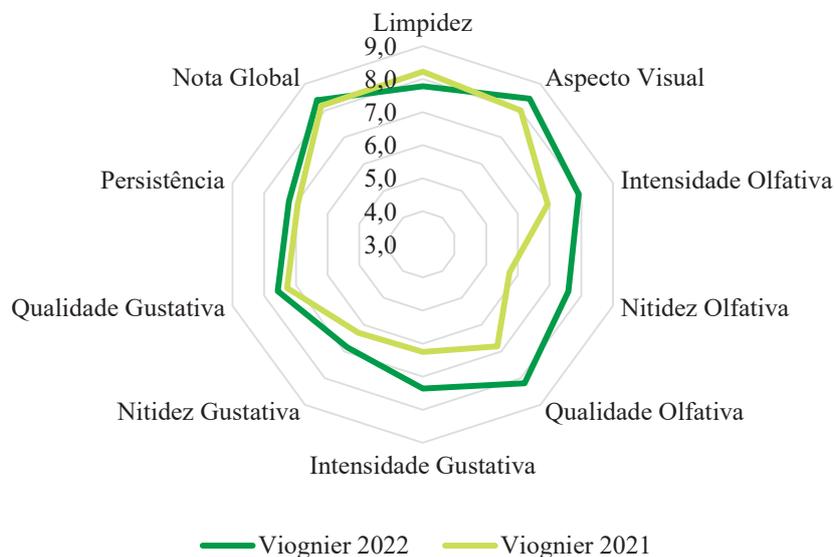


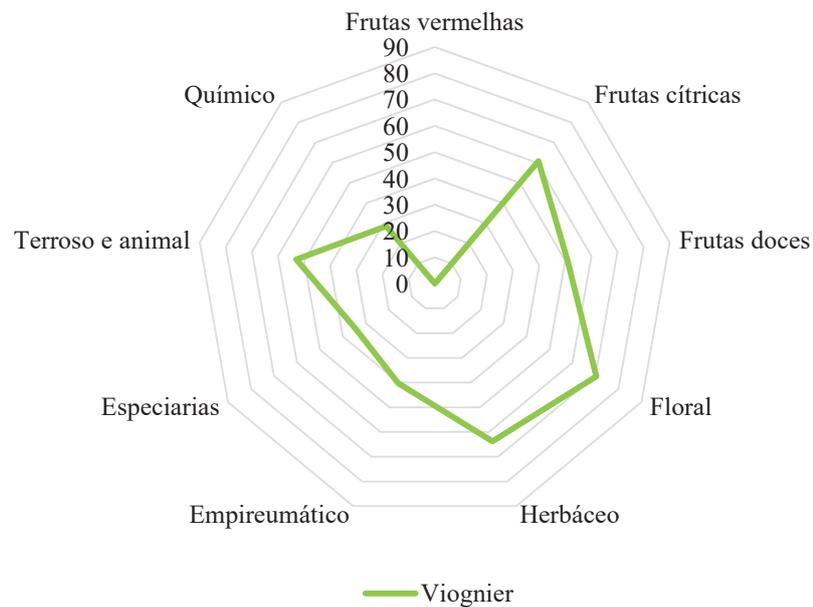
Perfil aromático é a média dos vinhos da safra 2020/2021 e 2021/2022. Fonte: o autor, 2023.

Para as cultivares brancas, o vinho produzido pelo cultivar Viognier, apresentou aspecto límpido com coloração verdeal, no olfativo uma complexidade média, já no aspecto gustativo apresentou pouco corpo, uma acidez média, persistência média/curta e um retrogosto neutro. Apresentou aromas predominantemente frutados, em especial frutas tropicais, predominantemente frutas cítricas, maçã verde e melão. Notas florais foram observadas neste vinho, principalmente flores brancas, e um toque herbáceo (grama cortada) e especiarias. Os vinhos ‘Viognier’ da safra 2022 apresentaram avaliação global de 8,4 e os da safra 2021 8,2 (Figura 24).

Foi observada uma perda, principalmente na parte qualidade olfativa, intensidade olfativa e nitidez olfativa para os vinhos da safra 2021. Aromas de ésteres desaparecem inevitavelmente com o tempo, por hidrólise química ou enzimática natural, de forma acelerada com temperatura elevada ou em presença de esterases. Com a evolução do vinho alguns ésteres podem se tornar praticamente ausentes dos caracteres olfativos de vinhos com mais de 1 a 3 anos (PEYNAUD; BLOUIN, 2010).

**Figura 23.** Análise Sensorial e perfil aromático da cultivar Viognier Safras 2022 e 2021.

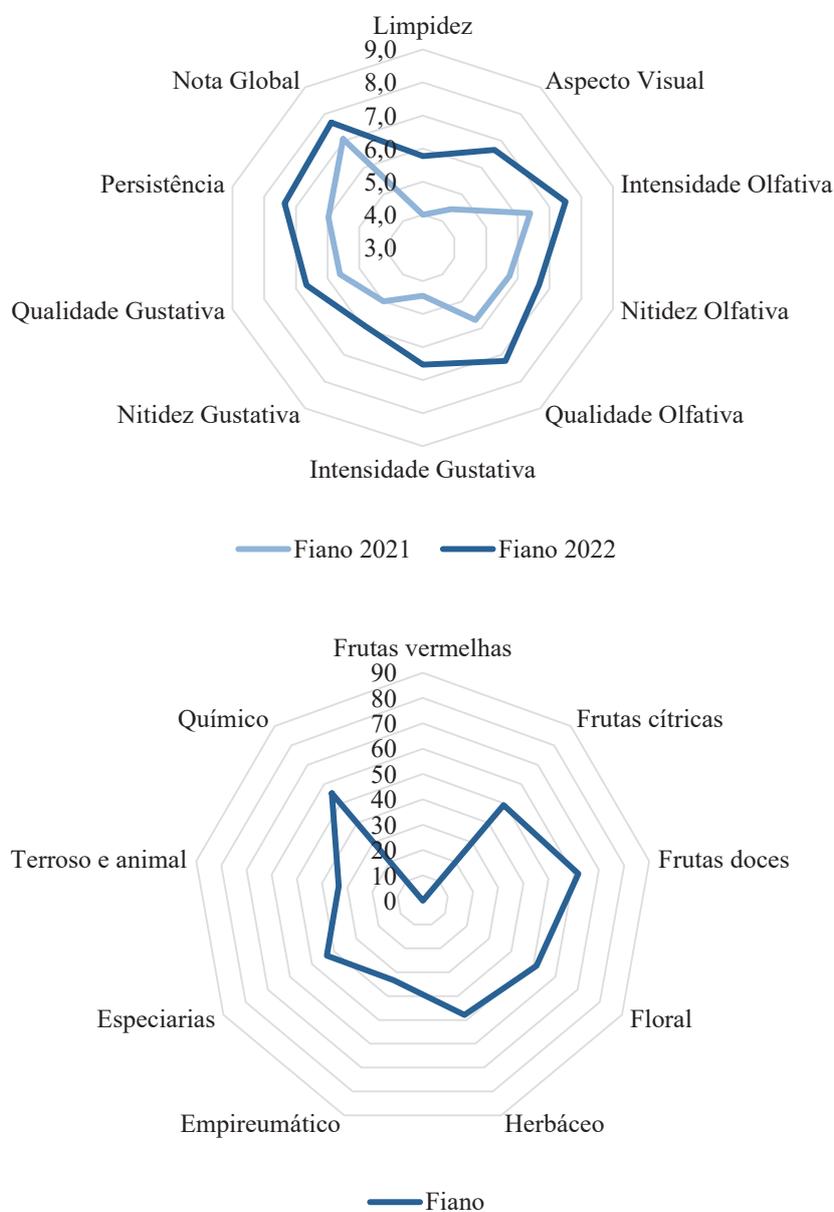




Perfil aromático é a média dos vinhos da safra 2020/2021 e 2021/2022. Fonte: o autor, 2023.

O vinho do cultivar ‘Fiano’ apresentou tonalidade palha, complexidade média/complexa, pouco corpo, uma acidez média, persistência média/curta em boca e retrogosto neutro. Para o vinho 2022 essa cultivar apresentou uma avaliação global de 7,7. O vinho da safra 2021 apresentou início de oxidação e a menor avaliação global entre os vinhos avaliados (7,1), sendo que esse apresentou retrogosto descrito como neutro/desagradável. O perfil aromático desta cultivar remete a notas de frutas de caroço (pêssego), melão, maçã e maçã cozida, floral e aromas químicos foram observados em ambas as safras (Figura 25). O vinho da safra 2021 apresentou aromas de frutas secas (amêndoas) e maçã cozida o que remetem a uma oxidação um pouco elevada, o que explica a menor avaliação global para o ‘Fiano’ 2021.

**Figura 24.** Análise Sensorial e perfil aromático do cultivar Fiano Safras 2022 e 2021.



Perfil aromático é a média dos vinhos da safra 2020/2021 e 2021/2022. Fonte: o autor, 2023.

Foram identificados 26 compostos voláteis nos vinhos produzidos em Campo Largo, Paraná. Os compostos voláteis identificados pela cromatografia gasosa e seus correspondentes descritores de aroma na literatura, tempos de retenção e Índices de Kovaltz teórico e experimental foram descritos no Anexo V. Os compostos identificados em maior número foram os Ésteres (14 compostos) e álcoois (5 compostos). Também foram identificados mono-terpenos (Linalool e

Citronellol), aldeído (Nonanal), cetona (2-Nonanone), fenol (p-Ethylguaicol), ácido graxo de cadeia média (Caprylic acid) e norisoprenóide ( $\beta$ -Damascenone). Os ésteres identificados foram Ethyl butanoate, Ethyl lactate, Ethyl-2-methylbutanoate, Ethyl isovalerate, Isoamyl acetate, 2-Methyl butyl acetate, Ethyl hexanoate, Hexyl acetate, Ethyl 2-hexanoate, Diethyl succinate, Ethyl-octanoate, Ethyl-2-phenylacetate, 2-Phenyl ethyl acetate e Ethyl decanoate. Os álcoois identificados foram Isoamyl alcohol, 4-methyl-pentanol, Hexanol, 2-Ethylhexanol e Phenylethyl alcohol.

O aroma e o sabor de um vinho são o resultado de diversos compostos químicos, solúveis e voláteis, que em conjunto, conferem as características sensoriais desse tipo de bebida. Avaliando todos os voláteis identificados e a sua área relativa no cromatograma (Tabela 6), Isoamyl alcohol foi o composto da classe dois álcoois encontrado em maiores quantidades. Mais presente estatisticamente nos vinhos tintos, compreendendo mais de 40% do total da área dos compostos voláteis identificados, para os vinhos das cultivares Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot Noir, esse composto é relacionado nas cultivares tintas, a aromas frutados (frutas vermelhas e frutas negras, principalmente). Também foi identificado em porcentagens de 34,5% e 32,87% para ‘Fiano’ e ‘Viognier’ nessas ligado a aromas de frutas tropicais e aromas adocicados. Esses resultados corroboram com um estudo realizado na China com vinhos de ‘Cabernet Sauvignon’ por Lu et al. (2022), onde os pesquisadores encontraram 12 tipos de álcoois pela cromatografia gasosa, sendo que o álcool em maior presença em porcentagem foi o Isoamylol (sinônimos, Isoamyl alcohol e Isopentanol). Os álcoois mais abundantes no vinho, além do etanol e do glicerol, são os dióis e álcoois superiores. O etanol fornece viscosidade, equilibra o sabor e fixa os odores enquanto os álcoois superiores e o glicerol contribuem fortemente para a complexidade aromática do vinho e para a sensação geral na boca do vinho. Álcoois superiores são o resultado do catabolismo de aminoácidos por um processo conhecido como reação de Ehrlich, que afetam direta ou indiretamente a síntese dos compostos aromáticos. Álcoois superiores também estão envolvidos como precursores de ésteres que são compostos importantes no aroma dos vinhos (STYGER et al., 2011).

Outros compostos presentes em elevadas proporções em todos os vinhos foram o Ethyl hexanoate, Hexanol, Phenylethyl alcohol e o Citronellol. O composto Ethyl hexanoate (Caproato de etila) é um éster e está relacionado com aromas frutados, como de maçã verde, nas cultivares brancas e de frutas vermelhas e especiarias nas cultivares tintas. Os ésteres são um dos fatores

essenciais para julgar o aroma e a estrutura do vinho, esses compostos são metabólitos intermediários principalmente formados pelas reações de ácidos graxos pela acetil-coenzima A, como o acetato de etila, hexanoato de etila, caprilato de etila (Ethyl octanoate), entre outros (MORALES et al., 2017). O Hexanol foi encontrado em porcentagens entre 4 e 7% do total de compostos aromáticos nos vinhos avaliados e é relacionado com os aromas florais e aromas herbáceos, notas frequentemente identificadas nos vinhos durante a análise sensorial. A substância Phenylethyl alcohol também é relacionada com aromas florais, de flores rosas e vermelhas para as cultivares tintas, e de flores brancas nos vinhos brancos. O Citronelol assim como outros álcoois metabólitos secundários é formado pela síntese de acetil-coenzima A (MORALES et al., 2017; ÇELEBI UZKUÇ et al., 2020), é um mono-terpeno, e é influenciado pela composição das bagas e cascas, sendo pouco influenciado pelo metabolismo das leveduras, esse volátil é relacionado com aromas agradáveis de limão.

Analisando os vinhos do cultivar Merlot, os compostos Isoamyl alcohol (47,93%), Isoamyl acetate (5,58%) estão relacionados com as notas frutadas, com destaque para a presença de frutas vermelhas (morango, cereja) e frutas negras. O composto Phenylethyl alcohol foi encontrado em maior percentagem nos vinhos Merlot (18,66%) do que nas demais cultivares e estatisticamente superior aos teores presentes nos vinhos brancos avaliados, esse composto está diretamente ligado a aromas florais nos vinhos tintos, principalmente de flores rosas e vermelhas. O composto Hexanol foi encontrado em menor quantidade na Merlot, do que nas cultivares Cabernet, Pinot Noir e Viognier, sendo esse composto um descritor de aromas herbáceos. O éster Diethyl succinate (4,44%) foi estatisticamente superior nos vinhos Merlot, esse composto é principalmente relacionado a aroma agradáveis de uva e vinho, assim como a aromas terrosos. Segundo Soufleros et al. (2019), o diethyl succinate é um composto volátil característicos da fermentação malolática em vinhos jovens, entretanto esse composto também aumenta sua concentração durante o armazenamento e o envelhecimento do vinho. O volátil Ethyl lactate (1,10%) foi encontrado em maiores quantidades nos vinhos de ‘Merlot’ e ‘Fiano’ é um descritor que foi identificado nas análises sensoriais dessas cultivares, esse composto remete a aromas químicos de solvente e acetona. O composto Citronelol (4,79%) foi encontrado nos vinhos de ‘Merlot’ e em quantidades semelhantes nos vinhos de ‘Cabernet Sauvignon’, ‘Fiano’ e ‘Pinot Noir’, sendo esse composto relacionado a toques de especiarias nos vinhos tintos.

**Tabela 6.** Compostos voláteis dos vinhos das cultivares Cabernet Sauvignon, Fiano, Merlot, Pinot Noir e Viognier (2020/2021 e 2021/2022). Campo Largo, PR, Brasil.

Cultivar / Composto (%)	Cabernet Sauvignon	Fiano	Merlot	Pinot Noir	Viognier	Descritores de aroma
Isoamyl alcohol	42,58±2,23a	34,50±1,01b	47,93±0,82a	41,17±0,64a	32,87±0,81b	Floral, mel, fruta, empireumático <sup>a, j</sup>
Ethyl butanoate	0,46±0,07b	0,48±0,05b	0,52±0,10b	1,00±0,03a	0,89±0,30a	Fruta, banana, abacaxi, morango <sup>b</sup>
Ethyl lactate	0,64±0,43b	1,61±0,09a	1,10±0,56a	0,30±0,08b	0,20±0,05b	Solvente, acetona <sup>s</sup>
4-methyl pentanol	0,12±0,01ns	0,19±0,02	0,15±0,05	0,10±0,01	0,12±0,09	Sem descritor <sup>d</sup>
Ethyl-2-methylbutanoate	0,12±0,02b	0,95±0,08a	0,24±0,05b	0,10±0,02b	0,13±0,11b	Maça, Morango, bala de frutas <sup>e</sup>
Ethyl isovalerate	0,39±0,18b	0,94±0,04a	0,43±0,08b	0,18±0,01c	0,41±0,20b	Fruta, maçã <sup>e</sup>
Hexanol	7,23±1,06a	5,12±0,26b	4,33±1,10b	6,22±0,11a	7,34±0,74a	Flor, grama cortada, resina, herbáceo, pimenta <sup>b, s</sup>
Isoamyl acetate	8,62±2,31a	1,52±0,57b	5,58±1,28a	8,45±0,14a	5,58±4,46a	Banana, abacaxi, morango <sup>l</sup>
2-Methyl butyl acetate	1,92±0,86ns	0,39±0,15	1,48±0,43	1,07±0,20	1,02±0,64	Abacaxi, banana, fruta <sup>f, g</sup>
Ethyl hexanoate	9,84±0,18b	9,67±1,04b	6,77±1,42b	14,33±0,21a	17,90±4,65a	Fruta, maçã verde, morango, especiarias <sup>h, i</sup>
Hexyl acetate	0,45±0,14b	0,07±0,16b	0,16±0,07b	1,15±0,03a	1,29±1,30a	Maça, pera, fruta, cereja <sup>i, j, l</sup>
2-Ethyl hexanol	0,72±0,41b	0,59±0,01b	0,60±0,07b	1,32±0,02a	0,60±0,35b	Cítrico, herbáceo <sup>t</sup>
Ethyl-2-hexanoate	0,01±0,07ns	0,17±0,03	0,14±0,02	0,15±0,03	0,25±0,16	Pimenta, doce, terroso <sup>s</sup>
2-Nonanone	0,07±0,01b	0,57±0,10a	0,07±0,05b	0,08±0,01b	0,43±0,21a	Herbáceo, fruta <sup>r</sup>
Linalool	0,02±0,21ns	0,03±0,39	0,02±0,15	0,01±0,05	0,09±0,08	Floral, lavanda <sup>e, q</sup>

**Tabela 6.** Continuação.

Cultivar / Composto (%)	Cabernet Sauvignon	Fiano	Merlot	Pinot Noir	Viognier	Descritores de aroma
Phenylethyl alcohol	13,35±0,86a	17,32±9,37a	18,66±3,78a	9,68±0,34b	6,68±3,21b	Floral, flores rosas, perfume <sup>b, n</sup>
Diethyl succinate	2,53±2,15b	2,78±4,54b	4,44±0,36a	2,53±0,34b	3,69±4,02b	Vinho, fruta, caramelo, terroso <sup>t, i</sup>
Ethyl-octanoate	0,32±0,19b	7,49±4,80a	0,28±0,56b	0,50±0,20b	6,02±0,52a	Melão, madeira <sup>s</sup>
Citronellol	4,55±0,56b	3,18±3,56b	4,79±0,58b	4,84±5,44b	13,57±1,55a	Cravo, especiaria, limão <sup>p, q</sup>
Ethyl-2-phenylacetate	0,15±0,03b	6,99±4,51a	0,12±0,04b	0,48±0,43b	0,27±0,05b	Fruta, abacaxi <sup>p</sup>
2-Phenyl ethyl acetate	2,04±1,55a	0,32±0,09b	0,55±0,21b	0,68±0,15b	0,75±0,68b	Floral, doce <sup>o</sup>
4-Ethylguaiacol	0,20±0,08b	0,61±0,17a	0,35±0,23a	0,42±0,16a	0,12±0,10b	Animal, contaminação <sup>u</sup>
Caprylic acid	0,20±0,12ns	0,45±0,36	0,14±0,03	0,39±0,13	0,68±0,40	Animal, solvente <sup>n</sup>
β-Damascenone	0,35±0,06b	0,58±0,18a	0,28±0,04b	0,38±0,30b	0,72±0,11a	Floral, torta de maçã, mel <sup>l, m</sup>
Ethyl decanoate	0,40±0,12ns	0,57±0,21	0,39±0,10	0,35±0,28	0,49±0,26	Fruta, uva <sup>v</sup>

A porcentagem é obtida com base na área do composto específico em comparação com a área total de todos os compostos voláteis identificados. Os dados são mostrados como média ± desvio padrão. Os valores são a média das safras 2020/2021 e 2021/2022. As análises foram realizadas ao menos em duplicada. Os valores seguidos por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente (teste de Scott-Knott,  $p < 0,05$ ). <sup>a</sup> Carpena et al. (2021), <sup>b</sup> Wu et al. (2019), <sup>c</sup> Molina et al. (2009), <sup>d</sup> Lijun et al. (2021), <sup>e</sup> Pereira et al. (2014), <sup>f</sup> Jiang and Zhang (2010), <sup>g</sup> Yu et al. (2019), <sup>h</sup> Chen et al. (2013), <sup>i</sup> Gambeta et al. (2014), <sup>j</sup> Noguero-Pato et al. (2009), <sup>l</sup> Peng et al. (2013), <sup>m</sup> Escudero et al. (2007), <sup>n</sup> Feng et al. (2017), <sup>o</sup> Zhao et al. (2020), <sup>p</sup> Lu et al. (2022), <sup>q</sup> Tao et al. (2008), <sup>r</sup> Li et al. (2008), <sup>s</sup> Mayr et al. (2014), <sup>t</sup> Wang et al. (2016), <sup>u</sup> Milheiro et al. (2019), <sup>v</sup> Welke et al. (2014).

Para os vinhos de ‘Cabernet Sauvignon’ compostos voláteis em grandes quantidades e semelhantes aos encontrados nos vinhos de ‘Merlot’, como Isoamyl alcohol (42,58%), Isoamyl acetate (8,62%), Ethyl hexanoate (9,84%) e Phenylethyl alcohol (13,35%) são compostos

descritores de aromas frutados (frutas vermelhas e negras), aromas florais (flores rosas e brancas) e aromas de especiarias (cravo, pimenta, canela). O composto Hexanol (7,23%) se apresentou estatisticamente superior no 'Cabernet Sauvignon' quando comparado aos vinhos 'Merlot' e 'Fiano'. Segundo Simpson (1979), a concentração de 1-Hexanol no vinho depende principalmente da cultivar de uva e as condições de fermentação têm pouca influência no seu conteúdo. Os descritores empregados para esses compostos são 'grama', 'herbáceo', 'lenhoso', 'verde', 'amargo' e 'rançoso' (MOYANO et al., 2002). Outro composto estatisticamente em maiores teores no 'Cabernet Sauvignon' em comparação aos demais foi o 2-Phenyl ethyl acetate (2,04 %), composto ligado a aromas florais e adocicados nos vinhos tintos.

Quanto aos vinhos do cultivar Fiano o álcool em maior prevalência foi o Isoamyl alcohol (34,5%), mas em menores quantidades em comparação com os vinhos tintos. O composto Ethyl lactate (1,61%) foi identificado em maiores quantidades nos vinhos 'Fiano', esse composto é um descritor de aromas químicos (solvente e acetona) que foram posteriormente observados nas análises sensorial dos vinhos dessa cultivar.

O volátil Ethyl-2-methylbutanoate é um éster etílico de ácido graxo obtido pela reação do ácido 2-metilbutírico com o etanol, e um composto comum na composição aromática de vinhos. Esse composto foi estatisticamente superior na 'Fiano' (0,95%) em comparação as demais cultivares, e é um volátil relacionado aos aromas de maçã e notas adocicadas em vinhos finos. Outro composto ligado aos aromas frutados principalmente de maçã, e em maior presença nos vinhos da 'Fiano' foi o volátil Ethyl isovalerate (0,94%). O composto Phenylethyl alcohol (17,32%) se apresentou em maior concentração nos vinhos 'Fiano' quando em comparação aos vinhos 'Viognier' e 'Pinot Noir', sendo que esse volátil é um descritor de notas florais, principalmente de flores brancas. O composto Ethyl octanoate (Ethyl caprylate) é um éster etílico de ácido graxo obtido pela esterificação do ácido octanoico com o etanol, e foi encontrado em concentrações superiores nos vinhos brancos, em comparação com os vinhos tintos avaliados. Para os vinhos 'Fiano' esse composto representou 7,49% do perfil volátil total e é remetente a aromas de melão, em vinhos brancos. O volátil 4-Ethylguaiacol foi encontrado em maior concentração nos vinhos 'Fiano' (0,61%) em comparação as outras cultivares avaliadas. O composto 4-Ethylguaiacol quando presente em altas concentrações, é responsável por aromas desagradáveis no vinho, mas quando presentes em concentrações abaixo dos limiares de percepção, conferem complexidade ao vinho, sem que a percepção sensorial seja afetada (SCHUMAKER et al., 2017,

MILHEIRO et al., 2019). Outro composto encontrado em maior presença nos vinhos brancos foi o norisoprenóide  $\beta$ -Damascenone que na ‘Fiano’ representou 0,58% do total em relação as substâncias voláteis identificadas. Esse composto remete a aromas florais, frutos maduros, torta de maçã e mel nos vinhos finos. Em um estudo realizado na Itália, avaliando vinhos das cultivares Aglianico e Fiano, o composto  $\beta$ -Damascenone foi relatado em vinhos de ‘Fiano’ como um dos principais terpenos identificados, sendo que a quantidade desse composto é influenciada pelo tipo de levedura utilizada na vinificação, podendo com alguns tipos específicos de levedura, estimular a síntese de terpenos e conseqüentemente aumentar os aromas florais e de frutos maduros no vinho (CALABRETTI et al., 2012). Os norisoprenóides são moléculas aromáticas muito importantes nos vinhos e fornecem notas frutadas e florais (ALEM et al., 2019; MARÍN-SAN ROMÁN et al., 2022).

Em relação a cultivar ‘Viognier’ o composto que se destacou dos demais foi a presença do terpeno Citronellol. Nos vinhos das demais cultivares nesse estudo, o Citronellol representou menos de 5% da área dos voláteis identificados, diferindo estatisticamente dos vinhos da ‘Viognier’, que apresentou 13,57%. Os terpenos e os norisoprenóides influenciam muito o aroma dos vinhos, pois possuem baixos limiares de percepção. Os terpenos mais importantes nos vinhos são Linalol,  $\alpha$ -Terpineol, Nerol, Geraniol e Citronellol, assim como os norisoprenóides  $\beta$ -Damascenone e  $\beta$ -Ionone. (RIBÉREAU-GAYON et al. 2006). O citronelol é fortemente relacionado a aromas cítricos (limão). O volátil do grupo das Cetonas (2-Nonanone) se apresentou estatisticamente superior nos vinhos brancos, sendo que para os vinhos ‘Viognier’, esse composto correspondeu a 0,43% dos voláteis, sendo um descritor de notas herbáceas e frutadas. Os álcoois em maiores quantidades nos vinhos ‘Viognier’ foram Hexanol (7,34%) e Isoamyl alcohol (32,87%). O volátil Hexyl Acetate (1,29%) identificado em maiores quantidades nos vinhos Viognier e Pinot Noir, é um descritor de notas de maçã e pera em vinhos brancos. Ésteres como o Hexyl Acetate são formados em uma reação entre acetil-CoA e álcool, e a reação é catalisada por acetil transferases (PEDDIE, 1990). Segundo Liang et al. (2013), o Hexyl acetate foi um dos ésteres em maiores quantidades nos vinhos avaliados em um estudo sobre os compostos voláteis realizado na China. O composto Ethyl hexanoate (17,9%) foi significativamente encontrado em maior quantidade no vinho ‘Viognier’ do que nos vinhos ‘Cabernet Sauvignon’ (9,84%), ‘Fiano’ (9,67%) e ‘Merlot’ (6,77%), esse composto remete a aromas frutados (maçã verde) e de especiarias.

A cultivar 'Pinot Noir' apresentou em seus vinhos o composto Ethyl hexanoate com 14,33% da área no cromatograma, esse valor foi superior aos encontrados nos vinhos 'Cabernet Sauvignon', 'Merlot' e 'Fiano'. Os ésteres são um grupo relevante e responsáveis pela complexidade aromática dos vinhos com mais de 160 representantes já identificados, esses estão relacionados principalmente aos aromas de mel, frutados e florais dos vinhos (NOGUEROL-PATO et al., 2009; CHEN et al., 2013; PEREIRA et al., 2014; GAMBETA et al., 2014). Outros ésteres e álcoois relevantes para essa cultivar foram o Isoamyl acetate (8,45%) e Isoamyl alcohol (41,17%) remetentes aos aromas de frutas vermelhas, frutas negras e adocicado e o Hexanol (6,22%), descritor de notas herbáceas. O volátil Ethyl butanoate (1,00%) se apresentou estatisticamente em maior quantidade na 'Pinot Noir' do que nos vinhos de 'Merlot', 'Cabernet Sauvignon' e 'Fiano', esse composto relacionado com notas de frutas vermelhas. O composto ligado a notas herbáceas 2-Ethyl hexanol se apresentou superior estatisticamente em porcentagem nos vinhos 'Pinot Noir' do que nos demais vinhos avaliados, sendo esse um descritor de aromas herbáceos em vinhos finos.

Caprylic acid e seus ésteres etílicos podem ser marcadores potenciais de problemas de fermentação do vinho. Altas concentrações desses compostos podem se referir a defeitos tecnológicos durante os processos de vinificação. Altas concentrações desses ácidos e ésteres odoríferos são indesejáveis e diminuem a qualidade sensorial dos vinhos brancos. Vinhos de qualidade não podem possuir concentrações acima de 5 mg L<sup>-1</sup> dessa substância. Esse composto foi identificado nos vinhos avaliados, porém em quantidades muito pequenas (menores de 0,68%) e não diferindo estatisticamente entre os vinhos das diferentes cultivares.

Para avaliar a influência dos compostos voláteis quantificados e a contribuição no impacto olfativo dos vinhos, o Valor de Odor Ativo (VOA) foi calculado e considerado compostos com VOA > 1 contribuem individualmente para o aroma do vinho (VILANOVA et al., 2010). Dentre os 26 compostos identificados, apenas dez contribuíram de forma individual no aroma dos vinhos, sendo que esses podem ser observados na Tabela 7. A concentração de todos os compostos voláteis identificados e seus respectivos Valores de Odor Ativo (VOA) podem ser observados nos anexos VI e VII.

**Tabela 7.** Concentração dos compostos voláteis com Valor de odor ativo (VOA) > 1 e Limiar de percepção olfativa (LPO) das cultivares Cabernet Sauvignon, Fiano, Merlot, Pinot Noir e Viognier (2020/2021 e 2021/2022). Campo Largo, PR, Brasil.

Cultivar / Composto ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	Cabernet Sauvignon	Fiano	Merlot	Pinot Noir	Viognier	LPO ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	Descritores de aroma
Isoamyl alcohol	139490 $\pm$ 8158 a	90966 $\pm$ 2891 b	143568 $\pm$ 26800 a	110782 $\pm$ 2527 b	86229 $\pm$ 3469 b	30000	Floral, mel, fruta, empireumático <sup>a, j</sup>
Ethyl-2-methylbutanoate	29 $\pm$ 5 b	260 $\pm$ 46 a	43 $\pm$ 9 b	19 $\pm$ 4 b	26 $\pm$ 7 b	18	Morango, bala de frutas <sup>c</sup>
Ethyl isovalerate	5 $\pm$ 1 b	16 $\pm$ 2 a	5 $\pm$ 1 b	2 $\pm$ 1 b	7 $\pm$ 3 b	3	Fruta, maçã <sup>c</sup>
Isoamyl acetate	2202 $\pm$ 321 a	532 $\pm$ 24 c	1306 $\pm$ 228 b	1794 $\pm$ 124 a	1788 $\pm$ 341 a	30	Banana, abacaxi, morango <sup>l, p</sup>
2-Methyl butyl acetate	365 $\pm$ 178 ns	131 $\pm$ 53	298 $\pm$ 82	201 $\pm$ 4	266 $\pm$ 94	25	Abacaxi, banana, fruta <sup>f, g</sup>
Ethyl hexanoate	1255 $\pm$ 375 b	1571 $\pm$ 328 b	726 $\pm$ 132 b	1402 $\pm$ 93 b	2576 $\pm$ 839 a	14	Fruta, maçã verde, morango, especiarias <sup>h, i</sup>
Ethyl-2-hexanoate	17 $\pm$ 11 ns	30 $\pm$ 8	17 $\pm$ 3	16 $\pm$ 5	37 $\pm$ 29	5	Pimenta, doce, terroso <sup>s</sup>
2-Nonanone	4 $\pm$ 1 b	38 $\pm$ 14 a	5 $\pm$ 2 b	4 $\pm$ 1 b	30 $\pm$ 11 a	15	Herbáceo, fruta <sup>r</sup>
Citronellol	151 $\pm$ 54 b	93 $\pm$ 68 b	100 $\pm$ 5 b	179 $\pm$ 11 b	395 $\pm$ 59 a	100	Cravo, especiaria, limão <sup>p, q</sup>
$\beta$ -Damascenone	1,0 $\pm$ 0,1 b	2,1 $\pm$ 0,4 a	0,7 $\pm$ 0,1 b	1,3 $\pm$ 0,3 b	1,4 $\pm$ 0,6 b	0,05	Floral, torta de maçã, mel <sup>l, m</sup>

Os dados foram expressos como média  $\pm$  desvio padrão. Os valores são a média das safras 2020/2021 e 2021/2022. As análises foram realizadas ao menos em duplicata. Os valores seguidos por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente (teste de Scott-Knott,  $p < 0,05$ ). <sup>a</sup> Carpena et al. (2021), <sup>c</sup> Pereira et al. (2014), <sup>f</sup> Jiang and Zhang (2010), <sup>g</sup> Yu et al. (2019), <sup>h</sup> Chen et al. (2013), <sup>i</sup> Gambeta et al. (2014), <sup>j</sup> Noguero-Pato et al. (2009), <sup>l</sup> Peng et al. (2013), <sup>m</sup> Escudero et al. (2007), <sup>p</sup> Lu et al. (2022), <sup>q</sup> Tao et al. (2008), <sup>r</sup> Li et al. (2008).

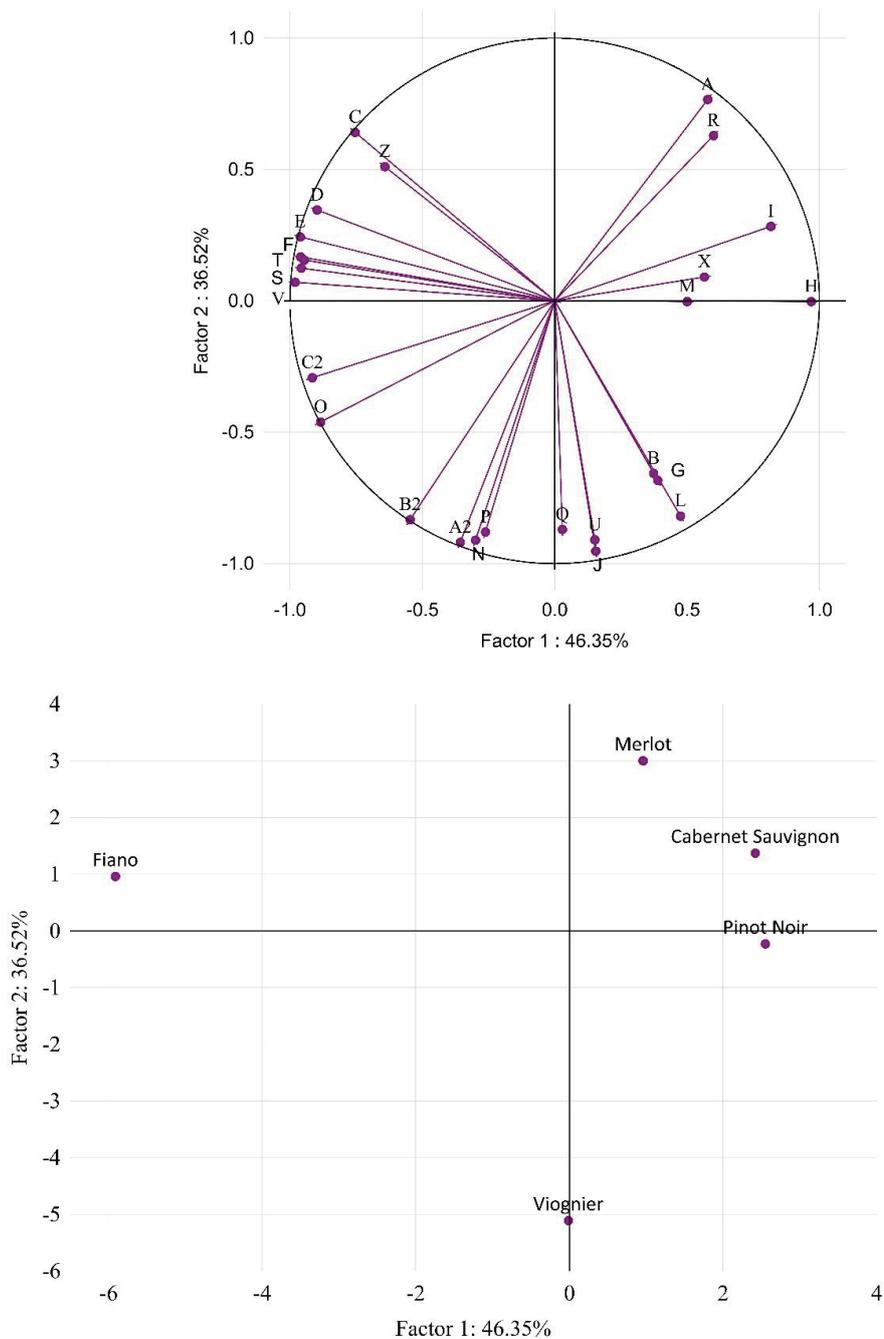
A cultivar Cabernet Sauvignon apresentou os compostos com maior influência no aroma individual os voláteis Isoamyl acetate, Ethyl hexanoate, 2-Methyl butyl acetate e  $\beta$ -Damascenone com ( $2202 \mu\text{g L}^{-1}$ ), ( $1255 \mu\text{g L}^{-1}$ ), ( $365 \mu\text{g L}^{-1}$ ) e ( $1,0 \mu\text{g L}^{-1}$ ), respectivamente. Os valores de VOA

(anexo VII) para as cultivares Merlot e Pinot Noir apresentaram um perfil semelhante aos vinhos de ‘Cabernet Sauvignon’, corroborando com os perfis aromáticos identificados na avaliação sensorial, onde os avaliadores identificaram principalmente os aromas de frutas vermelhas, frutas negras, especiarias, notas herbáceas e floral nos três vinhos tintos avaliados.

Para os vinhos brancos, ‘Viognier’ apresentou como principais compostos com influência no aroma individual os voláteis Citronellol ( $395 \mu\text{g L}^{-1}$ ) e Ethyl hexanoate ( $2576 \mu\text{g L}^{-1}$ ), com concentrações estatisticamente superiores aos demais vinhos avaliados. Outros compostos com valores relevantes para VOA nos vinhos ‘Viognier’ foram 2-Nonanone e Isoamyl acetate. Os principais aromas descritores encontrados na avaliação sensorial para os vinhos ‘Viognier’ foram de frutas cítricas, floral e herbáceo, corroborando com os principais compostos voláteis identificados. A cultivar ‘Fiano’ apresentou os aromas de maçã e melão como os principais descritores frutados na avaliação sensorial, assim como notas herbáceas e de maçã cozida, os compostos  $\beta$ -Damascenone, Ethyl hexanoate, Isoamyl acetate e Ethyl isovalerate foram os voláteis que apresentaram VOA de (41,5), (112,2), (17,7) e (5,5), respectivamente e sendo descritores de aromas identificados nas avaliações sensoriais.

Quanto a análise de componentes principais (PCA) dos compostos voláteis presentes nos vinhos, os dois componentes principais explicaram 82,6% da variabilidade dos dados (Figura 20). O primeiro componente (PC1) foi representado principalmente por (valores em módulo da correlação do fator) Diethyl succinate (0,981), Ethyl-2-methylbutanoate (0.961), Ethyl isovalerate (0.960), Isoamyl acetate (0.968), 2-Methyl butyl acetate (0.816) e explicou 46,35% da variação dos dados. O PC2 foi associado às variáveis Ethyl hexanoate (0.952), Citronellol (0.909), Ethyl 2-hexanoate (0.910), Linalol (0.879), PC2 explicou 36,52% da variação dos dados.

**Figura 25.** Análise de componentes principais (PCA) dos compostos voláteis Isoamyl alcohol (A), Ethyl butanoate (B), Ethyl lactate (C), 4-methyl-pentanol (D), Ethyl-2-methylbutanoate (E), Ethyl isovalerate (F), Hexanol (G), Isoamyl acetate (H), 2-Methyl butyl acetate (I), Ethyl hexanoate (J), Hexyl acetate (L), 2-Ethyl hexanol (M), Ethyl 2-hexanoate (N), 2-Nonanone (O), Linalool (P), Nonanal (Q), Phenylethyl alcohol (R), Diethyl succinate (S), Ethyl octanoate (T), Citronellol (U), Ethyl-2-phenylacetate (V), 2-Phenyl ethyl acetate (X), p-Ethylguaiaicol (Z), Caprylic acid (A2), Ebeta-Damascenone (B2), Ethyl decanoate (C2) dos vinhos das cultivares Cabernet Sauvignon, Fiano, Merlot, Pinot Noir e Viognier safras 2020/2021 e 2021/2022, produzidos em Campo Largo, PR.



Analisando a PCA dos compostos voláteis, as cultivares tintas foram posicionadas a direita do eixo X, isso devido a sua similaridade em diversos voláteis como Isoamyl acetate e Hexanol. Isoamyl acetate é um composto que remete a aroma frutado, principalmente frutas vermelhas e frutas negras, para os vinhos tintos, o composto Hexanol remete a aromas herbáceos, também frequentemente encontrados na análise sensorial das cultivares tintas. As cultivares Viognier e Fiano apresentaram um distinto posicionamento no gráfico da PCA, devido a seus perfis sensoriais. Fiano apresentou teores elevados de Ethyl-2-phenylacetate e ficou posicionado a esquerda do eixo X e Viognier apresentou teores superiores de Citronellol e Ethyl hexanoate e se posicionou abaixo do eixo X.

### **3.4 CONCLUSÃO**

Para a região de Campo Largo, Paraná, recomenda-se as cultivares Cabernet Sauvignon, Fiano, Merlot, Pinot Noir e Viognier. Aspectos climáticos como a elevada amplitude térmica durante a maturação das videiras favorece o acúmulo de componentes enologicamente importantes para as cultivares viníferas.

Todas as cultivares em estudo se mostram produtivas e apresentam uma maturação tecnológica adequada para a produção de vinhos finos e de vinhos espumantes de qualidade.

Os compostos voláteis identificados pela cromatografia gasosa corroboram com os resultados obtidos nas análises sensoriais e os resultados encontrados evidenciam que a região em estudo apresenta potencial como um novo ‘terroir’ brasileiro.

## 4 CAPÍTULO 2 - INFLUÊNCIA DA CARGA DE GEMAS NO DESEMPENHO AGRÔNOMICO E ENOLÓGICO DAS VIDEIRAS ‘VIOGNER’ E ‘FIANO’ EM CAMPO LARGO, PR.

### Resumo

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da carga de gemas no desempenho agrônomo e enológico das cultivares de videiras Viognier e Fiano nas condições edafoclimáticas da Região Metropolitana de Curitiba. O experimento foi conduzido em um vinhedo comercial sob a altitude de 975 m e localizado no município de Campo Largo, PR. As cultivares avaliadas foram as videiras Viognier e Fiano em função da carga de gemas: 10, 20, 30 e 40 gemas planta<sup>-1</sup>. Os principais estádios fenológicos acompanhados foram brotação, floração, virada de cor das bagas e maturação completa (colheita). Foram avaliadas as seguintes variáveis como porcentagem de brotação, produtividade, número de cachos, índice de Ravaz e índice de fertilidade, características físicas dos cachos, evolução da maturação tecnológica, pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (ATT), características de comprimento e vigor dos ramos, relações de área foliar e avaliação econômica cronometrando os tempos das principais práticas de manejo da videira. Os compostos voláteis dos vinhos foram identificados através de cromatografia gasosa (GC-MS/HS-SPME) para as diferentes cargas de gemas. ‘Fiano’ e ‘Viognier’ apresentaram resultados semelhantes quanto ao aumento da carga de gemas. A carga de 30 gemas por planta apresentou aumento da produtividade e manutenção das características físicas e de maturação tecnológica das uvas. Uma maior carga de gemas resultou em uma maior área foliar e em melhores relações entre crescimento vegetativo e produção. Entretanto, a maior carga de gemas resulta em uma maior área foliar e melhor relação entre crescimento vegetativo e produção. No entanto, a maior carga de gemas diminui a fertilidade das gemas e aumenta significativamente o tempo de manejo para realização de todos os tratamentos culturais, aumentando a mão de obra para realizar o manejo. O aumento da carga de gemas não altera a maioria dos compostos voláteis dos vinhos de ‘Viognier’ e ‘Fiano’, entretanto alguns compostos se apresentaram significativamente em maiores teores nos vinhos de menores cargas produtivas (10 gemas planta<sup>-1</sup>), como os voláteis diethyl succinate e linallol.

**Palavras-chave:** poda, potencial produtivo, compostos voláteis, área foliar.

### 4.1 INTRODUÇÃO

A videira caracteriza-se como uma espécie exigente em tratamentos culturais, e para alcançar condições ótimas no momento da colheita é fundamental que as técnicas de manejo sejam adequadas às características de cada região (MARCON FILHO et al., 2015). Dentre os manejos agrônômicos que impactam diretamente sobre a produtividade de um vinhedo e sobre a qualidade enológica da uva, estão a densidade de plantio, o sistema de condução e a carga de gemas por planta. Estes procedimentos têm impacto direto sobre o equilíbrio vegetativo/produtivo, sobre as condições microclimáticas do vinhedo e sobre a qualidade enológica da uva (SMART, 1985; JACKSON & LOMBARD, 1993; RIVES, 2000; ZOECKLEIN, 2008).

Qualquer técnica que modifique a relação entre a área foliar (fonte) e carga de frutas (dreno) reflete diretamente na qualidade da uva (BARROS et al., 2019). A interceptação da luz solar e a conversão em carboidratos é dependente da eficiência fotossintética do dossel vegetativo exposto da videira (PONI et al., 2008). Desta forma, um adequado balanço entre a superfície fotossinteticamente ativa e a produção pode resultar na obtenção de vinhos de qualidade (LAVIN et al. 2001, GONZÁLEZ-NEVES & FERRER, 2008).

Em vinhedos que apresentam muito sombreamento, tanto pelo vigor, densidade de plantio, fertilidade do solo, sistema de condução e manejos inadequados da vegetação, ocorre a redução da taxa de superação de dormência das gemas e aumento da proporção de gemas inférteis e, conseqüentemente, ramos sem cachos (SMART, 1985; FREGONI, 1987; SMART & ROBINSON, 1991). O alto vigor influencia as dinâmicas de respiração da planta, um ramo vigoroso possui uma atividade respiratória muito elevada, tendo a distribuição de carboidratos maior, em termos relativos, quando comparado com um ramo de médio a baixo vigor, no qual há maior equilíbrio entre fotossíntese e respiração. Dessa forma é possível que maiores quantidades de açúcar sejam depositadas nas bagas (relacionadas em parte com a qualidade da uva e do vinho) e nos órgãos perenes (caules e raízes). Em geral, um vigor excessivo é prejudicial para numerosos processos fisiológicos da planta. Por exemplo, um ramo vigoroso produz mais açúcar, mas também possui maior atividade respiratória, dessa forma, o açúcar produzido é utilizado para promover o crescimento vegetativo (FREGONI, 1998).

Em áreas já instaladas o excesso de vigor só pode ser administrado com o controle da adubação de manutenção e com as práticas de manejo e de poda das plantas. De acordo com Santos (2006), quando a necessidade de poda verde for muito elevada indica que a que a carga de gemas não está ajustada para as condições edafoclimáticas do local de cultivo. O controle do equilíbrio vegetativo-produtivo das plantas através da poda verde, envolvendo a desfolha, o desbaste e o desponte dos sarmentos, apesar de ser uma das práticas de manejo mais utilizadas em todas as regiões vitícolas do mundo (PONI et al., 2001), nem sempre essa é a melhor estratégia, visto que essas práticas demandam alta quantidade de mão de obra. A adequação de um número de gemas por planta apresenta-se como uma das estratégias mais importantes para se ajustar o vigor de crescimento vegetativo e favorecer o microclima do vinhedo (SANTOS, 2006). Pelo aumento da carga de gemas planta<sup>-1</sup>, é possível ampliar a produtividade do vinhedo e melhorar o equilíbrio vegeto-produtivo da videira (WURZ et al., 2020).

O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência da carga de gemas no desempenho agrônomo e enológico das cultivares de videiras ‘Viognier’ e ‘Fiano’ cultivadas em Campo Largo, Paraná.

## **4.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.2.1 Área experimental**

O experimento foi realizado em um vinhedo, localizado no sudoeste da Região Metropolitana de Curitiba, município de Campo Largo, PR, Brasil (25°23'41''S e 49°30'12''O)). Esta região é caracterizada por uma altitude de 975 metros acima do nível do mar e inserida no clima Cfb (subtropical com verão temperado) segundo a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013), com precipitação distribuída ao longo do ano, e possibilidade de geadas severas.

O vinhedo foi conduzido em espaldeira simples a 1,2 m do chão, com três arames, espaçamento entre plantas de 2,7 × 1,2 m (3086 plantas ha<sup>-1</sup>) e as plantas foram enxertadas sobre porta-enxerto Paulsen 1103. O vinhedo foi implantado no ano de 2010. A poda foi em Guyot, com esporões e varas arqueadas unilateralmente ou bilateralmente, conforme o tratamento. Após a poda foi aplicado cianamida hidrogenada 4% para induzir e padronizar a brotação. O controle de doenças fúngicas, o manejo da copa (desbrota, desfolha e desponte) e adubação foram realizados de acordo com as recomendações técnicas para a cultura. Foram avaliados os ciclos de 2019/2020 e 2020/2021.

### **4.2.2 Tratamentos**

As cultivares em estudo foram as uvas viníferas brancas ‘Viognier’ e ‘Fiano’. Foi instalado um experimento para cada cultivar. Os tratamentos (Tabela 8) foram as cargas de 10 gemas, 20 gemas, 30 gemas e 40 gemas por planta (Figura 26), sendo contabilizadas apenas as gemas das varas que receberam poda longa. Cada vara foi podada com 10 gemas e arqueadas. Foram deixados 4 a 5 esporões por planta para a formação de novas varas que foram podadas no ciclo seguinte.

**Tabela 8.** Número de gemas por tratamento para as cultivares Viognier e Fiano. Campo Largo, PR.

Tratamento	Número de gemas planta <sup>-1</sup>	Número de gemas hectare <sup>-1</sup>
1	10 gemas planta <sup>-1</sup>	30.860
2	20 gemas planta <sup>-1</sup>	61.720
3	30 gemas planta <sup>-1</sup>	92.592
4	40 gemas planta <sup>-1</sup>	123.440

Fonte: o autor, 2023.

**Figura 26.** Diferentes cargas de gemas para videiras (*Vitis vinifera*) conduzidas em Guyot arqueado. Tratamentos com 10 gemas (A), 20 gemas (B), 30 gemas (C) e 40 gemas (D) em Campo Largo, PR.



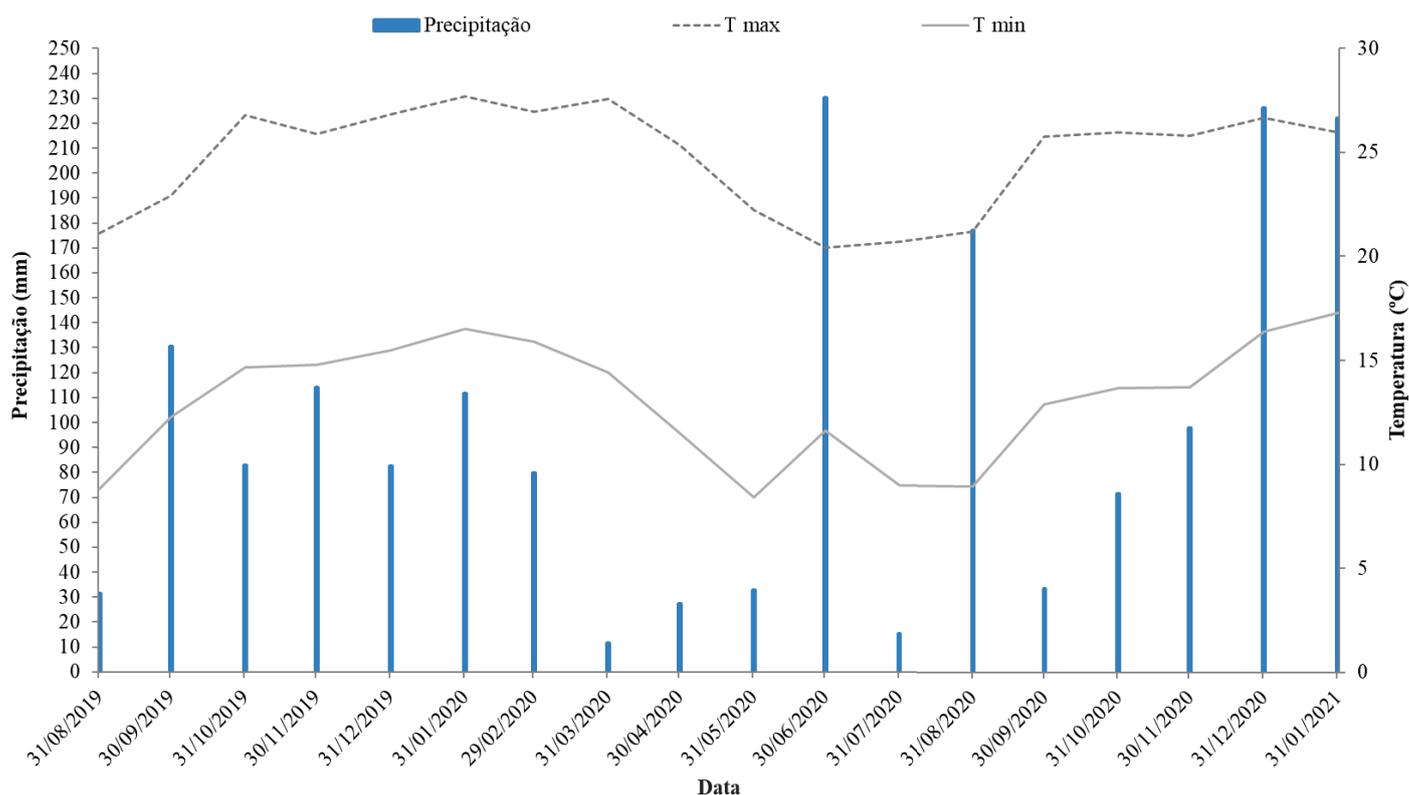
Fonte: o autor, 2020.

### 4.2.3 Variáveis avaliadas

#### 4.2.3.1 Variáveis climáticas e fenologia

Os parâmetros climáticos foram avaliados segundo OMM (Organização Meteorológica Mundial), incluindo: temperaturas do ar média, máxima, mínima (°C), amplitude térmica (°C), precipitação pluviométrica (mm). Os dados mensais de temperatura do ar (mínima, média e máxima) e pluviosidade de 31/08/2019 a 31/01/2022 (Figura 27) foram fornecidos pelo Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) a partir da estação meteorológica mais próxima do vinhedo, localizada na Região Metropolitana de Curitiba, SIMEPAR- Lapa, PR.

**Figura 27.** Precipitação acumulada (mm), temperatura média mensal máxima (°C) e temperatura média mensal mínima (°C) de Campo Largo, PR, nos ciclos 2019/2020 e 2020/2021.



Fonte: Sistema Meteorológico do Paraná - SIMEPAR, Lapa, PR, 2022.

Para a definição dos estádios fenológicos da videira utilizou-se a escala BBCH (LORENZ et al., 1995). Os principais estádios de desenvolvimento descritos foram: Brotação (BBCH07) -

considerada quando 50% das gemas estavam no estágio de ponta verde; Floração (BBCH65) - quando 50% das flores estavam abertas; Maturação (BBCH81) - sendo 50% das bagas mudaram de coloração; e Maturação completa, colheita (BBCH89) - estabelecida com base na avaliação da composição química e sanidade das uvas. Dessa forma, caracterizou-se o número de dias entre cada subperíodo fenológico (BOCK et al., 2011).

A floração foi avaliada conforme metodologia proposta por Greven et al. (2015), onde 20 cachos por parcela foram demarcados, avaliando visualmente os cachos, atribuindo notas de 0, 5, 10, 25, 50, 75, 90, 95 e 100% de florescimento de cada cacho. Para determinar a virada de cor a avaliação ocorreu através de avaliação manual, descrita por Greven et al. (2015), através da proporção de bagas amolecidas em relação ao total de bagas por cacho. A avaliação ocorreu quando se detectou da primeira baga amolecida até ser observadas 100% de bagas amolecidas no cacho demarcado. Isso foi determinado pressionando moderadamente cada baga.

#### **4.2.3.2 Variáveis de Produtivas e Ecofisiológicas**

No momento da colheita foram contados o número de ramos e o número de cachos por planta e determinada a massa total de cachos por planta ( $\text{kg planta}^{-1}$ ). A produção foi calculada por meio da pesagem direta de todos os cachos da planta, com o auxílio de uma balança comercial digital. A produtividade ( $\text{t ha}^{-1}$ ) foi obtida a partir da multiplicação da produção média por planta de cada cultivar multiplicada pela densidade de plantio (densidade de  $3.086 \text{ plantas ha}^{-1}$ ).

O índice de fertilidade foi determinado a partir da divisão entre o número de cachos e o número total de ramos por planta (BRIGHENTI, 2014). O índice de Ravaz foi determinado a partir da relação entre a produção de frutos por planta ( $\text{kg planta}^{-1}$ ) e a massa do material podado por planta ( $\text{kg planta}^{-1}$ ) (BRIGHENTI et al., 2011).

A estimativa da área foliar foi realizada durante a colheita das uvas nas safras de 2019/20 e 2021/22. Foram coletadas aleatoriamente 150 folhas por cultivar localizados no terço médio da planta e a área foliar real das folhas foi determinada por meio do medidor de área WINRIZO, marca LA1600, Regent Instruments Inc, no Laboratório de Fitotecnia da Universidade Federal do Paraná (Figura 28). Posteriormente foram contados o número de sarmentos e número de folhas por sarmento em cinco plantas por tratamento, para a estimativa da área foliar de cada cultivar. A

mensuração do equilíbrio entre crescimento vegetativo e produtivo foi estimada pela relação dos valores médios de área foliar por quilograma de uva produzido ( $\text{m}^2 \text{kg}^{-1}$ ).

**Figura 28.** Avaliação de área das folhas no medidor WINRIZO para as cultivares Viognier e Fiano na safra de 2020/2021. Curitiba, PR.



Fonte: o autor, 2021.

Em amostras de 10 cachos por tratamento foram obtidas a massa de cacho (g) e massa da ráquis (g), com uma balança semi-analítica, o comprimento do cacho (cm), mensurado com uma régua, e o número de bagas por cacho.

Após o início da maturação, foram avaliados semanalmente o comprimento de ramos (cm), com o auxílio de uma fita métrica e plotados gráficos de crescimento dos ramos. Após a colheita foram contados o número folhas por ramo. Com um paquímetro analógico foram medidas a distância dos entrenós (cm), diâmetro dos ramos (cm) na primeira gema e diâmetro dos ramos na décima gema.

#### 4.2.3.3 Variáveis de maturação tecnológica bagas

A partir da virada de cor até a colheita, foram coletadas 120 bagas por cultivar, quinzenalmente, para acompanhamento e determinação da maturação tecnológica de cada cultivar. As bagas foram levadas ao laboratório para pesagem, maceração e separação das cascas para análises. A partir do mosto, obtido pela maceração da polpa, foi determinado os sólidos solúveis (°Brix), a acidez total titulável (mEq L<sup>-1</sup>), e o pH conforme a metodologia proposta pela Organização Internacional da Vinha e do Vinho (OIV, 2009).

A concentração de sólidos solúveis (SS) foi determinada se utilizando um refratômetro (Figura 29). O aparelho calibrado com água destilada, em seguida o mosto foi distribuído sobre o prisma, e a leitura realizada diretamente em °Brix. A acidez total titulável (ATT) foi obtida através da titulação de solução com 5 mL do mosto diluído em 50 mL de água destilada e solução alcalina padronizada de hidróxido de sódio 0,1 N, utilizando como indicador fenolftaleína (1%). O volume de NaOH consumido foi utilizado para determinar a ATT em (mEq L<sup>-1</sup>), empregando a seguinte fórmula:

ATT em (mEq L<sup>-1</sup>), =  $(n * c * 1000) / V$ ; Onde:

n = volume em mL de solução de hidróxido de sódio gasto na titulação

C = concentração da solução de hidróxido de sódio

1000 = transformação em litro

V = volume em mL de mosto da amostra

O potencial hidrogeniônico (pH) foi registrado a partir das amostras coletadas no dia da colheita, por meio de um potenciômetro de bancada, após calibração em soluções tampões conhecidos de pH 4,0 e 7,0 (Figura 29).

**Figura 29.** Avaliação de Sólidos Solúveis Totais e Acidez Total Titulável e pH na safra de 2020/2021. Campo Largo, PR.



Fonte: o autor, 2021.

#### 4.2.3.4 Variáveis Econômicas

O manejo de poda, condução e colheita foi realizado e a intervenção realizada no experimento foi cronometrada, com objetivo de quantificar o tempo gasto em cada atividade de manejo, a fim de determinar o custo operacional do manejo das videiras Viogner e Fiano em função da carga de gemas. Os tratamentos fitossanitários e podas verdes foram realizados de acordo com a recomendação da equipe técnica da vinícola e não foram contabilizados.

Foi contabilizado o tempo gasto em minutos (min) para podar dez plantas por tratamento. A condução dos ramos foi realizada junto a poda, foram retirados os ramos podados dos arames superiores e as varas foram conduzidas com fio de polipropileno nos arames principais sendo contabilizado o tempo gasto em minutos (min) para conduzir 10 plantas por parcela.

A colheita foi realizada quanto os níveis de maturação estabelecidos pela empresa foram atingidos. Foram colhidas 10 plantas por tratamento, na qual, foram contabilizados o tempo gasto para colher todos os cachos de uma planta, bem como o número de cachos colhidos por planta, para assim obter a relação de tempo gasto para colher cada cacho e cada planta, sendo os resultados expressos em minutos (min).

#### 4.2.3.5 Microvinificação

Foram colhidas manualmente aproximadamente 30 kg de uva de cada tratamento para a elaboração dos vinhos. As microvinificações foram realizadas na cantina da Vinícola Legado de acordo com o protocolo adaptado de Pszczolkowski e Lecco (2011) e Makhotkina et al. (2013).

As uvas colhidas foram mantidas em câmara fria por 24h à temperatura de 5 a 8 °C. Após, foi padronizado 20 kg de uva por tratamento para o processo de vinificação. Os cachos foram passados por desengaçadeira (Figura 30), separando as bagas das ráquis, e condicionadas em recipiente no qual foi adicionado 10 mg kg<sup>-1</sup> de SO<sub>2</sub> a partir de uma solução com 10 % de metabissulfito de potássio.

**Figura 30.** Preparo das uvas para o início da vinificação. Campo Largo, PR. 2020.



Fonte: o autor, 2020.

As bagas foram homogeneizadas manualmente por 5 min com o remontador de inox e imediatamente colocadas em prensa hidropneumática. Foi escorrido o mosto flor (sem prensagem) para um recipiente de vidro de 12,5 L, no qual foi adicionado 20 mg L<sup>-1</sup> de SO<sub>2</sub>, mediante a solução de metabissulfito de potássio a 10 %. O recipiente com o volume completo de mosto foi tampado com batoque e mantido em câmara fria por 72 horas a 2°C para precipitação das partículas

grosseiras e clarificação do mosto. Após este tempo, 700 mL de mosto foram transferidos em garrafas verdes de 750 mL com auxílio de mangueiras.

Foram utilizadas quatro garrafas (repetição) por cultivar. Em cada repetição foi inoculada leveduras hidratadas ativas (*Saccharomyces cerevisiae*) na proporção de 0,2 g L<sup>-1</sup>. As garrafas foram vedadas com batoques hidráulicos. As garrafas foram mantidas em sala com controle de temperaturas em torno de 20°C e pesadas diariamente para monitorar o progresso da fermentação alcoólica, o qual foi considerada completa quando a massa total de cada repetição não se altera por três dias consecutivos.

Finalizada a fermentação, foi adicionado 60 mg L<sup>-1</sup> de SO<sub>2</sub> por repetição, mediante uma solução de metabissulfito de potássio a 10%, e então permaneceram armazenadas em câmara fria de 0 a 1°C por 21 dias para estabilização tartárica. Os vinhos foram envasados para garrafas de 750mL (Figura 31) que foram armazenadas em ambiente livre de luz até o momento da avaliação dos compostos voláteis.

**Figura 31.** Vinhos da cultivar Viognier após a microvinificação, safra de 2021/2022. Campo Largo, PR.



Fonte: o autor, 2022.

#### 4.2.3.6 Análise dos compostos voláteis por cromatografia gasosa

##### Condições de extração no HS-SPME

Para a extração dos componentes voláteis das amostras foi utilizada metodologia já otimizada, previamente descrita por Tao et al, 2008. Em um vial de 15 mL contendo uma barra de agitação magnética foi adicionado 7,5 mL de amostra,  $0,7500 \pm 0,005$  g de NaCl e 2 uL de solução de  $\alpha$ -pineno, utilizado como padrão interno (Figura 32). O vial foi inserido em um recipiente contendo uma jaqueta de vidro o qual estava sobre uma chapa de agitação magnética e conectado a um banho termostaticado com circulação de água (SOLAB SL 152, Piracicaba, SP, Brasil). O vial foi mantido em banho de água à  $40 \pm 0,2$  °C e o conteúdo foi mantido sob agitação por 5 minutos. A fibra de SPME foi exposta ao headspace do vial o qual foi mantido nessa mesma temperatura por 30 minutos.

Análises em branco da coluna cromatográfica e das fibras de SPME foram realizadas para verificar a ausência de compostos interferentes. Foi utilizado uma fibra de SPME composta por divinylbenzene/carboxen/polydimethylsiloxane (DVB/CAR/PDMS) com cobertura de 50/30  $\mu$ m de espessura e 1 cm de comprimento (SUPELCO, Bellefonte, PA, USA). O composto  $\alpha$ -pineno foi empregado como padrão interno porque não é um composto volátil típico do vinho e apresentou um pico de íon perfeito em local diferente dos picos encontrados pelos compostos voláteis dos vinhos.

**Figura 32.** . Preparação das amostras em triplicata para as diferentes cargas de gemas, cultivar Fiano. UFSC, Curitiba, SC, 2022.



Fonte: o autor, 2022.

### Condições do GC/MS

A fibra de SPME contendo os componentes voláteis adsorvidos foi manualmente inserida no injetor do GCMS à 250 °C (modo splitless; equipado com liner de vidro, 0,75 mm I.D.) e mantido por 5 minutos. Os componentes desorvidos foram separados em um Agilent 7890A GCMS usando metodologia adaptada de Tao et al. (2009). Uma coluna Agilent HP-5MS (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm) composta por 95% dimethyl/5% diphenyl polysiloxane foi utilizada com fluxo de gás Hélio de 1,0 ml min<sup>-1</sup>. A temperatura do forno foi mantida à 40 °C por 5 min seguida de rampa de aquecimento de 40 a 260 °C com taxa de aquecimento de 9 °C min<sup>-1</sup>. As temperaturas da interface e da fonte de íons foram configuradas a 300 °C. Os dados foram adquiridos no modo Full Scan com faixa de 30 - 400 m/z. O espectrômetro de massas foi operado com impacto de elétrons a 70 eV. Cada amostra foi analisada no mínimo em triplicata. Os picos foram integrados manualmente em software G1701EA GC/MSD Chemstation. As substâncias voláteis foram caracterizadas (Anexo V) através da comparação do espectro de massas e do índice de Kovats (KI) experimental para cada componente com os respectivos espectros de massas e índices de Kovats

de padrões descritos por Adams (2007). Os valores de KI experimentais foram obtidos a partir da injeção de uma amostra de hidrocarbonetos saturados C7-C30 (Sigma-Aldrich) nas mesmas condições utilizadas para as amostras e calculados de acordo com van den Dool e Kratz (VAN DEN DOOL & KRATZ, 1963). Os compostos não identificados na literatura consultada, foram identificados por caracterização baseada pelo software NIST com acima 90% de similaridade.

#### **4.2.4 Delineamento experimental e Análise Estatística dos Dados**

Para cada cultivar foi instalado um experimento separado. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com quatro blocos e dez plantas por tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, utilizando o software Sisvar versão 5.6 (FERREIRA, 2019).

### **4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A temperatura média durante a brotação até a maturação das cultivares em estudo foi de 19,4 °C e 19,3 °C para as safras 2019/2020 e 2020/2021, respectivamente, e a amplitude térmica, no mesmo período, de 11,3 °C e 11,2 °C. As temperaturas médias máximas nesse mesmo período ficaram entre 26 e 27 °C, e as temperaturas médias mínimas em torno de 14,7 °C. A precipitação total da brotação até a colheita no primeiro ciclo foi de 450 mm e no segundo 529 mm. Essas precipitações foram menores que a série histórica para o mesmo período (690 mm), cerca de 240 mm no primeiro ciclo e 161 mm na segunda safra.

#### **4.3.1 ‘Viognier’**

Para o primeiro ciclo de avaliação (2019/2020) a brotação da cultivar Viognier ocorreu entre os dias 15 de setembro e 27 de setembro para a menor carga de gemas (10 gemas) e apresentou uma menor duração de dias, em comparação com as maiores cargas de gemas (30 e 40 gemas). Entretanto, para o segundo ciclo de avaliação, a duração desse estágio fenológico não diferiu significativamente entre os diferentes tratamentos (Tabela 9).

**Tabela 9.** Efeito da carga de gemas na fenologia (% Brotação) da videira Viognier (*Vitis vinifera*), Safra 2019/2020 e 2020/2021. Campo Largo, PR.

Brotação (%)	Carga de gemas				CV (%)
	10	20	30	40	
<b>2019/2020</b>					
10%	15/set	17/set	16/set	17/set	-
50%	22/set	24/set	23/set	24/set	-
90%	27/set	01/out	01/out	03/out	-
Duração (dias)	12,2b	15,2ab	16,7a	17,0a	13,1
<b>2020/2021</b>					
10%	8/set	8/set	8/set	7/set	-
50%	12/set	12/set	11/set	10/set	-
90%	21/set	20/set	20/set	19/set	-
Duração (dias)	13,0ns	12,5	12,5	12,2	11,4

Os valores seguidos por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente (teste de Tukey,  $p < 0,05$ ). ns = não significativo pela análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro.

A duração entre os estádios fenológicos da videira varia muito em relação a cultivar, o clima e a localização do vinhedo. O manejo da videira, em particular da poda de inverno, pode influenciar a produtividade do vinhedo e consequentemente influenciar a sua fenologia, desde o desenvolvimento dos frutos até a colheita (JONES & DAVIS, 2000; GREVEN et al., 2015). O número de gemas por planta pode influenciar o tempo de brotação no ano subsequente, podendo ser utilizado até mesmo, como uma alternativa para evitar danos por geadas (HOWELL & WOLPERT, 1978). Em um estudo com uvas viníferas brancas os pesquisadores observaram que videiras podadas com 24 gemas planta<sup>-1</sup> florescem mais precocemente em relação a plantas podadas com 48 gemas planta<sup>-1</sup>. Portanto, existem algumas evidências que indicaram que uma maior carga de gemas planta<sup>-1</sup> pode afetar a fenologia da planta, como atraso de brotação e floração (DIXON, 2009).

Para os períodos de floração das duas safras não houve diferença estatística para a duração da floração para as distintas cargas de gemas (Tabela 10) Segundo, McIntyre et al. (1982), as variações na floração podem surgir a qualquer momento durante o desenvolvimento da flor em resposta a uma série de combinações ambientais e genéticas. A floração da videira é fortemente influenciada quanto ao período de chuvas e temperatura no momento da florada (WINKLER et al., 1974; GALET, 2000).

**Tabela 10.** Efeito da carga de gemas na fenologia (% Floração) da videira Viognier (*Vitis vinifera*), Safra 2019/2020 e 2020/2021. Campo Largo, PR.

Floração (%)	Carga de gemas				CV
	10	20	30	40	(%)
<b>2019/2020</b>					
10%	25/out	25/out	25/out	26/out	-
50%	29/out	28/out	29/out	29/out	-
90%	01/nov	02/nov	03/nov	02/nov	-
Duração (dias)	7,5ns	8,0	8,5	8,2	8,9
<b>2020/2021</b>					
10%	10/out	09/out	10/out	10/out	-
50%	15/out	14/out	14/out	14/out	-
90%	17/out	17/out	17/out	18/out	-
Duração (dias)	7,2ns	8,5	7,7	8,0	10,5

Os valores seguidos por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente (teste de Tukey,  $p < 0,05$ ). ns = não significativo pela análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro.

Durante a safra 2019/2020 a maturação do cultivar Viognier se estendeu por um período maior, para as cargas de 30 e 40 gemas em comparação com os demais tratamentos (Tabela 11). Para o segundo ciclo de avaliação essa diferença entre duração do período de maturação não foi observada. De acordo com Greven et al. (2015) e Wurz et al. (2020) as diferenças nos períodos de maturação observadas em uma safra e não observadas em outra, sugerem que a temperatura no momento desse estágio fenológico pode ter sido determinante, como descrito por Van Leeuwen et al. (2008).

**Tabela 11.** Efeito da carga de gemas na fenologia (% Virada de cor das bagas) da videira Viognier e Fiano (*Vitis vinifera*), Safra 2019/2020 e 2020/2021. Campo Largo, PR.

Virada de cor (%)	Carga de gemas				CV
	10	20	30	40	(%)
<b>2019/2020</b>					
10%	03/jan	04/jan	05/jan	04/jan	-
50%	07/jan	08/jan	11/jan	11/jan	-
90%	13/jan	14/jan	18/jan	18/jan	-
Duração (dias)	10,5b	10,7b	13,5a	14,0a	15,2
<b>2020/2021</b>					
10%	22/dez	23/dez	23/dez	22/dez	-
50%	27/dez	28/dez	28/dez	28/dez	-
90%	03/jan	05/jan	04/jan	03/jan	-
Duração (dias)	12,5ns	13,0	12,0	12,0	9,1

Os valores seguidos por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente (teste de Tukey,  $p < 0,05$ ). ns = não significativo pela análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro.

A porcentagem de brotação foi maior para a carga de 10 gemas em comparação com a carga de 40 gemas para os dois ciclos produtivos (Tabela 12). Para a safra 2020 a cultivar Viognier apresentou 100% de brotação em quanto a carga de 40 gemas apresentou 80% de brotação, esse comportamento foi semelhante para o segundo ciclo avaliado. Resultados semelhantes observam essa queda na porcentagem (%) de brotação com o aumento da carga de gemas. Em um estudo com a cultivar Muscat, Archer e Fouché (1987) observaram que a porcentagem de brotação foi de 93% em videiras podados com 40 gemas planta<sup>-1</sup>, comparadas a 100% de brotação em videiras podadas com carga de 16 gemas planta<sup>-1</sup>. A menor porcentagem de brotação, para a maior carga de gemas no presente estudo, ocorreu principalmente pelo aumento do número de ‘gemas cegas’ onde não se observava crescimento de ramo ou broto, isso provavelmente devido a uma alteração nas relações de fonte-dreno da planta e pelo maior sombreamento ocasionado nas maiores cargas de gemas.

**Tabela 12.** Efeito da carga de gemas nas variáveis produtivas da videira Viognier (*Vitis vinifera*), Safra 2019/2020 e 2020/2021. Campo Largo, PR.

	Carga de gemas				CV(%)
	10	20	30	40	
<b>2019/2020</b>					
Número de ramos	11d	18,50c	27,25b	32,37a	7,7
Brotação (%)	100a	92 ab	86 ab	80 b	13,1
Número de Cachos	8,12c	13,12b	19,8a	22,6a	15,2
Produção (kg planta <sup>-1</sup> )	0,84c	1,52b	2,16a	2,45a	14,8
Produtividade (ton ha <sup>-1</sup> )	2,6c	4,7b	6,6a	7,5a	14,8
Índice de Fertilidade	0,82a	0,69b	0,73b	0,68b	15,6
Massa de Poda (kg)	0,43ns	0,55	0,58	0,62	36,1
Índice de Ravaz	1,98c	2,77b	3,70a	3,93a	44,7
<b>2020/2021</b>					
Número ramos	10,75d	20,87c	29,62b	34,62a	11,0
Brotação (%)	100 a	100 a	98 a	81 b	14,1
Número de Cachos	9,25c	16,25b	21,87a	26,62a	27,2
Produção (kg planta <sup>-1</sup> )	1,04c	2,23b	3,40a	3,82a	37,1
Produtividade (ton ha <sup>-1</sup> )	3,08c	6,62b	10,08a	11,33a	37,1
Índice de Fertilidade	0,89a	0,77b	0,73b	0,78b	35,1
Massa de Poda (kg)	0,45b	0,52b	0,70a	0,71a	35,2
Índice de Ravaz	2,69b	4,42a	5,28a	6,26a	40,6

Os valores seguidos por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente (teste de Tukey,  $p < 0,05$ ). ns = não significativo pela análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro.

O número de cachos foi superior para as maiores cargas de gemas (30 e 40 gemas), não diferindo estatisticamente entre si para os dois ciclos de produção. A menor carga de gemas apresentou o menor número de cachos nas duas safras avaliadas e conseqüentemente, as menores produtividades. Para o primeiro ciclo, as cargas de 30 e 40 gemas apresentaram produções por planta de 2,16 e 2,45 kg planta<sup>-1</sup>, respectivamente, não diferindo estatisticamente entre si. Na safra 2021 a produção foi superior para todos os tratamentos, mas o comportamento se manteve semelhante, com as maiores produções para os tratamentos de 30 e 40 gemas por planta, com 3,40 e 3,82 kg de cachos por planta, respectivamente.

O índice de fertilidade foi maior para a menor carga de gemas e diferiu estatisticamente dos demais tratamentos para os dois ciclos produtivos, entretanto mesmo com esse maior índice de fertilidade, uma baixa produção foi observada para esse tratamento, devido ao reduzido número

de sarmentos. A massa de poda não foi estatisticamente afetada pela carga de gemas no primeiro ciclo de avaliação, porém, essa foi maior para as cargas de 30 e 40 gemas no segundo ciclo de avaliação. O balanço da videira é geralmente expresso pela relação produção e massa da poda (Índice de Ravaz) (LAKSO & SACKS, 2009). A literatura tem relatado um intervalo no Índice de Ravaz (RI) entre 5 a 10 (KLIEWER & DOKOOZLIAN, 2005) como ideais para a produção de uvas viníferas de qualidade. Outros autores, demonstram que valores de índice de Ravaz entre 4 e 7 são indicativos de videiras equilibradas, capazes de produzir frutas de qualidade (SILVA et al., 2009; FREDES et al., 2010). Índices maiores que 7 indicam excesso de produção de frutos, e valores menores que 4 demonstram vigor excessivo da planta (HOWELL, 2001; YUSTE, 2005).

Durante o ciclo 2019/2020 as maiores cargas de gemas apresentaram melhores valores para RI, com 3,93 (40 gemas) e 3,70 (30 gemas), sendo estatisticamente superiores aos demais tratamentos. Para o segundo ciclo produtivo as plantas apresentaram valores superiores para RI, devido as maiores produtividades, sendo que as cargas de 20, 30 e 40 gemas apresentaram valores mais adequados que a menor carga de gemas (10 gemas). O tratamento de 40 gemas planta<sup>-1</sup> apresentou valor de 6,26 para RI, junto a 5,28 (30 gemas) e 4,42 (20 gemas) indicando que as plantas desses tratamentos apresentaram nessa safra, um bom equilíbrio entre vigor e produção sob as condições de cultivo de Campo Largo, Paraná.

O comprimento dos ramos foi superior para a menor carga (156,37 cm) durante a primeira safra avaliada e estatisticamente superior em comparação com os ramos do tratamento de 40 gemas por planta (121,12 cm). O comportamento se mostrou semelhante no segundo ciclo de avaliação, entretanto com ramos menores para todos os tratamentos (Tabela 13). O número de folhas por ramo, foi superior também no tratamento de 10 gemas por planta, para os dois ciclos avaliados. Os processos adaptativos pelos quais a videira responde a um aumento da carga de gemas planta<sup>-1</sup> foram descritos em diversos estudos, e incluem redução da fertilidade de gemas, sarmentos mais curtos, entrenós mais curtos, maiores produtividades e maior número de cachos planta<sup>-1</sup> (SOMMER et al., 1995; CLINGELEFFER, 2009).

**Tabela 13.** Efeito da carga de gemas nas variáveis vegetativas da videira da videira Viognier (*Vitis vinifera*), Safra 2019/2020 e 2020/2021. Campo Largo, PR.

	Carga de gemas				CV(%)
	10	20	30	40	
<b>2019/2020</b>					
Comprimento de Ramo (cm)	156,37a	142,78ab	136,50ab	121,12b	14,5
Número Folhas por Ramo	17,6a	15,1b	16,3ab	14,3b	13,4
Distância Entrenó (cm)	8,86ns	9,41	8,39	8,42	9,7
Diâmetro Ramo 1ª Gema (cm)	0,38ns	0,36	0,33	0,32	31,9
Diâmetro Ramo 10ª Gema (cm)	0,37ns	0,32	0,34	0,28	48,4
Área Foliar (m <sup>2</sup> )	2,55c	3,77b	5,92a	6,21a	15,3
Área Foliar Produção <sup>-1</sup> (m <sup>2</sup> kg <sup>-1</sup> )	3,09b	2,46ab	2,75ab	2,53a	19,5
<b>2020/2021</b>					
Comprimento de Ramo (cm)	147,37a	120,35b	124,50b	126,12b	10,3
Número Folhas por Ramo	17,3a	15,0b	14,1b	15,7b	9,3
Distância Entrenó (cm)	7,89ns	8,03	8,81	8,13	14,3
Diâmetro Ramo 1ª Gema (cm)	0,5ns	0,46	0,42	0,39	25,9
Diâmetro Ramo 10ª Gema (cm)	0,41a	0,37a	0,36a	0,22b	36,1
Área Foliar (m <sup>2</sup> )	2,51d	4,15c	5,55b	7,22a	10,6
Área Foliar Produção <sup>-1</sup> (m <sup>2</sup> kg <sup>-1</sup> )	3,15ns	2,85	2,65	3,01	16,8

Os valores seguidos por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente (teste de Tukey,  $p < 0,05$ ). ns = não significativo pela análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro.

Em um trabalho realizado por Greven et al. (2014), observou-se que o aumento da carga de gemas planta<sup>-1</sup> resultou em redução do comprimento e diâmetro de ramo, número de folhas ramo<sup>-1</sup>, bem como, a distância entrenós. No presente estudo, o crescimento dos ramos e número de folhas corroboram com esse estudo, entretanto para o comprimento de entrenó e diâmetro dos ramos, essas diferenças foram menores. Somente para o segundo ciclo de avaliação, observou-se diferença entre o diâmetro dos ramos (parte distal dos ramos, na altura da décima gema), nesse caso a maior carga de gemas, apresentou um menor diâmetro dos ramos em comparação os demais tratamentos.

A área foliar (m<sup>2</sup>) foi superior nas maiores cargas de gemas, isso devido ao maior número de ramos e conseqüentemente no total do número de folhas e superfície foliar. O tratamento de 40 gemas apresentou área foliar de 6,21 m<sup>2</sup> de folhas planta<sup>-1</sup>, enquanto os tratamentos de 10 gemas (2,55 m<sup>2</sup>) e 20 gemas (3,77 m<sup>2</sup>), esses diferindo estatisticamente entre si. No segundo ciclo de avaliação esse comportamento foi semelhante com uma maior área foliar para o tratamento de 40 gemas, esse estatisticamente superior aos demais tratamentos. A relação área foliar produção<sup>-1</sup> está

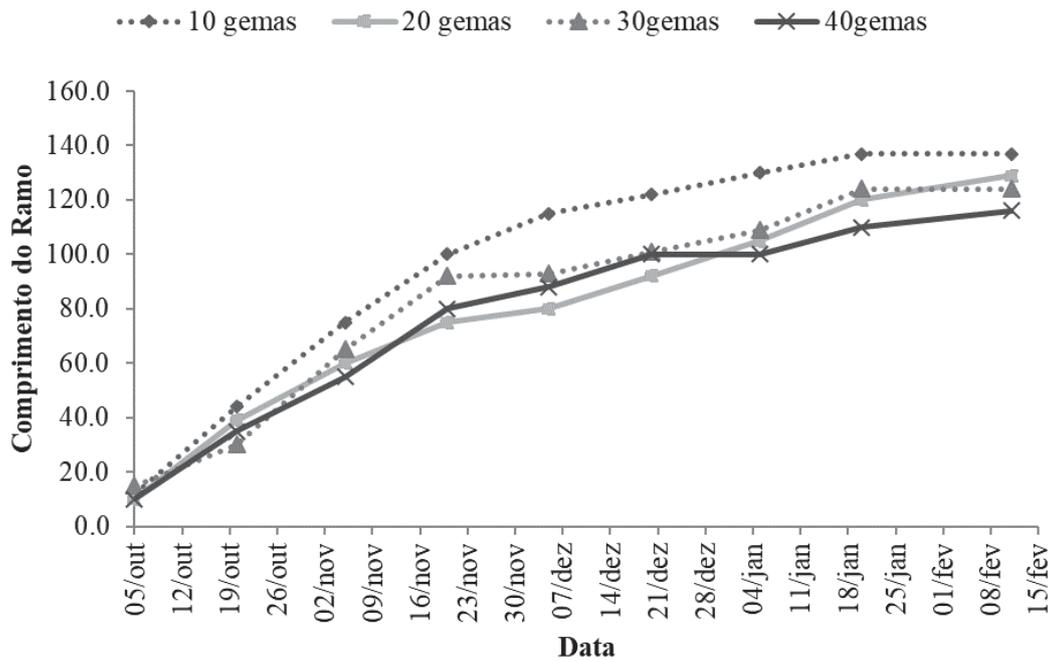
relacionada com a capacidade da planta em completar a maturação das uvas, já que foca diretamente na relação entre o suprimento e demanda de energia e carbono orgânico na planta (JACKSON, 2008). A determinação da área foliar permite inferir na atividade fotossintética, nas condições de luminosidade no dossel, no balanço hídrico das plantas e relacioná-las com as práticas culturais mais adequadas para cada vinhedo (BESLIC et al., 2010). Estudos mostram que as plantas com uma demasiada área foliar em relação a produção, favorecem a distribuição preferencial dos fotoassimilados para as estruturas vegetativas, o que favorece a continuidade do vigor, enquanto que a carga existente se torna sombreada, suscetível a doenças e a maturação se torna lenta, incompleta e não uniforme (JACKSON, 2008).

Proporções ideais entre a área foliar (AF) e produção (P) tendem a permanecer em torno de 6 a 20  $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$  ( $0,6\text{-}2,0 \text{ m}^2 \text{kg}^{-1}$ ) para diferentes cultivares (INTRIERI & FILIPETTI, 2000; HOWELL, 2001; KLIEWER & DOKOOZLIAN, 2005; JACKSON, 2008). Para o primeiro ciclo produtivo o tratamento de 40 gemas apresentou um menor valor ( $2,53 \text{ m}^2 \text{kg}^{-1}$ ) para essa relação, indicando um melhor equilíbrio em comparação com o tratamento de 10 gemas ( $3,09 \text{ m}^2 \text{kg}^{-1}$ ), as cargas de 20 e 30 gemas planta<sup>-1</sup> não diferiram significativamente entre si.

Para o segundo ciclo de avaliação, essas diferenças não se evidenciaram, visto que não houve diferença estatística entre todos os tratamentos, com valores variando entre 2,65 a 3,15  $\text{m}^2$  de folhas para produção de 1 kg de uva. Borghezani et al. (2011), avaliando o comportamento vegetativo e produtivo das cultivares de videira ‘Cabernet Sauvignon’, ‘Merlot’ e ‘Sauvignon Blanc’ em região de altitude de Santa Catarina relataram que a relação área foliar total e produção variou de 3,7 a 8,4  $\text{m}^2 \text{kg}^{-1}$ , o que indicou um desequilíbrio na distribuição dos fotoassimilados na planta, principalmente para as videiras com maiores valores para essa relação. Em outro estudo com a cultivar Merlot cultivada em São Joaquim, SC, foi observado 4,5  $\text{m}^2 \text{kg}^{-1}$  de uva nas plantas que não receberam manejo da parte aérea ao longo da safra (BRIGHENTI et al., 2010). Valores menores que 0,6  $\text{m}^2 \text{kg}^{-1}$  são geralmente insuficientes para amadurecer plenamente o fruto e valores superiores a 2,0  $\text{m}^2 \text{kg}^{-1}$  normalmente indicam um vigor excessivo. Quanto maior o valor para essa relação, maior o vigor, e isso acaba causando atrasos na maturação, redução no teor de polifenóis e antocianinas e propicia um microclima mais favorável ao desenvolvimento de doenças fúngicas, frente ao maior sombreamento.

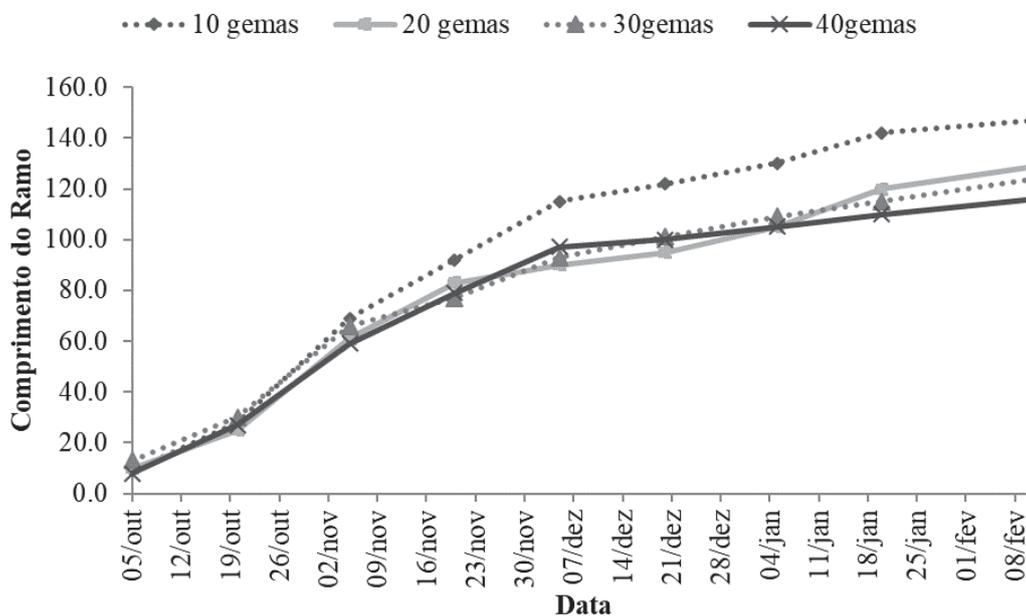
Quanto ao crescimento dos ramos ao longo do ciclo (Figuras 33 e 34), observa-se que para os dois ciclos de produção, ao final das avaliações, os ramos do tratamento de 10 gemas por planta apresentaram um maior crescimento quando comparado aos demais tratamentos (Tabela 13).

**Figura 33.** Crescimento médio dos ramos da videira Viognier (*Vitis vinifera*), durante a safra de 2019 /2020, Campo Largo, PR.



Fonte: o autor, 2020.

**Figura 34.** Crescimento médio dos ramos da videira Viognier (*Vitis vinifera*), durante as safras 2020/2021, Campo Largo, PR.



Fonte: o autor, 2021.

Em um estudo realizado por Wurz et al. (2020), com a cultivar Cabernet Franc, em São Joaquim - SC, o aumento da carga de gemas reduziu o vigor e o comprimento dos ramos para o tratamento de maior carga de gemas por planta. Esse resultado corrobora com os dados do presente trabalho, onde o tratamento de maior carga de gemas por planta, apresentou os ramos menos vigorosos e de menor comprimento em relação ao tratamento com menor número de gemas por planta.

Em relação a fertilidade de gemas da cultivar Viognier, observa-se que as gemas basais e medianas, apresentaram uma menor fertilidade para o tratamento com uma maior carga de gemas (Tabela 14). O comportamento se mostrou semelhante no segundo ciclo de avaliação. Visto que a cultivar Viognier normalmente apresenta uma baixa fertilidade de gemas basais, esse efeito é ainda mais evidenciado em maiores cargas de gemas. Entretanto, devido a essa cultivar apresentar uma maior fertilidade das gemas apicais, a produtividade das maiores cargas de gemas não foi afetada. A fertilidade das gemas apicais não foi influenciada significativamente pela carga de gemas, durante os dois ciclos avaliados.

De acordo com Wurz et al. (2021), o aumento da carga gemas planta<sup>-1</sup> reduz a fertilidade de gemas basais, não influenciando a fertilidade de gemas medianas e apicais para a videira

Sauvignon Blanc, em um estudo realizado no Planalto Catarinense. Os resultados foram semelhantes quanto as gemas basais e apicais para a cultivar Viognier. Entretanto, no presente estudo as gemas medianas também apresentaram uma redução da fertilidade, para o tratamento de maior número de gemas por planta.

**Tabela 14.** Efeito da carga de gemas na fertilidade de gemas (% gemas férteis) da videira Viognier (*Vitis vinifera*), safras 2020 e 2021. Campo Largo, PR.

	Carga de gemas				CV (%)
	10	20	30	40	
<b>2019/2020</b>					
Gemas basais	37,5a	41,6a	37,5a	16,6b	6,8
Gemas medianas	70,8a	66,6a	66,6a	58,3b	9,9
Gemas apicais	66,6ns	63,3	54,1	64,1	10,7
<b>2020/2021</b>					
Gemas basais	47,0a	40,4a	35,6b	21,6c	11,2
Gemas medianas	72,8a	68,8a	66,4a	60,0b	7,4
Gemas apicais	63,6ns	61,0	59,6	58,8	6,7

Os valores seguidos por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente (teste de Tukey,  $p < 0,05$ ). ns = não significativo pela análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro.

Avaliando os parâmetros físicos dos cachos dos diferentes tratamentos, não houve diferenças significativas para todos os atributos avaliados para as safras 2020 e 2021 (Tabela 15).

Quanto a maturação tecnológica do cultivar ‘Viognier’, os parâmetros teor de sólidos solúveis totais (SS), acidez total titulável (ATT) e pH, não apresentaram diferenças entre os tratamentos, para os dois ciclos observados, em exceção para ATT do ciclo 2019/2020 que foi superior para o tratamento de 10 gemas em relação aos tratamentos de 20 e 30 gemas por planta. Esses resultados evidenciam que as diferentes cargas de gemas afetaram minimamente a maturação tecnológica da cultivar ‘Viognier’ nas condições climáticas de Campo Largo, PR (Tabela 16).

**Tabela 15.** Efeito da carga de gemas na composição dos cachos da videira Viognier (*Vitis vinifera*), safras 2020 e 2021. Campo Largo, PR.

	Carga de gemas				CV (%)
	10	20	30	40	
<b>2019/2020</b>					
Massa de Cacho (gramas)	107,3ns	104,1	120,2	119,8	16,7
Massa de Baga (gramas)	1,62ns	1,57	1,67	1,65	4,0
Número de Bagas	68,2ns	72,6	78,8	76,2	10,6
Massa de ráquis (gramas)	4,8ns	5,1	5,4	5,2	5,1
Comprimento de Cacho (cm)	12,9ns	13,6	14,9	13,4	21,8
<b>2020/2021</b>					
Massa de Cacho (gramas)	108,4ns	114,2	122,5	123,6	32,2
Massa de Baga (gramas)	1,50ns	1,52	1,51	1,48	8,5
Número de Bagas	72,2ns	73,4	80,1	83,4	26,9
Massa de ráquis (gramas)	4,9ns	5,1	5,7	5,8	27,0
Comprimento de Cacho (cm)	13,8ns	14,1	15,0	12,3	20,9

Os valores seguidos por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente (teste de Tukey,  $p < 0,05$ ). ns = não significativo pela análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro.

**Tabela 16.** Efeito da carga de gemas na composição química das bagas da videira Viognier (*Vitis vinifera*), safra 2020 e 2021. Campo Largo, PR.

	Carga de gemas				CV (%)
	10	20	30	40	
<b>2019/2020</b>					
Sólidos Solúveis (°Brix)	17,8 ns	17,6	18,0	18,2	3,7
Acidez Total (mEq L <sup>-1</sup> )	95,7 a	87,9 b	89,0 b	90,4 ab	6,9
pH	3,21 ns	3,22	3,20	3,18	1,5
<b>2020/2021</b>					
Sólidos Solúveis (°Brix)	17,2 ns	17,3	16,8	17,0	2,1
Acidez Total (mEq L <sup>-1</sup> )	109,7 ns	107,2	108,8	112,2	5,6
pH	3,14 ns	3,13	3,16	3,12	1,4

Os valores seguidos por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente (teste de Tukey,  $p < 0,05$ ). ns = não significativo pela análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro.

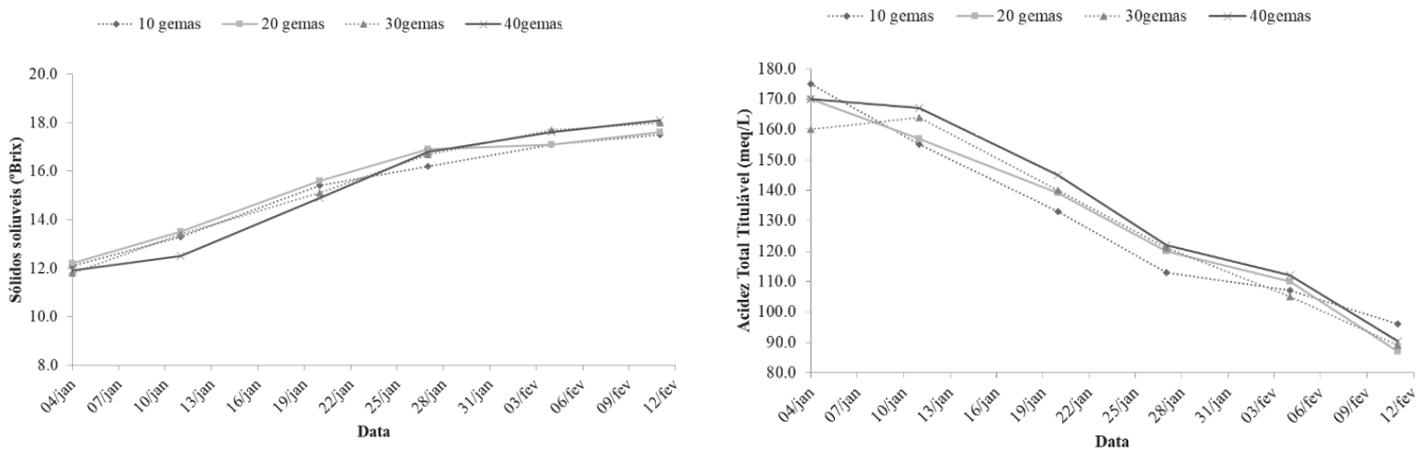
No Vale Submédio do São Francisco, Camargo et al. (2004), constataram que a cultivar ‘Viognier’ necessitou de 121 dias para concluir seu ciclo fenológico com SS de 20,8 °Brix e ATT 65 mEq L<sup>-1</sup>. Na Microrregião de Garanhuns, PE, no ciclo 2015/2016, o autor encontrou SS de 20 °Brix, ATT 0,82% de ácido tartárico e pH 3,46 (SOUSA, 2017). Para o presente estudo, o ciclo da

cultivar ‘Viognier’ se mostrou mais longo com 140 dias e o nível de sólidos solúveis totais foi menor para as uvas cultivadas nas condições de Campo Largo, PR. Entretanto, os valores de acidez total titulável se mostraram superiores, isso devido as diferenças climáticas presentes em cada “terroir”. O clima em regiões que apresentam elevadas temperaturas revela correlação com o comprimento do ciclo das culturas, onde o aumento de temperatura implica em menor ciclo em razão de seu crescimento acelerado (NEIS et al., 2010).

As altas temperatura encontradas na Região Nordeste do Brasil, favorecem o acúmulo de açúcares nas bagas e a degradação acelerada de ácidos orgânicos da uva, assim como um ciclo de desenvolvimento mais rápido, já as regiões de altitude e de clima subtropical no Sul do Brasil, apresentam de forma geral, ciclos mais longos e uvas com maiores teores de ATT, devido as menores temperaturas durante a maturação das bagas em comparação com as mesmas cultivares na região do nordeste brasileiro.

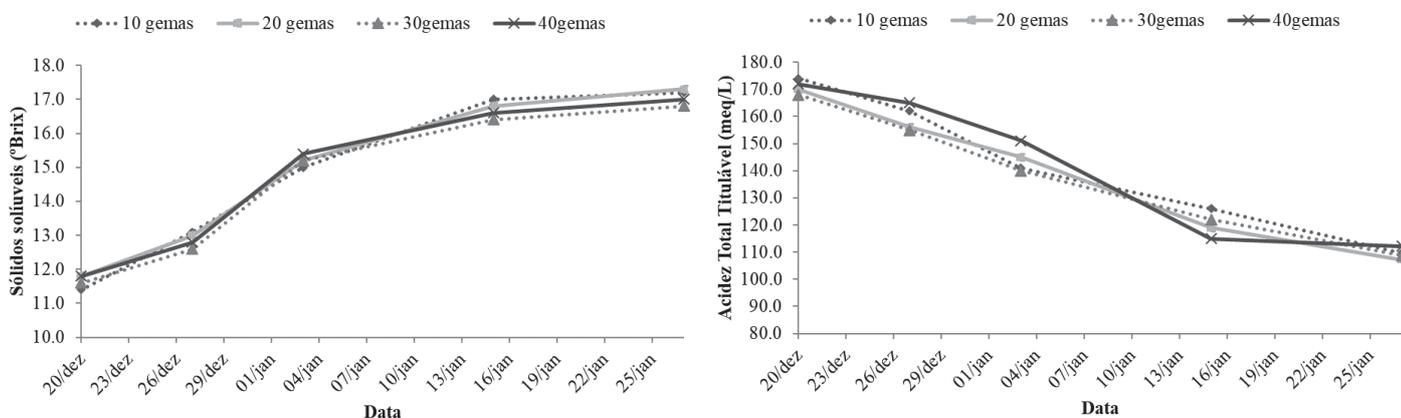
Observando a evolução da maturação (Figuras 35 e 36) da cultivar ‘Viognier’, pode se observar pequenas diferenças para ATT e SS, evidenciando que as diferentes cargas de gemas afetaram minimamente, os níveis de maturação dos diferentes tratamentos.

**Figura 35.** Efeito da carga de gemas na evolução dos Sólidos Solúveis Totais e da Acidez Total Titulável da videira Viognier (*Vitis vinifera*), safra 2019 /2020. Campo Largo, PR.



Fonte: o autor, 2020.

**Figura 36.** Efeito da carga de gemas na evolução dos Sólidos Solúveis Totais da videira Viognier (*Vitis vinifera*), safra 2020 /2021. Campo Largo, PR.



Fonte: o autor, 2021.

Quanto aos tempos das operações de poda, condução e colheita da cultivar ‘Viognier’, observou-se que as maiores cargas de gemas, necessitam de um maior tempo de operação em relação aos tratamentos de 20 e 10 gemas (Tabela 17). Durante a primeira safra a carga de 40 gemas necessitou de 3,18 min para realização da poda e 2,17 min para a condução dos ramos, esses tempos diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. A colheita também demandou um maior tempo para as maiores cargas de gemas. O manejo total por planta foi superior para as maiores cargas de gemas, indicando que essas necessitam de uma maior quantidade de mão de obra, para realização de todas as práticas culturais manuais. Esses resultados corroboram com os resultados de Wurz et al. (2022), onde os autores constataram que aumento da carga de gemas por planta na videira ‘Cabernet Franc’, cultivada em São Joaquim, SC, resultou em maior tempo para realização do manejo da videira (poda, condução de ramos, desfolha e colheita). Todavia, esse trabalho evidenciou que o aumento da carga de gemas também propiciou aumento dos índices produtivos, e, analisando a relação entre os índices produtivos e o tempo gasto para realização do manejo da videira, verificou-se uma relação vantajosa para as maiores cargas de gemas, devido as maiores produtividades. Já no presente trabalho, para os dois ciclos avaliados, o tempo de operação em relação ao quilograma de uva produzido, não houve diferença entre os tratamentos para essa relação ( $\text{min kg uva}^{-1}$ ), isso devido aos maiores tempos de operação serem compensados pelas maiores produtividades. Para o segundo ciclo produtivo os tempos de operação entre os

tratamentos de 30 e 40 gemas não diferiram entre si, exceto para condução que foi superior para o tratamento de 40 gemas (1,90 min).

**Tabela 17.** Efeito da carga de gemas Efeito da carga de gemas na avaliação econômica para realização do manejo de poda e colheita da videira Viognier (*Vitis vinifera*), safras 2019/2020 e 2020/2021. Campo Largo, PR.

	Carga de gemas				CV
	10	20	30	40	(%)
<b>2019/2020</b>					
Poda (min planta <sup>-1</sup> )	1,17 c	1,56 c	2,63 b	3,18 a	15,4
Condução (min planta <sup>-1</sup> )	1,03 d	1,48 c	1,81 b	2,17 a	11,6
Colheita (min planta <sup>-1</sup> )	0,5 d	0,82 c	1,2 b	1,41 a	8,9
Manejo Total planta <sup>-1</sup> (min planta <sup>-1</sup> )	2,71 d	3,87 c	5,65 b	6,77 a	10,0
Manejo Total (horas ha <sup>-1</sup> )	139,5 d	199,3 c	289,1 b	350,1 a	9,8
Produção (kg planta <sup>-1</sup> )	0,84 c	1,52 b	2,16 a	2,45 a	14,8
Mão de obra (min kg uva <sup>-1</sup> )	3,16 ns	2,56	2,65	2,79	13,7
<b>2020/2021</b>					
Poda (min planta <sup>-1</sup> )	1,27 b	1,91 b	3,26 a	3,44 a	10,2
Condução (min planta <sup>-1</sup> )	0,52 c	1,15 b	1,34 b	1,90 a	20,2
Colheita (min planta <sup>-1</sup> )	0,65 b	1,36 a	1,49 a	1,59 a	25,3
Manejo Total (min planta <sup>-1</sup> )	2,41 c	4,42 b	6,12 a	6,75 a	9,1
Manejo Total (horas ha <sup>-1</sup> )	118,89 c	218,95 b	303,79 a	333,02 a	9,0
Produção (kg planta <sup>-1</sup> )	1,04 c	2,23 b	3,40 a	3,82 a	37,1
Mão de obra (min kg uva <sup>-1</sup> )	2,46 ns	2,14	1,97	2,02	29,6

Os valores seguidos por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente (teste de Tukey,  $p < 0,05$ ). ns = não significativo pela análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro.

Diversos trabalhos citam que o aumento dos custos de produção, associado a uma escassez de mão de obra, representa um risco para a vitivinicultura, havendo a necessidade de investimentos em mecanização e otimização do manejo dos vinhedos, para que a atividade se mantenha viável (BATES & MORRIS, 2009; KURTURAL et al., 2012; GAMBELLA & SARTORI, 2014; FIDELIBUS, 2014; WURZ et al., 2022). O manejo vitícola exige o uso intenso de mão de obra, e com maiores cargas de gemas, o dossel vegetativo se torna mais denso pelo maior número de sarmentos, o que, conseqüentemente, tem efeito direto nos tratos culturais, demandando uma maior quantidade de mão de obra para realização das diversas práticas de manejo da videira. Essa maior ou menor demanda de mão de obra pode ser manejada pela carga de gemas em um vinhedo de acordo com a realidade e possibilidade de cada produtor.

Quanto aos compostos voláteis presentes nos vinhos de diferentes cargas de gemas, não houve diferença significativa para 17 dos 26 compostos identificados (Tabela 18). Em geral, a classe química mais abundante foi a dos álcoois, seguida pelos ésteres e ácidos, esses resultados corroboram com diversos autores que estudaram os compostos voláteis em vinhos de cultivares viníferas (ALBA et al., 2022).

**Tabela 18.** Compostos voláteis dos vinhos do cultivar Viognier para as diferentes cargas de gemas. Campo Largo, PR, Brasil.

Cultivar / Composto (%)	10 gemas	20 gemas	30 gemas	40 gemas	Descritores de aroma
Isoamyl alcohol	28,32±3,51ns	43,91±1,56	48,82±2,11	35,63±13,77	Floral, mel, fruta <sup>a</sup>
Ethyl butanoate	0,55±0,07ns	0,56±0,07	0,79±0,10	0,83±0,53	Fruta, banana, abacaxi, morango <sup>b</sup>
Ethyl lactate	0,46±0,45ns	0,27±0,03	0,43±0,05	0,35±0,21	Solvente, acetona <sup>s</sup>
4-methyl pentanol	0,12±0,02b	0,18±0,03ab	0,23±0,03a	0,19±0,01ab	Sem aroma descritor <sup>d</sup>
Ethyl-2-methylbutanoate	0,20±0,02ns	0,30±0,03	0,17±0,03	0,50±0,11	Morango, bala de frutas <sup>e</sup>
Ethyl isovalerate	0,44±0,07ns	0,67±0,08	0,43±0,03	0,56±0,33	Fruta, maçã <sup>e</sup>
Hexanol	0,41±0,09b	0,63±0,74a	0,79±0,20a	0,75±1,29a	Flor, grama cortada, resina, herbáceo <sup>b</sup>
Isoamyl acetate	1,16±0,20ns	0,98±0,28	1,09±0,21	0,71±0,08	Banana, abacaxi, morango <sup>l</sup>
2-Methyl butyl acetate	0,26±0,12ns	0,29±0,07	0,30±0,03	0,37±0,01	Abacaxi, banana, fruta <sup>f,g</sup>
Ethyl hexanoate	15,74±0,71a	10,11±0,27ab	6,41±1,17b	10,50±3,69ab	Fruta, maçã verde, morango, especiarias <sup>h,i</sup>
Hexyl acetate	0,12±0,01ns	0,13±0,04	0,07±0,01	0,09±0,02	Maçã, pera, fruta, cereja <sup>i,j,l</sup>
2-Ethyl hexanol	0,67±0,01ns	0,59±0,09	0,70±0,10	1,46±0,84	Cítrico, herbáceo <sup>t</sup>

**Tabela 18.** Continuação

Cultivar / Composto (%)	10 gemas	20 gemas	30 gemas	40 gemas	Descritores de aroma
Ethyl-2-hexanoate	0,12±0,02ns	0,14±0,03	0,07±0,02	0,13±0,06	Pimenta, doce, terroso <sup>s</sup>
2-Nonanone	0,11±0,10ns	0,72±0,45	0,13±0,05	0,25±0,15	Herbáceo, fruta <sup>r</sup>
Linalool	0,10±0,01a	0,05±0,05b	0,03±0,01b	0,03±0,01b	Floral, lavanda <sup>e, q</sup>
Nonanal	0,12±0,04ns	0,14±0,07	0,16±0,01	0,11±0,01	Cítrico, herbáceo <sup>t</sup>
Phenylethyl alcohol	9,95±0,77ns	4,21±0,69	1,39±0,02	1,03±0,03	Floral, flores rosas, perfume <sup>b, n</sup>
Diethyl succinate	7,76±0,81ns	10,64±0,57	8,88±0,96	9,03±0,55	Vinho, fruta <sup>t</sup>
Ethyl-octanoate	1,68±0,28b	6,16±4,80ab	13,10±1,24a	12,26±1,85a	Melão, madeira <sup>s</sup>
Citronellol	24,51±1,66a	4,92±4,18	0,93±0,16	0,75±0,91	Cravo, especiaria, limão <sup>p, q</sup>
Ethyl-2-phenylacetate	1,42±0,03b	6,73±5,68ab	8,27±1,57ab	16,72±8,93a	Fruta tropical, abacaxi <sup>p</sup>
2-Phenyl ethyl acetate	0,36±0,04a	0,21±0,05b	0,12±0,01b	0,15±0,03b	Floral, doce <sup>o</sup>
4-Ethylguaiacol	0,09±0,02ns	0,22±0,09	0,10±0,01	0,17±0,08	Animal, contaminação <sup>u</sup>
Caprylic acid	0,27±0,05ns	0,23±0,16	0,11±0,01	0,26±0,06	Animal, solvente <sup>n</sup>
β-Damascenone	2,65±0,66a	0,49±0,43b	0,16±0,01b	0,91±0,38b	Floral, torta de maçã, mel <sup>l,m</sup>
Ethyl decanoate	0,35±0,05ns	0,66±0,15	0,52±0,08	0,43±0,21	Fruta, uva <sup>v</sup>

A porcentagem é obtida com base na área do composto específico em comparação com a área total de todos os compostos voláteis identificados. Os dados são mostrados como média ± desvio padrão. As análises foram realizadas em triplicada. As letras mostram as diferenças significativas de outro tratamento na mesma linha ( $p < 0,05$ ). <sup>a</sup> Padilla et al. (2016) <sup>b</sup> Wu et al. (2019), <sup>c</sup> Molina et al. (2009), <sup>d</sup> Lijun et al. (2021), <sup>e</sup> Pereira et al. (2014), <sup>f</sup> Jiang and Zhang

(2010), <sup>g</sup> Yu et al. (2019), <sup>h</sup> Chen et al. (2013), <sup>i</sup> Gambeta et al. (2014), <sup>j</sup> Noguero-Pato et al. (2009), <sup>l</sup> Peng et al. (2013), <sup>m</sup> Escudero et al. (2007), <sup>n</sup> Feng et al. (2017), <sup>o</sup> Zhao et al. (2020), <sup>p</sup> Lu et al. (2022), <sup>q</sup> Tao et al. (2008), <sup>r</sup> Li et al. (2008), <sup>s</sup> Mayr et al. (2014), <sup>t</sup> Wang et al. (2016), <sup>u</sup> Milheiro et al. (2019), <sup>v</sup> Welke et al. (2014).

Os compostos que apresentaram maiores diferenças foram encontrados preferencialmente no tratamento de 10 gemas por planta. Nesse tratamento o composto  $\beta$ -Damascenone relacionado a aromas florais, Citronellol ligado a aromas cítricos de limão e especiarias e o Ethyl hexanoate um volátil relacionado a aromas frutados (maça verde) foram encontrados em maiores quantidades para o tratamento de menor carga de gemas. Em um estudo realizado por Skrab et al. (2021), os autores encontraram que o raleio de cachos e conseqüentemente, menores cargas produtivas para a cultivar ‘Ribolla Gialla’ apresentou um pequeno efeito positivo na composição volátil dos vinhos, onde a maior concentração de compostos aromáticos (citronelol, linalol e  $\beta$ -mirceno) foi observada para os tratamentos com produtividade reduzida.

#### 4.3.2 ‘Fiano’

A duração dos estádios fenológicos de brotação e floração para a cultivar ‘Fiano’, não apresentou diferença para as distintas cargas de gemas nesse estudo, em ambas as safras (Tabelas 19 e 20). A brotação da safra 2019/2020 variou entre 15 e 17 dias de duração e para o ciclo 2020/2021 entre 12 e 14 dias. Os resultados para brotação e floração foram semelhantes a um estudo realizado por GREVEN et al. (2015), realizado Nova Zelândia com a cultivar Sauvignon Blanc, onde observou-se que o aumento da carga de gemas não apresentou efeito na duração dos estádios fenológicos brotação e floração da videira.

**Tabela 19.** Efeito da carga de gemas na fenologia (% Brotação) Fiano (*Vitis vinifera*), safra 2019/2020 e 2020/2021. Campo Largo, PR.

Brotação (%)	Carga de gemas				CV (%)
	10	20	30	40	
<b>2019/2020</b>					
10%	10/set	9/set	10/set	10/set	-
50%	14/set	12/set	12/set	15/set	-
90%	25/set	26/out	25/out	26/out	-
Duração (dias)	15,0ns	17,0	15,5	16,2	13,4
<b>2020/2021</b>					
10%	29/ago	29/ago	31/ago	29/ago	-
50%	05/set	06/set	06/set	06/set	-
90%	10/set	11/set	12/set	10/set	-
Duração (dias)	12,2ns	13,7	13,5	12,5	10,2

Os valores seguidos por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente (teste de Tukey,  $p < 0,05$ ). ns = não significativo pela análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro.

**Tabela 20.** Efeito da carga de gemas na fenologia (% Floração) da videira Fiano (*Vitis vinifera*), safra 2019/2020 e 2020/2021. Campo Largo, PR.

Floração (%)	Carga de gemas				CV(%)
	10	20	30	40	
<b>2019/2020</b>					
10%	20/out	20/out	20/out	20/out	-
50%	22/out	24/out	24/out	23/out	-
90%	28/out	28/out	28/nov	27/nov	-
Duração (dias)	8,2ns	8,5	8,0	7,2	7,3
<b>2020/2021</b>					
10%	04/out	05/out	04/out	04/out	-
50%	10/out	10/out	11/out	11/out	-
90%	12/out	12/out	13/out	12/out	-
Duração (dias)	8,0ns	7,7	9,0	8,2	6,2

Os valores seguidos por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente (teste de Tukey,  $p < 0,05$ ). ns = não significativo pela análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro.

A floração apresentou comportamento semelhante nos dois ciclos avaliados, não apresentando diferença de duração entre os tratamentos. Entretanto, o estágio de mudança de cor das bagas e a maturação das bagas apresentou diferenças para a cultivar ‘Fiano’ em ambos os ciclos de avaliação, apresentando um tempo de duração significativamente maior para as cargas de gemas de 30 e 40 gemas (Tabela 21).

**Tabela 21.** Efeito da carga de gemas na fenologia (% Virada de cor das bagas) da videira Fiano (*Vitis vinifera*), safra 2019/2020. Campo Largo, PR.

Virada de cor (%)	Carga de gemas				CV(%)
	10	20	30	40	
<b>2019/2020</b>					
10%	06/jan	07/jan	08/jan	08/jan	-
50%	12/jan	13/jan	14/jan	14/jan	-
90%	16/jan	17/jan	20/jan	21/jan	-
Duração (dias)	10,0b	10,2b	12,5a	13,2a	11,6
<b>2020/2021</b>					
10%	28/dez	29/dez	27/dez	28/dez	-
50%	03/jan	03/jan	03/jan	04/jan	-
90%	07/jan	09/jan	09/jan	10/jan	-
Duração (dias)	10,5b	11,0b	13,0a	13,0a	12,9

Os valores seguidos por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente (teste de Tukey,  $p < 0,05$ ). ns = não significativo pela análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro.

A brotação (%) da cultivar ‘Fiano’ sob as diferentes cargas de gemas apresentou comportamento semelhante em ambos os ciclos avaliados, sendo que para a safra 2019/2020 a carga de 10 gemas com 100 % de brotação, se mostrou significativamente superior a 80,3 % para a carga de 40 gemas (Tabela 22).

O aumento na carga de gemas causou uma redução na porcentagem de brotação dos sarmentos da cultivar ‘Fiano’, todavia, o número de cachos por planta e produção foi superior para as cargas de 30 e 40 gemas. O índice de fertilidade não apresentou diferença estatística entre os tratamentos nos dois ciclos avaliados. A produtividade da safra 2020/2021 foi superior a observada no ciclo anterior, assim como os valores de índice de fertilidade e número de cachos por planta. O índice de Ravaz apresentou valores adequados, para as cargas de 30 e 40 gemas em ambas as

safras, variando entre 4,01 e 5,44. Sendo que as cargas de 30 e 40 gemas por planta apresentaram um bom equilíbrio vegetativo produtivo na 'Fiano' sob as condições de Campo Largo, Paraná.

**Tabela 22.** Efeito da carga de gemas nas variáveis produtivas da videira Fiano (*Vitis vinifera*), safra 2019/2020 e 2020/2021. Campo Largo, PR.

	Carga de gemas				CV (%)
	10	20	30	40	
<b>2019/2020</b>					
Número ramos	12,7d	19,25c	26,9b	32,1a	11,0
Brotação (%)	100,0a	96,2ab	89,2b	80,3c	9,4
Número de Cachos	8,1b	10,1b	21,8a	24,2a	17,6
Produção (kg planta <sup>-1</sup> )	0,73b	1,00b	2,27a	2,34a	18,7
Produtividade (ton ha <sup>-1</sup> )	2,26b	3,09b	7,02a	7,21a	18,7
Índice de Fertilidade	0,62ns	0,53	0,80	0,74	20,3
Massa de Poda (kg)	0,36b	0,44ab	0,54a	0,47ab	23,1
Índice de Ravaz	2,44b	2,87ab	4,74ab	5,22a	40,6
<b>2020/2021</b>					
Número sarmentos	11,8d	19,9c	27,6b	31,5a	9,0
Brotação (%)	100,0a	99,4a	92,8b	78,2c	13,5
Número de Cachos	11,3c	18,7b	23,2a	26,6a	28,8
Produção (kg planta <sup>-1</sup> )	0,91b	1,84a	2,05a	2,72a	45,2
Produtividade (ton ha <sup>-1</sup> )	2,70b	5,47a	6,10a	8,07a	45,2
Índice de Fertilidade	0,96ns	0,95	0,84	0,85	28,2
Massa de Poda (kg)	0,40b	0,45b	0,54a	0,53a	14,7
Índice de Ravaz	2,26b	4,20a	4,01a	5,44a	52,7

Os valores seguidos por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente (teste de Tukey,  $p < 0,05$ ). ns = não significativo pela análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro.

Quanto aos resultados presentes na tabela 22, os dados corroboram com um estudo realizado por Wurz et al. (2020), onde os autores verificaram que aumento da carga de gemas planta<sup>-1</sup> resultou em aumento do número de ramos e de cachos planta<sup>-1</sup>, resultando em aumento da produção e da produtividade, além de possibilitar melhor equilíbrio vegeto-produtivo.

Para a safra 2019/2020 o comprimento dos ramos foi superior no tratamento de 10 gemas (147,3 cm), seguido dos tratamentos de 20 e 30 gemas (126,8 e 134,1 cm), esses não diferindo entre si, e os ramos de menor comprimento foram os do tratamento de 40 gemas planta<sup>-1</sup> (112,4 cm). No segundo ciclo produtivo, o comprimento dos ramos foi superior para os tratamentos de

menores cargas de gemas (10 e 20 gemas) e significativamente superior em comparação com os tratamentos de 30 e 40 gemas planta<sup>-1</sup> (Tabela 23).

**Tabela 23.** Efeito da carga de gemas nas variáveis vegetativas da videira da videira Fiano (*Vitis vinifera*), safra 2019/2020 e 2020/2021. Campo Largo, PR.

	Carga de gemas				CV(%)
	10	20	30	40	
<b>2019/2020</b>					
Comprimento de Ramo (cm)	147,3 a	126,8 b	134,1 b	112,4 c	10,7
Número Folhas por Ramo	16,4 ns	14,9	15,5	15,1	14,8
Distância Entrenó (cm)	8,7 ns	8,4	8,6	7,5	11,5
Diâmetro Ramo 1 <sup>a</sup> Gema (cm)	0,39 ns	0,33	0,34	0,30	22,6
Diâmetro Ramo 10 <sup>a</sup> Gema (cm)	0,35 ns	0,29	0,31	0,27	35,2
Área Foliar (m <sup>2</sup> )	3,1 d	4,3 c	6,3 b	7,2 a	16,8
Área Foliar Produção <sup>-1</sup> (m <sup>2</sup> kg <sup>-1</sup> )	4,3 a	4,2 a	2,8 b	3,1 b	8,3
<b>2020/2021</b>					
Comprimento de Ramo (cm)	137,1 a	129,3 a	124,1 b	116,0 b	8,3
Número Folhas por Ramo	14,7 a	13,2 b	12,5 b	13,1 b	11,1
Distância Entrenó (cm)	9,34 ns	9,92	10,01	8,94	14,5
Diâmetro Ramo 1 <sup>a</sup> Gema (cm)	0,32 ns	0,31	0,30	0,33	23,5
Diâmetro Ramo 10 <sup>a</sup> Gema (cm)	0,24 ns	0,23	0,25	0,24	24,9
Área Foliar (m <sup>2</sup> )	2,5 d	4,1 c	5,5 b	7,3 a	10,6
Área Foliar Produção <sup>-1</sup> (m <sup>2</sup> kg <sup>-1</sup> )	2,74 ns	2,21	2,73	2,65	9,2

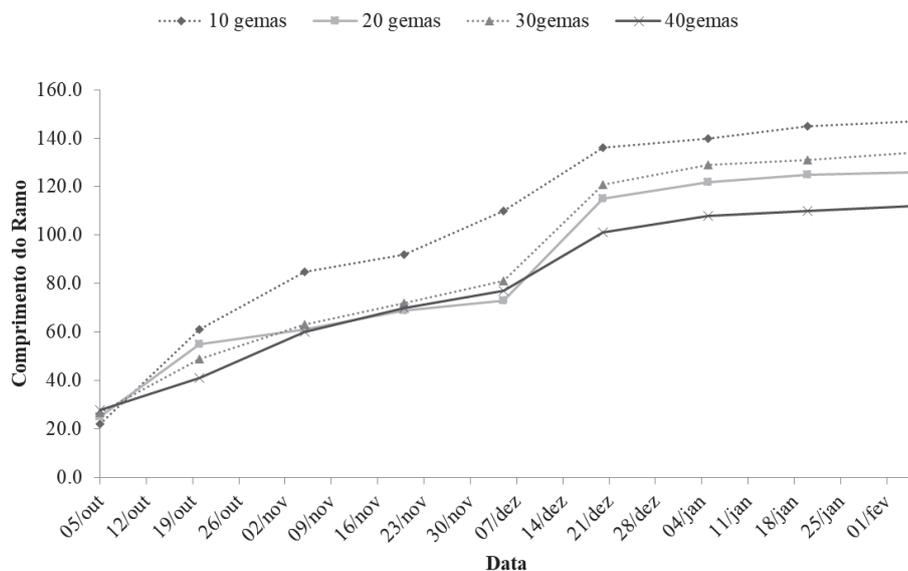
Os valores seguidos por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente (teste de Tukey,  $p < 0,05$ ). ns = não significativo pela análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro.

A área foliar apresentou comportamento semelhante nos dois ciclos avaliados, sendo que as plantas com 40 gemas, devido a maior quantidade de ramos e folhas, apresentaram os maiores valores de área foliar, sendo significativamente superior aos demais tratamentos. Todavia, a razão entre área foliar e produção se mostrou mais adequada para os tratamentos de 30 e 40 gemas e diferiu das menores cargas de gemas para o ciclo 2019/2020. No segundo ciclo de avaliação, todos os tratamentos apresentaram valores mais equilibrados entre área foliar e produção (entre 2,21 e 2,74 m<sup>2</sup> kg<sup>-1</sup>) e esses não diferiram significativamente entre si. Valores considerados adequados segundo a literatura, variam entre 7 a 20 cm<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup> (0,7 a 2,0 m<sup>2</sup> kg<sup>-1</sup>) (INTRIERI & FILIPETTI, 2000; HOWELL, 2001; KLIEWER & DOKOOZLIAN, 2005).

Uma planta devidamente equilibrada tem crescimento vegetativo suficiente para fornecer nutrientes em quantidades adequadas para completar a maturação da uva, desenvolver gemas férteis ou produtivas para o ano seguinte e armazenar reservas nutricionais, com isso a determinação de uma área foliar produção<sup>-1</sup> adequada sempre deve considerar a cultivar e principalmente as condições edafoclimáticas de cada região (LAKSO & SACKS, 2009; JACKSON, 2014).

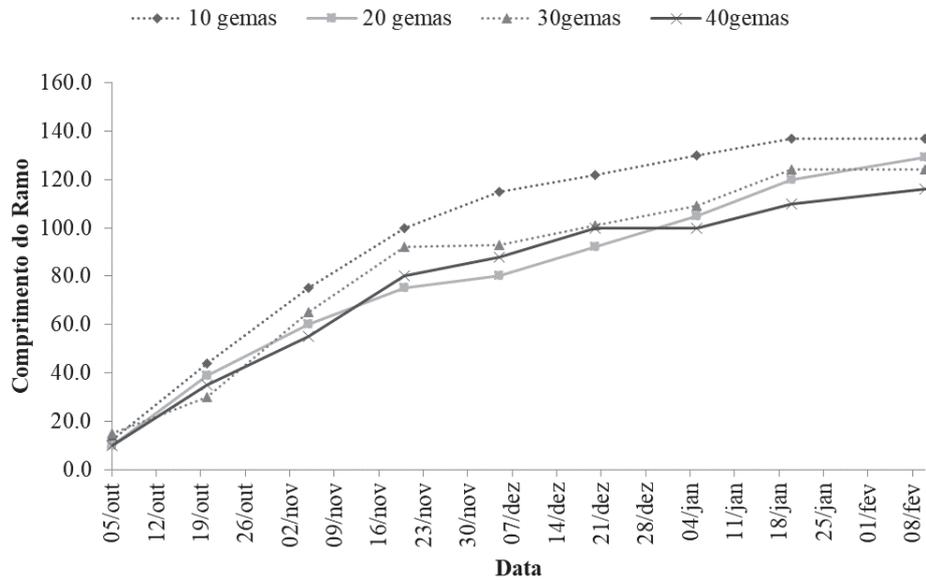
O crescimento vegetativo dos ramos ao longo das safras 2020 e 2021 podem ser observados nas figuras 37 e 38, e ao final das avaliações os ramos que apresentaram maior comprimento foram os ramos dos tratamentos com uma menor carga de gemas por planta, indicando que o aumento na carga de gemas pode ser uma alternativa para controle do vigor vegetativo, causando uma redução no comprimento dos ramos.

**Figura 37.** Crescimento dos ramos da videira Fiano (*Vitis vinifera*), safra 2019 /2020. Campo Largo, PR.



Fonte: o autor, 2020.

**Figura 38.** Crescimento médio dos ramos da videira Fiano (*Vitis vinifera*) durante a safra de 2020/2021, Campo Largo, PR.



Fonte: o autor, 2021.

Quanto a fertilidade das gemas em relação a posição no ramo, as diferentes cargas de gemas não afetaram a fertilidade das gemas basais para a cultivar ‘Fiano’ (Tabela 24). Para as gemas medianas os tratamentos de 20 e 30 gemas, apresentaram uma maior fertilidade e para as gemas apicais o tratamento de 40 gemas foi o que apresentou a menor fertilidade para os dois ciclos de avaliação. De acordo com trabalho realizado por Wurz et al. (2019), essa redução da fertilidade de gemas, está associada ao maior adensamento do dossel vegetativo, reduzindo a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, e consequentemente reduzindo a fertilidade de gemas.

**Tabela 24.** Efeito da carga de gemas na fertilidade de gemas (% gemas férteis) basais, medianas e apicais da videira Fiano (*Vitis vinifera*), safra 2019/2020 e 2020/2021. Campo Largo, PR.

	Carga de gemas				CV
	10	20	30	40	(%)
<b>2019/2020</b>					
Gemas basais	33,3 ns	22,5	26,6	25,0	11,5
Gemas medianas	51,6 b	62,5 a	58,3 a	54,1 ab	6,7
Gemas apicais	63,3 b	73,1 a	62,4 b	49,3 c	8,4
<b>2020/2021</b>					
Gemas basais	31,0 ns	32,4	31,7	30,1	15,1
Gemas medianas	61,0 b	68,2 a	67,1 a	56,0 b	8,2
Gemas apicais	65,1 a	65,2 a	62,4 a	54,0 b	8,1

Os valores seguidos por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente (teste de Tukey,  $p < 0,05$ ). ns = não significativo pela análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro.

Segundo Greven et al. (2014), os autores sugerem que o aumento da carga de gema ao longo dos anos, as videiras tendem a promover mudanças de seu comportamento, através de compensação do dossel vegetativo e da produtividade, principalmente em função de alterações da arquitetura de cachos e redução da fertilidade de gemas. A posição das gemas férteis, mais basais ou mais distais, pode variar para diferentes cultivares, e conforme Brighenti et al., (2017) adaptando o tipo de poda com a posição das gemas mais férteis é possível aumentar a produtividade, pois haverá um aumento no número de gemas férteis ao adotar o sistema de poda adequado para cada cultivar

Na tabela 25, pode-se observar que os efeitos das diferentes cargas de gemas sobre os parâmetros físicos dos cachos não foram significativos para todos os parâmetros avaliados, evidenciando que as diferentes cargas de gemas, apresentam mínima influência sobre a física dos cachos da cultivar ‘Fiano’ nas condições desse estudo.

**Tabela 25.** Efeito da carga de gemas na composição dos cachos da videira Fiano (*Vitis vinifera*), safra 2019/2020 e 2020/2021. Campo Largo, PR.

	Carga de gemas				CV (%)
	10	20	30	40	
<b>2019/2020</b>					
Massa de Cacho (gramas)	118,2 ns	109,4	121,3	116,6	20,7
Número de Bagas	91 ns	86	105	83	15,8
Massa de Baga (gramas)	1,32 ns	1,26	1,15	1,39	13,4
Massa de Ráquis (gramas)	6,3 ns	5,8	5,9	6,8	11,5
Comprimento de Cacho (cm)	15,2 ns	13,9	15,8	14,2	8,2
<b>2020/2021</b>					
Massa de Cacho (gramas)	122,8 ns	113,5	104,2	127,1	16,0
Número de Bagas	101,2 ns	102,1	103,9	107,8	14,1
Massa de Baga (gramas)	1,21 ns	1,22	1,19	1,17	9,0
Massa de Ráquis (gramas)	5,4 ns	5,2	5,2	5,0	15,8
Comprimento de Cacho (cm)	14,3 ns	13,8	14,7	14,6	17,2

Os valores seguidos por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente (teste de Tukey,  $p < 0,05$ ). ns = não significativo pela análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro.

A maturação dos cachos também não foi afetada pelas diferentes cargas de gemas, sendo que a maturação tecnológica entre os tratamentos não diferiu significativamente para SS, ATT e pH durante os dois ciclos avaliados (Tabela 26). Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Wurz et al. (2019), onde os autores constataram que a maturação tecnológica não foi influenciada pelo aumento da carga de gemas, nos intervalos de carga de gemas testadas (15 a 75 gemas/planta), para a cultivar Cabernet Franc, avaliada em São Joaquim, SC.

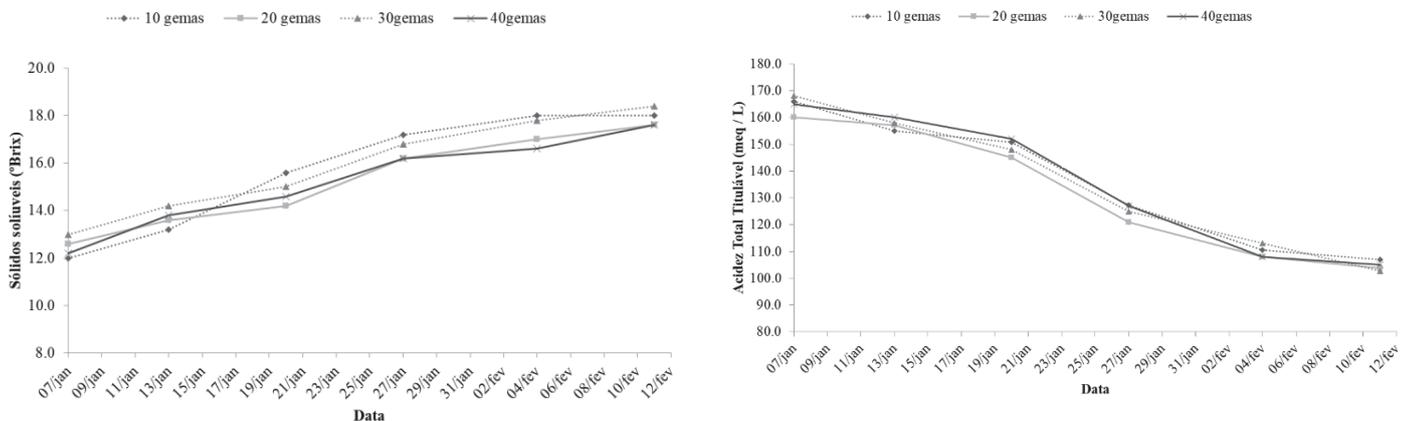
**Tabela 26.** Efeito da carga de gemas na composição dos cachos da videira Fiano (*Vitis vinifera*), safra 2019 e 2020. Campo Largo, PR.

	Carga de gemas				CV (%)
	10	20	30	40	
<b>2019/2020</b>					
Sólidos Solúveis (°Brix)	18,0 ns	17,6	18,4	17,6	8,1
Acidez Total (mEq L <sup>-1</sup> )	107,1 ns	103,7	102,6	105,1	3,9
pH	3,11 ns	3,17	3,15	3,12	2,4
<b>2020/2021</b>					
Sólidos Solúveis (°Brix)	19,0 ns	18,8	18,6	18,8	3,06
Acidez Total (mEq L <sup>-1</sup> )	120,5 ns	116,0	110,2	124,1	5,5
pH	3,08 ns	3,10	3,14	3,05	2,1

Os valores seguidos por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente (teste de Tukey,  $p < 0,05$ ). ns = não significativo pela análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro.

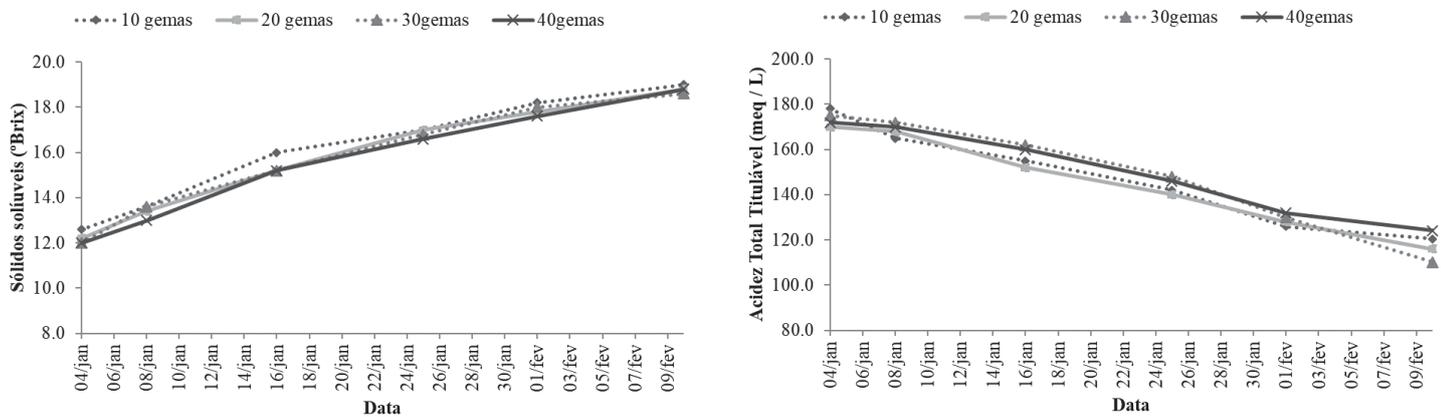
Nas figuras 39 e 40, pode-se observar a evolução da maturação tecnológica da cultivar Fiano, sobre as diferentes cargas de gemas. Variações foram observadas para as variáveis SS e ATT ao longo do ciclo, entretanto ao final do ciclo, na colheita, não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos para as variáveis de maturação tecnológica (SS, ATT e pH). Estudos relacionam a maior carga de gemas por planta a maiores produtividades do sem prejuízo da qualidade dos frutos (INTRIERI et al. 2011, PONI et al. 2016), e corroboram com os resultados do presente trabalho.

**Figura 39.** Efeito da carga de gemas na evolução dos Sólidos Solúveis Totais e Acidez Total Titulável da videira Fiano (*Vitis vinifera*), safra 2019 /2020. Campo Largo, PR.



Fonte: o autor, 2020.

**Figura 40.** Efeito da carga de gemas na evolução dos Sólidos Solúveis Totais e Acidez Total Titulável da videira Fiano (*Vitis vinifera*), safra 2020/2021. Campo Largo, PR.



Fonte: o autor, 2021.

Quanto aos tempos de poda, condução e colheita da cultivar ‘Fiano’ (Tabela 27), observou-se que a carga de 40 gemas apresentou um maior tempo de operação, em relação aos demais tratamentos. Durante o primeiro ciclo, o tratamento de 40 gemas necessitou de 3,50 min para realização da poda e 2,03 min para a condução dos ramos, já o tratamento com 10 gemas apresentou um manejo bem mais rápido com 1,18 min para a poda e 0,98 min para a condução.

**Tabela 27.** Efeito da carga de gemas Efeito da carga de gemas na avaliação econômica para realização do manejo de poda e colheita da videira Fiano (*Vitis vinifera*), safras 2020 e 2021. Campo Largo, PR.

	Carga de gemas				CV (%)
	10	20	30	40	
<b>2019/2020</b>					
Poda (min planta <sup>-1</sup> )	1,18 d	1,87 c	2,52 b	3,50 a	14,26
Condução (min planta <sup>-1</sup> )	0,98 c	1,43 b	1,88 a	2,03 a	17,51
Colheita (min planta <sup>-1</sup> )	0,42 d	0,75 c	1,1 b	1,36 a	10,26
Manejo Total planta <sup>-1</sup> (min planta <sup>-1</sup> )	2,52 d	3,62 c	5,65 b	6,75 a	10,0
Manejo Total (horas ha <sup>-1</sup> )	129,9 d	186,5 c	290,7 b	347,1 a	10,0
Produção (kg planta <sup>-1</sup> )	0,73 b	1,00 b	2,27 a	2,34 a	18,7
Mão de obra (min kg uva <sup>-1</sup> )	3,5 a	3,6 a	2,5 b	2,8 b	35,4
<b>2020/2021</b>					
Poda (min planta <sup>-1</sup> )	1,57 c	2,43 b	3,44 a	3,72 a	13,1
Condução (min planta <sup>-1</sup> )	0,72 b	0,90 b	1,85 a	2,14 a	27,5
Colheita (min planta <sup>-1</sup> )	0,50 b	0,83 b	1,68 a	1,62 a	29,7
Manejo Total (min planta <sup>-1</sup> )	2,69 d	4,09 c	6,14 b	7,02 a	10,7
Manejo Total (horas ha <sup>-1</sup> )	133,2 d	202,3 c	303,5 b	346,9 a	10,8
Produção (kg planta <sup>-1</sup> )	0,91 b	1,67 b	2,05 a	2,72 a	45,2
Mão de obra (min kg uva <sup>-1</sup> )	2,9 ns	2,6	3,0	2,7	59,4

Os valores seguidos por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente (teste de Tukey,  $p < 0,05$ ). ns = não significativo pela análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro.

A colheita demandou um maior tempo para as maiores cargas de gemas, o maior tempo de colheita foi de 1,62 min (40 gemas) e o menor, 0,50 min (10 gemas). O manejo total por planta foi superior para a maior carga de gemas (40 gemas), indicando que essa necessita de uma maior quantidade de mão de obra para realização de todas as práticas culturais manuais. Já para a relação entre tempo de operação e quilograma de uva produzido, a diferença entre os tratamentos foi menos evidenciada, isso devido aos maiores tempos de operação serem compensados pela maior produção de frutos por planta. Para o segundo ciclo produtivo os tempos de operação para obtenção de 1 kg de frutos não diferiu significativamente entre os tratamentos e para a safra 2019/2020 essa relação se mostrou superior para as cargas de 10 e 20 gemas, isso devido a suas menores produtividades. Esse resultado corrobora com Wurz et al. (2022), onde os autores constataram que as maiores cargas de gemas para a cultivar ‘Cabernet Franc’, apresentaram uma melhor relação entre tempo de mão de obra e quilograma de uva produzido, assim como as maiores cargas de gemas apresentaram maior número de horas necessárias para realização dos diferentes tratamentos culturais.

Quanto aos compostos voláteis presentes nos vinhos das diferentes cargas de gemas da ‘Fiano’, não houve diferenças significativas para 18 dos 26 compostos identificados (Tabela 28).

**Tabela 28.** Compostos voláteis dos vinhos da cultivar Fiano para as diferentes cargas de gemas. Campo Largo, PR, Brasil.

Cultivar / Composto (%)	10 gemas	20 gemas	30 gemas	40 gemas	Descritores de aroma
Isoamyl alcohol	37,40±3,5ns	33,42±0,47	31,43±3,48	32,43±1,54	Floral, mel, fruta <sup>a</sup>
Ethyl butanoate	0,38±0,01ns	0,48±0,03	0,52±0,05	0,47±0,02	Fruta, banana, abacaxi, morango <sup>b</sup>
Ethyl lactate	0,32±0,02b	1,43±0,08a	1,44±0,09a	1,42±0,02a	Solvente, acetona <sup>s</sup>
4-methyl pentanol	0,28±0,03ns	0,26±0,01	0,21±0,02	0,23±0,04	Sem aroma descritor <sup>d</sup>
Ethyl-2-methylbutanoate	0,74±0,04ns	1,20±0,09	0,97±0,01	0,90±0,09	Morango, bala de frutas <sup>e</sup>
Ethyl isovalerate	0,83±0,34ns	0,84±0,16	0,93±0,08	0,95±0,01	Fruta, maçã <sup>e</sup>
Hexanol	0,50±0,90ns	0,46±0,12	0,47±0,49	0,42±0,33	Flor, grama cortada, resina, herbáceo <sup>b</sup>
Isoamyl acetate	0,32±0,10c	0,97±0,11b	1,50±0,06a	0,93±0,12b	Banana, abacaxi, morango <sup>l</sup>
2-Methyl butyl acetate	0,12±0,04b	0,38±0,03a	0,46±0,01a	0,33±0,01a	Abacaxi, banana, fruta <sup>f,g</sup>
Ethyl hexanoate	7,26±2,39b	8,18±0,83ab	9,35±0,59ab	10,04±0,33a	Fruta, maçã verde, morango, especiarias <sup>h,i</sup>
Hexyl acetate	0,05±0,01ns	0,08±0,01	0,09±0,02	0,06±0,01	Maçã, pera, fruta, cereja <sup>i,j,l</sup>
2-Ethyl hexanol	0,40±0,04b	0,52±0,01b	0,90±0,01a	0,83±0,01a	Cítrico, herbáceo <sup>t</sup>
Ethyl-2-hexanoate	0,10±0,01b	0,11±0,01b	0,20±0,02a	0,22±0,05a	Pimenta, doce, terroso <sup>s</sup>
2-Nonanone	0,29±0,28ns	0,10±0,07	0,19±0,10	0,14±0,06	Herbáceo, fruta <sup>r</sup>

**Tabela 28.** Continuação

Cultivar / Composto (%)	10 gemas	20 gemas	30 gemas	40 gemas	Descritores de aroma
Linalool	0,04±0,02a	0,01±0,01b	0,01±0,01b	0,01±0,01b	Floral, lavanda <sup>c, q</sup>
Nonanal	0,08±0,04ns	0,20±0,05	0,14±0,01	0,16±0,02	Cítrico, herbáceo <sup>t</sup>
Phenylethyl alcohol	0,16±0,02ns	0,20±0,05	0,17±0,03	0,19±0,04	Floral, flores rosas, perfume <sup>b, n</sup>
Diethyl succinate	22,75±1,61a	20,46±0,40b	19,23±0,70b	20,38±0,51b	Vinho, fruta <sup>t</sup>
Ethyl-octanoate	10,86±1,79ns	12,64±1,53	13,01±1,11	12,38±0,32	Melão, madeira <sup>s</sup>
Citronellol	0,52±0,61ns	0,61±0,16	0,64±0,27	0,52±0,38	Cravo, especiaria, limão <sup>p, q</sup>
Ethyl-2-phenylacetate	9,20±2,35ns	9,76±0,61	10,37±0,59	10,19±1,12	Fruta tropical, abacaxi <sup>p</sup>
2-Phenyl ethyl acetate	0,19±0,07ns	0,37±0,05	0,34±0,05	0,34±0,01	Floral, doce <sup>o</sup>
4-Ethylguaiacol	0,33±0,08ns	0,47±0,04	0,61±0,13	0,52±0,03	Animal, contaminação <sup>u</sup>
Caprylic acid	0,34±0,04ns	0,33±0,01	0,35±0,07	0,36±0,08	Animal, solvente <sup>n</sup>
β-Damascenone	0,84±0,13ns	1,51±0,35	1,21±0,21	1,11±0,82	Floral, torta de maçã, mel <sup>l, m</sup>
Ethyl decanoate	0,53±0,11ns	0,48±0,10	0,65±0,15	0,57±0,10	Fruta, uva <sup>v</sup>

A porcentagem é obtida com base na área do composto específico em comparação com a área total de todos os compostos voláteis identificados. Os dados são mostrados como média ± desvio padrão. As análises foram realizadas em triplicata. As letras mostram as diferenças significativas de outro tratamento na mesma linha ( $p < 0,05$ ). <sup>a</sup> Padilla et al. (2016) <sup>b</sup> Wu et al. (2019), <sup>c</sup> Molina et al. (2009), <sup>d</sup> Lijun et al. (2021), <sup>e</sup> Pereira et al. (2014), <sup>f</sup> Jiang and Zhang (2010), <sup>g</sup> Yu et al. (2019), <sup>h</sup> Chen et al. (2013), <sup>i</sup> Gambeta et al. (2014), <sup>j</sup> Noguerol-Pato et al. (2009), <sup>l</sup> Peng et al. (2013), <sup>m</sup> Escudero et al. (2007), <sup>n</sup> Feng et al. (2017), <sup>o</sup> Zhao et al. (2020), <sup>p</sup> Lu et al. (2022), <sup>q</sup> Tao et al. (2008), <sup>r</sup> Li et al. (2008), <sup>s</sup> Mayr et al. (2014), <sup>t</sup> Wang et al. (2016), <sup>u</sup> Milheiro et al. (2019), <sup>v</sup> Welke et al. (2014).

Compostos de baixa prevalência nos vinhos, apresentaram diferenças entre os tratamentos. Os vinhos de menor carga de gemas (10 gemas) apresentaram menores teores de Ethyl lactate, 2-Methyl butyl acetate em comparação aos demais tratamentos. Os tratamentos de 10 e 20 gemas apresentaram menores teores de Ethyl-2-hexanoate, 2-Ethyl hexanol em comparação com os vinhos dos tratamentos de 30 e 40 gemas.

Os compostos Diethyl succinate e Linalol se apresentaram em maior quantidade para o tratamento de menor carga de gemas, e conseqüentemente de menor carga produtiva. Esses resultados corroboram com um estudo realizado na Italia por Alba et al. (2022), avaliando a cultivar ‘Sangiovese’ com maiores e menores cargas produtivas, onde os autores observaram que a menor carga produtiva (40% de redução de carga por raleio de cachos) apresentou vinhos com maiores teores de Diethyl succinate, um importante composto volátil dos vinhos, entretanto a maioria dos compostos voláteis não apresentou diferença significativa entre os tratamentos.

#### **4.4 CONCLUSÃO**

Recomenda-se para as cultivares Fiano e Viognier conduzidas em sistema de poda Guyot, a carga de 30 gemas por planta pelo aumento da produtividade e manutenção das características físicas e de maturação tecnológica das uvas.

A maior carga de gemas resulta em uma maior área foliar e melhor relação entre crescimento vegetativo e produção. No entanto, a maior carga de gemas diminui a brotação das gemas e aumenta significativamente o tempo de manejo para realização de todos os tratos culturais, demandando uma maior quantidade de mão de obra para realização das atividades de manejo da videira.

O aumento da carga de gemas não altera a maioria dos compostos voláteis dos vinhos de ‘Viognier’ e ‘Fiano’. Entretanto, alguns compostos ocorrem em maior quantidade nos vinhos de menores cargas produtivas (10 gemas planta<sup>-1</sup>) como o diethyl succinate e linalol para ‘Fiano’ e ‘Viognier’, assim como de citronellol e ethyl hexanoate para a cultivar Viognier.

## 5 CAPÍTULO 3 – AVALIAÇÃO AGRONÔMICA E VITÍCOLA DE VIDEIRAS VINÍFERAS NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DE CAMPO LARGO, PR.

### Resumo

O consumo de vinhos finos e espumantes no Brasil apresentou constante crescimento a partir de 2018, sendo que o consumo de vinhos nacionais, principalmente de vinhos espumantes, se tornou um setor aquecido da economia brasileira. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônomo, as características físico-químicas e o perfil sensorial e dos compostos voláteis dos vinhos de três cultivares de uvas viníferas com aptidão para produção de vinhos finos e de vinhos espumantes e identificar as de maior potencial para cultivo e vinificação. O experimento foi conduzido em duas safras (2020/2021 e 2021/2022) em um vinhedo no sudoeste da Região Metropolitana de Curitiba, município de Campo Largo, PR. Foram avaliadas as seguintes variáveis: produção de frutos por planta, produtividade, número de cachos, pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (ATT), massa dos cachos, comprimento dos cachos, índice de compactação dos cachos, massa de poda, índice de Ravaz e índice de fertilidade, índice de polifenóis totais (IPT280), polifenóis totais (PT), antocianinas totais (AT) e taninos totais (TT). A análise sensorial dos vinhos foi realizada para os vinhos das safras 2021 e 2022 através dos parâmetros visuais, olfativos e gustativos, utilizando fichas descritivas e quantitativas com escalas de notas. Os compostos voláteis dos mesmos vinhos foram identificados através de cromatografia gasosa (GC-MS/HS-SPME). A maior produtividade estimada foi encontrada para Pinot Meunier (12,4 t ha<sup>-1</sup>), o teor de sólidos solúveis (SS) variou de 22,8 °Brix (Alvarinho) a 17,5 °Brix (Pinot Meunier). Além disso, a acidez titulável (ATT) das cultivares variou de 109,7 meq L<sup>-1</sup> (Chardonnay) a 188,2 meq L<sup>-1</sup> (Alvarinho) e o pH de 2,84 (Alvarinho) a 3,27 (Pinot Meunier). Vinte e seis compostos voláteis foram identificados para os vinhos em estudo sendo que 10 apresentaram valor de odor ativo superior ao limiar de percepção olfativa. As cultivares Chardonnay e Pinot Meunier apresentaram parâmetros adequados na análise sensorial, assim como características físico-químicas e uma maturação tecnológica adequadas para a produção de vinhos finos de qualidade sob as condições edafoclimáticas de Campo Largo, PR.

**Palavras-chave:** uvas viníferas, desempenho vitícola, perfil sensorial, extração de voláteis.

### 5.1 INTRODUÇÃO

A grande extensão territorial brasileira e a presença de distintos climas e biomas, propiciam a viticultura nacional uma ampla diversidade nos sistemas de cultivo, assim como nos recursos genéticos melhores adaptados a cada região. A área de produção vitivinícola no Brasil soma 75 mil hectares, com uma produção total de 1.697.680 toneladas de uvas no ano de 2021. O Paraná ocupa o sexto lugar em produção de uvas no Brasil no ano de 2021, com aproximadamente 57 mil toneladas de uvas produzidas e cerca de 4.000 hectares plantados (IBGE, 2022; MELLO & MACHADO, 2022). Entretanto, ainda existe uma escassez de informações sobre a viticultura regional, principalmente sobre as cultivares de uvas viníferas, assim como dos vinhos produzidos.

Fatores como relevo, características físicas e químicas do solo, variabilidade climática, incidências de doenças, influenciam no desenvolvimento das plantas, afetando a qualidade e a produtividade das uvas (FIORILLO et al., 2012). As interações destes elementos com as cultivares e as técnicas de cultivo da videira são responsáveis pela potencialidade de cada região vitícola (DELOIRE et al., 2005; HUNTER & BONNARDOT, 2011).

Determinar a potencialidade de novas cultivares de videira em uma região, são estudos essenciais e pesquisas sobre características edafoclimáticas, adaptação das cultivares, estudos de fenologia, maturação das uvas são essenciais para o crescimento da atividade vitícola (GRIS et al., 2010; BOCK et al., 2011; BRIGHENTI et al., 2015; WURZ et al., 2022).

A Região Metropolitana de Curitiba apresenta regiões de altitude (localizadas acima de 800 m ao nível do mar) com potencial para a produção de vinhos. As informações sobre a produção de uvas finas nesta região são quase escassas, sendo necessária a introdução de novas cultivares e avaliação do potencial produtivo e da qualidade dos vinhos. Assim, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar agronomicamente e avaliar o perfil sensorial e dos compostos voláteis dos vinhos das cultivares Alvarinho, Chardonnay, Pinot Meunier nos ciclos 2020/21 e 2021/22 em Campo Largo, Paraná.

## **5.2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **5.2.1 Área experimental**

O experimento foi realizado em um vinhedo, localizado no sudoeste da Região Metropolitana de Curitiba, município de Campo Largo, PR, Brasil (25°23'41''S e 49°30'12''O). Esta região é caracterizada por uma altitude de 975 metros acima do nível do mar e inserida no clima Cfb (subtropical com verão temperado) segundo a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013), com precipitação distribuída ao longo do ano, e possibilidade de geadas severas.

Foram avaliadas três cultivares de uvas viníferas (*Vitis vinifera*) Alvarinho, Chardonnay e Pinot Meunier. O vinhedo foi conduzido em espaldeira simples a 1,0 m do chão, com três arames, espaçamento entre plantas de 2,70 × 1,0 m (densidade 3703 plantas ha<sup>-1</sup>). As plantas foram implantadas em 2016 e foram enxertadas sobre porta-enxerto Paulsen 1103. As plantas foram podadas em Guyot com três a quatro varas, arqueadas bilateralmente. Em seguida, foi aplicado cianamida hidrogenada 4% para induzir e padronizar a brotação. O controle de doenças fúngicas,

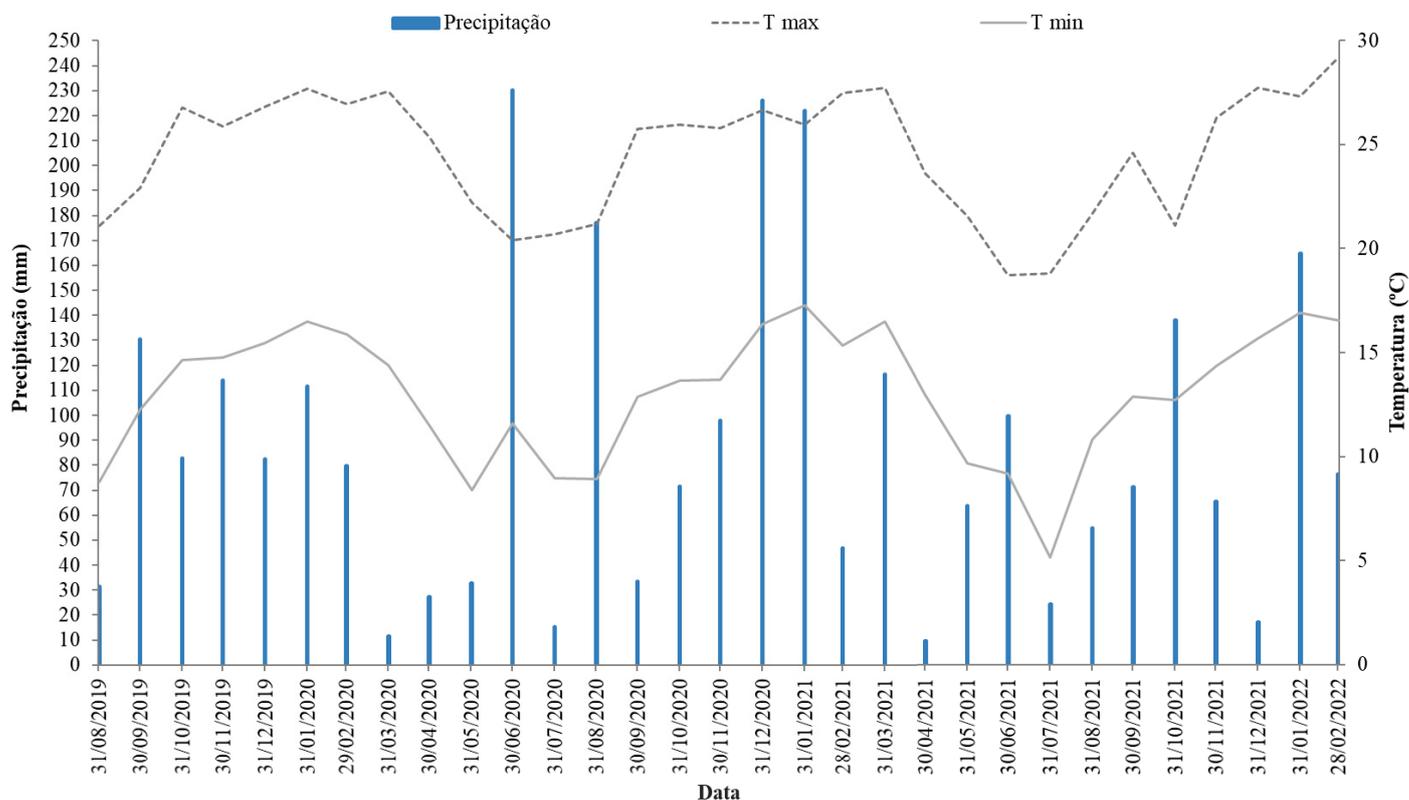
o manejo da copa (desbrota, desfolha e desponte) e adubação foram realizados de acordo com as recomendações técnicas para a cultura.

## **5.2.2 Variáveis Avaliadas**

### **5.2.2.1 Variáveis climáticas e fenologia**

Os parâmetros climáticos foram avaliados segundo OMM (Organização Meteorológica Mundial), incluindo: temperaturas do ar média, máxima, mínima (°C), amplitude térmica (°C), precipitação pluviométrica (mm) e radiação solar global (MJ m<sup>-2</sup>). Os dados de radiação solar foram obtidos em W m<sup>-2</sup>. Os valores foram multiplicados pelo fator de conversão 0,0864 para transformação em MJ (W m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>). Os dados mensais de temperatura do ar (mínima, média e máxima) e pluviosidade de 01/08/2019 a 31/03/2022 (Figura 41) foram fornecidos pelo Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) a partir da estação meteorológica mais próxima do vinhedo, localizada na Região Metropolitana de Curitiba, SIMEPAR- Lapa, PR.

**Figura 41.** Precipitação acumulada (mm), temperatura média mensal máxima (°C) e temperatura média mensal mínima (°C) de Campo Largo, PR, das safras 2019/2020, 2020/2021 e 2021/2022.



Fonte: Sistema Meteorológico do Paraná - SIMEPAR, Lapa, 2022.

Para a definição dos estádios fenológicos da videira utilizou-se a escala BBCH (LORENZ et al., 1995). Os principais estádios de desenvolvimento descritos foram: Brotação (BBCH07) - considerada quando 50% das gemas estavam no estágio de ponta verde; Floração (BBCH65) - quando 50% das flores estavam abertas; Maturação (BBCH81) - sendo 50% das bagas mudaram de coloração; e Maturação completa, colheita (BBCH89) - estabelecida com base na avaliação da composição química e sanidade das uvas. Dessa forma, caracterizou-se o número de dias entre cada subperíodo fenológico (BOCK et al., 2011).

A floração foi avaliada conforme metodologia proposta por Greven et al. (2015), onde 20 cachos por parcela foram demarcados, avaliando visualmente os cachos, atribuindo notas de 0, 5, 10, 25, 50, 75, 90, 95 e 100% de florescimento de cada cacho. Para determinar a virada de cor das

cultivares brancas, a avaliação ocorreu através de avaliação manual, descrita por Greven et al. (2015), através da proporção de bagas amolecidas em relação ao total de bagas por cacho. A avaliação ocorreu quando se detectou da primeira baga amolecida até ser observadas 100% de bagas amolecidas no cacho demarcado. Isso foi determinado pressionando moderadamente cada baga.

### **5.2.2.2 Variáveis Produtivas e Ecofisiológicas**

No momento da colheita foram contados o número de ramos e o número de cachos por planta e determinada a massa total de cachos por planta ( $\text{kg planta}^{-1}$ ). A produção foi calculada por meio da pesagem direta de todos os cachos da planta, com o auxílio de uma balança comercial digital. A produtividade ( $\text{t ha}^{-1}$ ) foi obtida a partir da multiplicação da produção média por planta de cada cultivar multiplicada pela densidade de plantio.

O índice de fertilidade foi determinado a partir da divisão entre o número de cachos e o número total de ramos por planta (BRIGHENTI, 2014). O índice de Ravaz foi determinado a partir da relação entre a produção de frutos por planta ( $\text{kg planta}^{-1}$ ) e a massa do material podado por planta ( $\text{kg planta}^{-1}$ ) (BRIGHENTI et al., 2011).

Foram coletadas amostras aleatórias de cachos de cada cultivar, totalizando 15 cachos por cultivar. Foram obtidas a massa de cacho (g) e massa da ráquis (g), com uma balança semi-analítica; o comprimento do cacho (cm), mensurado com uma régua e contados o número de bagas por cacho. A partir desses dados, calculou-se o índice de compactação (IC) através da fórmula:  $IC = [(\text{Massa cacho}) / (\text{Comprimento do cacho})^2]$  (TELLO & BANEZ, 2014).

### **5.2.2.3 Variáveis de maturação tecnológica e fenólica das bagas**

A partir da virada de cor até a colheita, foram coletadas 120 bagas por cultivar, quinzenalmente, para acompanhamento e determinação da maturação tecnológica. As bagas foram levadas ao laboratório para pesagem, maceração e separação das cascas para análises. A partir do mosto, obtido pela maceração da polpa, foi determinado os sólidos solúveis ( $^{\circ}\text{Brix}$ ), a acidez total titulável ( $\text{meq L}^{-1}$ ), e o pH conforme a metodologia proposta pela Organização Internacional da Vinha e do Vinho (OIV, 2009).

A concentração de sólidos solúveis (SS) foi determinada se utilizando um refratômetro. O aparelho calibrado com água destilada, em seguida o mosto foi distribuído sobre o prisma, e a leitura realizada diretamente em °Brix. A acidez total titulável (ATT) foi obtida através da titulação de solução com 5 mL do mosto diluído em 50 mL de água destilada e solução alcalina padronizada de hidróxido de sódio 0,1 N, utilizando como indicador fenolftaleína (1%). O volume de NaOH consumido foi utilizado para determinar a ATT em (mEq L<sup>-1</sup>), empregando a seguinte fórmula:

ATT em (mEq L<sup>-1</sup>), =  $(n * c * 1000) / V$ ; Onde:

n = volume em mL de solução de hidróxido de sódio gasto na titulação

C = concentração da solução de hidróxido de sódio

1000 = transformação em litro

V = volume em mL de mosto da amostra

O potencial hidrogeniônico (pH) foi registrado a partir das amostras coletadas no dia da colheita, por meio de um potenciômetro de bancada, após calibração em soluções tampões conhecidos com pH 3,0 e 7,0.

Amostras de cachos foram coletadas durante a colheita das duas safras (2020/2021 e 2021/2022) para a obtenção dos compostos fenólicos e microvinificações. Para a extração das antocianinas, polifenóis e taninos das cascas a preparação do extrato foi realizada de acordo com a metodologia adaptada de Pereira et al. (2005) e (2020). Foram pesadas 20 gramas de cascas e misturadas com 100 mL de etanol 96%, as cascas foram trituradas usando um triturador semiautomático por 3 min. Em seguida os extratos ficaram sob agitação a frio (5°C) durante 1 hora. Após esse tempo, os extratos foram centrifugados em centrífuga SL700 a 3500 RPM por 15 minutos e a parte sobrenadante foi armazenada em tubos Falcon com rosca. Logo em seguida, foram realizadas as avaliações do índice de polifenóis totais (IPT 280) de acordo com a metodologia proposta por Rizzon (2010). As avaliações das antocianinas e taninos foram realizadas de acordo com metodologia proposta por Zamora (2003).

Para avaliação das antocianinas foi adicionado em um tubo de ensaio 1 mL do extrato, 1 mL de etanol e 20 ml de ácido clorídrico a 0,7%. Em dois tubos fechados foram adicionados 5 ml da mistura e no primeiro tudo adicionados 2mL de água destilada. Num segundo tubo de ensaio, foi adicionado 5 mL da mistura e 2 mL de NaHSO<sub>3</sub> a 0,7%. Após agitação de 10 minutos foi efetuada a leitura da absorção das amostras dos dois tubos a 520 nm, utilizando cubetas de 1 cm

de percurso ótico, o aparelho foi calibrado com água destilada. A concentração de antocianinas totais (TA), foi expressa de acordo com a equação:

$TA = (A1-A2) \times 875$ ; sendo 875 o coeficiente de extinção molar da malvidina corrigido para expressar o resultado diretamente em  $mg L^{-1}$ .

O índice de polifenóis totais (IPT 280) foi realizado se diluindo o extrato, na proporção de 1% para as cultivares tintas e 5% para as cultivares brancas, com água destilada e com o auxílio de um balão volumétrico de 100 mL. Foi determinada a absorvância no espectrofotômetro a 280 nm, com cubetas de quartzo de 1 cm de percurso ótico, zerando o aparelho com água destilada entre as amostras. O índice de polifenóis foi obtido pela equação:

$IPT (280) = \text{valor de absorvância} \times \text{fator de diluição}$ .

Foram realizadas diluições adequadas para as cultivares brancas (5%) com objetivo de não haver interferência de substâncias não fenólicas. Para a estimativa dos Polifenóis Totais (PT) os valores de IPT 280 corrigidos foram submetidos a uma curva padrão de ácido gálico x absorvância (280nm) seguindo a equação:

$y = 0.0364x + 0.0009$ ,  $r = 0.9989$ ; sendo o valor de PT expresso em  $mg L^{-1}$  de ácido gálico.

Para a avaliação dos taninos (TT) em tubos de ensaio fechados, foram adicionados nos tubos I e II, 2 ml do extrato diluído 1:50, 1 mL de água destilada e 6 mL de HCL 12N. O tubo I, fechado e protegido da luz foi submetido a banho maria por 30 minutos. O tubo II foi mantido em temperatura ambiente. Após 30 minutos de ebulição, o tubo I foi retirado. Na sequência, nos tubos I e II foi adicionado 1 mL de etanol e homogeneizados. Após foi medida a absorvância a 550 nm. A concentração de taninos (TT) é dada pela expressão:

$TT = (A1 - A2) \times 19,33$ ; sendo 19,33 o coeficiente de extinção molar de cianidina, obtido por hidrólise ácida dos taninos condensados, corrigido para expressar o resultado em  $g L^{-1}$ .

#### **5.2.2.4 Microvinificação**

Foram colhidas manualmente aproximadamente 30 kg de uva de cada cultivar para a elaboração dos vinhos. As microvinificações foram realizadas na cantina da Vinícola Legado de acordo com o protocolo adaptado de Pszczolkowski & Lecco (2011) e Makhotkina et al. (2013).

As uvas colhidas foram mantidas em câmara fria por 24h à temperatura de 5 a 8 °C. Após, foi padronizado 20 kg de uva por tratamento para o processo de vinificação. Os cachos foram passados por desengaçadeira, separando as bagas da ráquis, e condicionadas em recipiente no qual foi adicionado 10 mg kg<sup>-1</sup> de SO<sub>2</sub> a partir de uma solução com 10 % de metabissulfito de potássio. As bagas foram homogeneizadas manualmente por 5 min com o remontador de inox e imediatamente colocadas em prensa hidropneumática. Foi escorrido o mosto flor para um recipiente de vidro de 12,5 L, no qual foi adicionado 20 mg L<sup>-1</sup> de SO<sub>2</sub>, mediante a solução de metabissulfito de potássio a 10 %. O recipiente com o volume completo de mosto foi tampado e mantido em câmara fria por 72 horas a 2°C para precipitação das partículas grosseiras e clarificação do mosto. Após este tempo, 700 mL de mosto foram transferidos em garrafas de 750 mL.

Foram utilizadas quatro garrafas (repetição) por cultivar. Em cada repetição foi inoculada leveduras hidratadas ativas (*Saccharomyces cerevisiae*) na proporção de 0,2 g L<sup>-1</sup>. As garrafas foram vedadas com batoque hidráulicos (Figura 42). As garrafas foram mantidas em sala com temperaturas em torno de 20°C e pesadas diariamente para monitorar o progresso da fermentação alcoólica, o qual foi considerada completa quando a massa total de cada repetição não se altera por três dias consecutivos.

Finalizada a fermentação, foi adicionado 60 mg L<sup>-1</sup> de SO<sub>2</sub> por repetição, mediante uma solução de metabissulfito a 10%, e então permaneceram armazenadas em câmara fria de 0 a 1°C por 21 dias para estabilização tartárica.

O vinho foi envasado para garrafas de 750 mL que foram armazenadas em ambiente livre de luz até o momento da avaliação sensorial e análise dos compostos voláteis.

**Figura 42.** Microvinificação nas garrafas com batoque hidráulico. Safra 2021/2022. Campo Largo, PR.



Fonte: o autor, 2022.

#### **5.2.2.5 Análise sensorial e dos compostos voláteis dos vinhos**

A análise sensorial foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, sob o número CAAE 62582022.0.0000.0102 e pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Santa Catarina, sob o número CAAE 62582022.0.3001.0121 (Anexos I e II).

A análise sensorial dos vinhos (Figura 43) foi realizada no Laboratório do Núcleo de Estudos da Uva e do Vinho da Universidade Federal de Santa Catarina (NEUVIN/UFSC), em Florianópolis/SC, por uma equipe voluntária de 10 avaliadores adequadamente treinados a identificar os parâmetros visuais, olfativos e gustativos dos vinhos. Todos os avaliadores assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme determinação do Comitê de Ética em Pesquisa. O grupo de avaliadores era composto por cinco mulheres e cinco homens com idade variando de 25 a 70 anos.

Para análise sensorial foram utilizadas as fichas descritivas para vinhos (Anexo IV), desenvolvidas pela OIV (Organização internacional da vinha e do vinho) e adaptadas pelo

pesquisador Dr. Vinicius Caliari. Os avaliadores estabeleceram por meio de escala estruturada, notas que variaram entre excelente e insuficiente. Para a avaliação visual foram avaliados os critérios de limpidez e o aspecto geral. Para o componente olfativo foram avaliados a intensidade, a nitidez e a qualidade. Para as características gustativas foram avaliados a intensidade, a nitidez, a qualidade e a persistência. Ao final foi dada uma nota para o aspecto global da amostra avaliada. Na ficha de avaliação também havia um espaço para a descrição de notas específicas relacionadas a cor, aroma e sabor dos vinhos.

As sessões foram realizadas, com duração em torno de 1 hora e 30 minutos, onde foram analisadas de 6 a 10 amostras de vinhos, respeitando as temperaturas ideais para servir os tintos (14° a 16°C), e os brancos devidamente refrigerados (em torno de 6° a 8° C). Entre as amostras foi disponibilizado água mineral em temperatura ambiente e bolachas de água e sal para os avaliadores. A interpretação dos resultados das análises sensoriais foi elaborada com base nas médias das notas dos avaliadores, os resultados foram apresentados graficamente. A partir da análise sensorial, os vinhos foram classificados em vários grupos de aromas, de acordo com a metodologia adaptada, proposta por Sun et al. (2018). O perfil aromático de cada vinho foi calculado de acordo com a intensidade (I%) e frequência (F%) de detecção, calculada a partir da frequência modificada (FM%), utilizando a fórmula:

$FM\% = \sqrt{F(\%) \cdot I(\%)}$  ; onde F(%) é a frequência de detecção de um grupo de aroma na análise sensorial e I(%) é intensidade relativa do aroma, de acordo com as notas de intensidade aromática na análise sensorial, expressa como a porcentagem. Os valores de FM(%) foram obtidos pela média dos vinhos 2020/2021 e 2021/2022.

**Figura 43.** Avaliação sensorial, NEUVIN/UFSC. Florianópolis, SC, 2022.



Fonte: o autor, 2022.

### **5.2.2.6 Análise dos compostos voláteis dos vinhos por cromatografia gasosa**

#### Condições de extração no HS-SPME

Para a extração dos componentes voláteis das amostras foi utilizada metodologia já otimizada, previamente descrita por Tao et al. 2008. Em um vial de 15 mL contendo uma barra de agitação magnética foi adicionado 7,5 mL de amostra,  $0,7500 \pm 0,005$  g de NaCl e 2 uL de solução de  $\alpha$ -pineno, utilizado como padrão interno. O vial foi inserido em um recipiente contendo uma jaqueta de vidro o qual estava sobre uma chapa de agitação magnética e conectado a um banho termostaticado com circulação de água (SOLAB SL 152, Piracicaba, SP, Brasil). O vial foi mantido em banho de água à  $40 \pm 0,2$  °C e o conteúdo foi mantido sob agitação por 5 minutos. A fibra de SPME foi exposta ao headspace do vial o qual foi mantido nessa mesma temperatura por 30 minutos.

Análises em branco da coluna cromatográfica e das fibras de SPME foram realizadas para verificar a ausência de compostos interferentes. Foi utilizada uma fibra de SPME composta por

divinylbenzene/carboxen/polydimethylsiloxane (DVB/CAR/PDMS) com cobertura de 50/30  $\mu\text{m}$  de espessura e 1 cm de comprimento (SUPELCO, Bellefonte, PA, USA). O composto  $\alpha$ -pineno foi empregado como padrão interno porque não é um composto volátil típico do vinho e apresentou um pico de íon perfeito em local diferente dos picos encontrados pelos compostos voláteis dos vinhos.

### Condições do GC/MS

A fibra de SPME contendo os componentes voláteis adsorvidos foi manualmente inserida no injetor do GCMS à 250 °C (modo splitless; equipado com liner de vidro, 0,75 mm I.D.) e mantido por 5 minutos. Os componentes desorvidos foram separados em um Agilent 7890A GCMS usando metodologia adaptada de Tao et al. (2009). Uma coluna Agilent HP-5MS (30 m x 0,25 mm x 0,25  $\mu\text{m}$ ) composta por 95% dimethyl/5% diphenyl polysiloxane foi utilizada com fluxo de gás Hélio de 1,0 ml  $\text{min}^{-1}$ . A temperatura do forno foi mantida à 40 °C por 5 min seguida de rampa de aquecimento de 40 a 260 °C com taxa de aquecimento de 9 °C  $\text{min}^{-1}$ . As temperaturas da interface e da fonte de íons foram configuradas a 300 °C. Os dados foram adquiridos no modo Full Scan com faixa de 30 - 400 m/z. O espectrômetro de massas foi operado com impacto de elétrons a 70 eV. Cada amostra foi analisada no mínimo em duplicata. Os picos foram integrados manualmente em software G1701EA GC/MSD Chemstation. As substâncias voláteis foram caracterizadas (Anexo V) através da comparação do espectro de massas e do índice de Kovats (KI) experimental para cada componente com os respectivos espectros de massas e índices de Kovats de padrões descritos por Adams (2007). Os valores de KI experimentais foram obtidos a partir da injeção de uma amostra de hidrocarbonetos saturados C7-C30 (Sigma-Aldrich) nas mesmas condições utilizadas para as amostras e calculados de acordo com van den Dool and Kratz (VAN DEN DOOL & KRATZ, 1963). Os compostos não identificados na literatura consultada, foram identificados por caracterização baseada pelo software NIST com acima 90% de similaridade.

O cálculo da concentração dos compostos voláteis foi realizada a partir da metodologia do padrão interno, a partir da interpolação entre a área do composto volátil identificado e a área do padrão interno utilizado (TAO et al. 2008; LIJUN et al. 2021). O Valor de Odor Ativo (VOA) foi determinado para avaliar a contribuição do composto químico no aroma do vinho. O VOA foi calculado pela relação entre a concentração ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) de um determinado composto e o limiar de percepção descrito na literatura (CALIARI et al., 2014). Compostos que apresentam  $\text{VOA} > 1$ , são

os compostos que contribuem individualmente para o aroma do vinho. Os limiares de percepção utilizados foram descritos nos trabalhos de Ferreira et al. (2000); Moyano et al. (2002); Ribereau-Gayon et al. (2006); Escudero et al. (2007); Tao et al. (2008); Li et al. (2008); Jiang and Zhang (2010); Chen et al. (2013); Peng et al. (2013); Gambeta et al. (2014); Pereira et al. (2014); Yu et al. (2019); Carpena et al. (2021) e Lu et al. (2022).

### **5.2.3 Delineamento e Análise Estatística**

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com cinco blocos e cinco plantas por parcela. As médias dos dois ciclos de produção (2020/2021 e 2021/2022) foram submetidas à análise de variância, em seguida submetidas ao teste F ( $p \leq 0,05$ ); as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) usando o programa de SISVAR (FERREIRA, 2019).

Os dados da análise sensorial foram apresentados através de estatísticas descritivas e a interpretação dos resultados foi elaborada com base nas médias das notas dos avaliadores para cada atributo, os resultados foram apresentados graficamente. A avaliação dos compostos fenólicos das bagas e a análise dos compostos voláteis dos vinhos foram submetidas a ANOVA e os compostos comparados pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

## **5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A temperatura média durante os ciclos 2020/2021 e 2021/2022 das cultivares Alvarinho, Chardonnay e Pinot Meunier foi de 19,1 °C e a amplitude térmica 11,3 °C. A precipitação total durante os estádios fenológicos das videiras foi de 698 mm e 495 mm, para a primeira e segunda safra, respectivamente. A média histórica de precipitação total para o mesmo período foi de 886 mm, sendo que a pluviosidade durante o desenvolvimento das videiras em estudo, na safra 2020/2021 ficou 188 mm abaixo da média histórica e 391 mm menor na safra 2021/2022.

Quanto a fenologia, ‘Chardonnay’ foi a mais precoce para brotação, floração e virada de cor (Véraison) e a ‘Alvarinho’ a mais tardia para todos os estádios fenológicos (Tabela 29). A maturação foi mais curta para a ‘Pinot Meunier’ com 26,25 dias e significativamente menor em comparação com as outras cultivares. ‘Alvarinho’ apresentou o maior tempo de maturação (40

dias), assim como o maior ciclo total (160,5 dias) e estatisticamente superior aos ciclos de ‘Chardonnay’ e ‘Pinot Meunier’. Avaliando a cultivar Pinot Meunier em Diamantina, MG, Moreira (2010), relatou que a cultivar apresentou em torno de 43 dias de maturação e um ciclo total de 145 dias. O ciclo da mesma cultivar se apresentou cerca de 11 dias mais curto quando cultivada em Campo Largo, PR.

**Tabela 29.** Data média de ocorrência dos principais estádios fenológicos para as cultivares Pinot Meunier, Chardonnay e Alvarinho para as safras 2020/2021 e 2021/2022. Campo Largo, PR.

Cultivar	Brotação (BBCH 07)	Floração (BBCH 65)	Véraison (BBCH 81)	Colheita (BBCH 89)	Maturação (dias)	Ciclo total (dias)
Pinot Meunier	06/09	15/10	21/12	20/01	26,25 c	134,25 c
Chardonnay	01/09	09/10	18/12	20/01	33,50 b	141,75 b
Alvarinho	07/09	18/10	06/01	15/02	40,00 a	160,50 a
Média	---	---	---	---	33,25	145,50
CV(%)	---	---	---	---	9,08	3,60

Valores seguidos por letras diferentes em uma coluna diferem significativamente (teste de Scott-Knott,  $p < 0,05$ ).

Em relação a produção as três cultivares diferiram significativamente entre si, sendo que a ‘Pinot Meunier’ apresentou a maior produção média por planta com 3,36 kg, seguido de ‘Chardonnay’ (2,59 kg) e a menos produtiva ‘Alvarinho’ com 1,65 kg de frutos por planta (Tabela 30). A cultivar que apresentou a maior produção, ‘Pinot Meunier’ apresentou o maior índice de fertilidade (IF) com 1,67 cachos por sarmento, sendo esse maior que os IF de ‘Chardonnay’ e ‘Alvarinho’ que não diferiram significativamente entre si. A massa de poda foi superior para ‘Alvarinho’ e conseqüentemente o índice de Ravaz (IR) foi o menor (3,40) e menos adequado, indicando um maior desequilíbrio entre vigor e produção. A ‘Chardonnay’ apresentou um IR adequado (6,91) e ‘Pinot Meunier’ apresentou uma elevada produção e elevado IR de 9,61. A literatura demonstra que valores do Índice de Ravaz entre 4 e 7 são indicativos de videiras equilibradas, para a produção de frutas de qualidade (SILVA et al., 2009; FREDES et al., 2010). Índices maiores que 7 indicam excesso de produção de frutos, e valores menores que 4 demonstram crescimento vegetativo excessivo (HOWELL, 2001; YUSTE, 2005). Contudo, alguns autores indicam valores de IR até 10 como valores adequados para a produção de uvas viníferas com qualidade (SMART & ROBINSON, 1991).

**Tabela 30.** Produção, produtividade estimada, massa da poda, índice de Ravaz e índice de fertilidade, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (ATT) e pH das cultivares Pinot Meunier, Chardonnay e Alvarinho, safras 2020/2021 e 2021/2022. Campo Largo, PR, Brasil.

<b>Cultivar</b>	<b>Produção planta<sup>-1</sup> (kg)</b>	<b>Produtividade (t ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Massa de poda (kg)</b>	<b>Índice de Ravaz</b>
Pinot Meunier	3,36 a	12,46 a	0,38 b	9,61 a
Chardonnay	2,59 b	9,62 b	0,37 b	6,91 b
Alvarinho	1,65 c	6,13 c	0,49 c	3,40 c
Média	2,54	7,82	0,41	6,64
CV(%)	31,26	31,26	22,92	40,11

<b>Cultivar</b>	<b>SS (°Brix)</b>	<b>ATT (mEq L<sup>-1</sup>)</b>	<b>pH</b>	<b>Índice de Fertilidade</b>
Pinot Meunier	17,56 c	126,30 b	3,27 a	1,67 a
Chardonnay	18,76 b	109,70 c	3,08 b	1,44 b
Alvarinho	22,88 a	188,20 a	2,84 c	1,26 b
Média	19,73	141,40	3,06	1,46
CV(%)	3,51	4,70	1,95	21,14

Os valores seguidos por letras diferentes em uma coluna interna diferem significativamente (teste de Scott-Knott,  $p < 0,05$ ).

Quanto a maturação tecnológica, ‘Alvarinho’ apresentou o maior teor de açúcar nas bagas (SS) com 22,88 °Brix, seguido de ‘Chardonnay’ (18,76 °Brix) e ‘Pinot Meunier’ (17,56 °Brix), todas diferindo estatisticamente entre si. Entretanto ‘Alvarinho’ apresentou uma acidez total titulável (ATT) muito elevada (188,20 mEq L<sup>-1</sup>). Essa alta acidez ocorreu devido a problemas no vinhedo que impediram os frutos de completar a maturação. Nas duas safras avaliadas, a cultivar Alvarinho sofreu ataques de pássaros e pragas, por conta da sua localização no vinhedo e pela logística de manejo e devido a isso, a colheita precisou ser antecipada para evitar a perda excessiva de produção. O pH foi um indicativo de que a ‘Alvarinho’ não apresentou a maturação ideal, apresentando um valor baixo de pH com 2,84. Quando a acidez é elevada e o pH estiver abaixo de 3,10, o início da fermentação é inviabilizado (RIZZON & MANFROI, 2006).

As cultivares Pinot Meunier e Chardonnay foram colhidas com elevada acidez, para obtenção de vinhos base para espumante, essas apresentaram valores de ATT de 126,30 e 109,70 mEq L<sup>-1</sup>, respectivamente. Os valores de ATT encontrados se mostraram adequados tanto para a elaboração de vinhos tranquilos, quanto para a elaboração de espumantes de qualidade. Os valores de pH encontrados para ‘Pinot Meunier’ e ‘Chardonnay’ se mostraram adequados e são indicativos de uma maturação mais completa em comparação com ‘Alvarinho’. Os valores de SS encontrados para a ‘Pinot Meunier’ foram superiores aos relatados por um estudo realizado por Moreira (2010)

em Diamantina, MG, onde o autor encontrou valores de SS variando entre 14,9 e 14,45 °Brix para a mesma cultivar.

Os cachos da ‘Chardonnay’ foram os mais pesados (118,40 g), apresentando a maior massa de baga (1,68 g) e o maior número de bagas (70,45), dentre as três cultivares avaliadas (Tabela 31). Quanto ao comprimento dos cachos, ‘Alvarinho’ e ‘Chardonnay’ apresentaram os maiores valores, porém ‘Alvarinho’ apresentou a menor massa dos cachos (60,63 g) devido a essa cultivar apresentar bagas pequenas (1,04 g) e um cacho alado e significativamente menos compacto (IC de 0,45) em comparação a ‘Chardonnay’ (IC de 0,85). Cachos mais compactos para ‘Pinot Meunier’ e ‘Chardonnay’ são resultados esperados, devido a essa ser uma característica típica desses cultivares.

**Tabela 31.** Massa do cacho, comprimento do cacho, massa da poda, número de cachos por planta, índice de Ravaz e índice de fertilidade das cultivares Pinot Meunier, Chardonnay e Alvarinho, safras 2020/2021 e 2021/2022. Campo Largo, PR, Brasil.

<b>Cultivar</b>	<b>Massa cacho (g)</b>	<b>Comprimento do cacho (cm)</b>	<b>Cachos videira<sup>-1</sup></b>
Pinot Meunier	71,52 b	9,32 b	36,75 ns
Chardonnay	118,40 a	11,88 a	33,15
Alvarinho	60,63 b	11,72 a	32,80
Média	83,53	10,97	34,22
CV(%)	18,69	14,72	22,08

<b>Cultivar</b>	<b>Massa baga (g)</b>	<b>Número de bagas</b>	<b>Índice de compactação</b>
Pinot Meunier	1,40 b	50,80 b	0,84 a
Chardonnay	1,68 a	70,45 a	0,85 a
Alvarinho	1,04 c	57,40 b	0,45 b
Média	1,37	59,53	0,71
CV(%)	12,09	17,23	22,32

Os valores seguidos por letras diferentes em uma coluna interna diferem significativamente (teste de Scott-Knott,  $p < 0,05$ ).

Quanto ao índice de polifenóis (IPT 280) ‘Pinot Meunier’ apresentou o maior valor com 29,87. Esses resultados já eram esperados devido a essa ser uma cultivar tinta e apresentar IPT 280 e Polifenóis Totais (PT) normalmente maiores que os de cultivares brancas. ‘Alvarinho’ e ‘Chardonnay’ apresentaram IPT280 de 8,75 e 7,17, respectivamente, não diferindo estatisticamente entre si (Tabela 32). De acordo com Roby (2020), estudando a cultivar alvarinho avaliada ao longo de 10 safras em Portugal, o IPT 280 variou entre 10,33 e 12,77 sendo esses,

valores superiores aos encontrados para ‘Alvarinho’ nesse estudo. Um menor teor de polifenóis totais para essa cultivar aos encontrados onde sua maturação é completa, é um resultado esperado, devido a antecipação da colheita observada para essa cultivar em ambas as safras.

**Tabela 32.** Valores médios e coeficientes de variação (%) para índice de polifenóis totais (IPT280), polifenóis totais (PT) ( $\text{mg L}^{-1}$  de ácido gálico), Teor antocianinas totais (TTA) e Taninos totais (TT) das cultivares Pinot Meunier, Chardonnay e Alvarinho, Campo Largo, PR, Brasil.

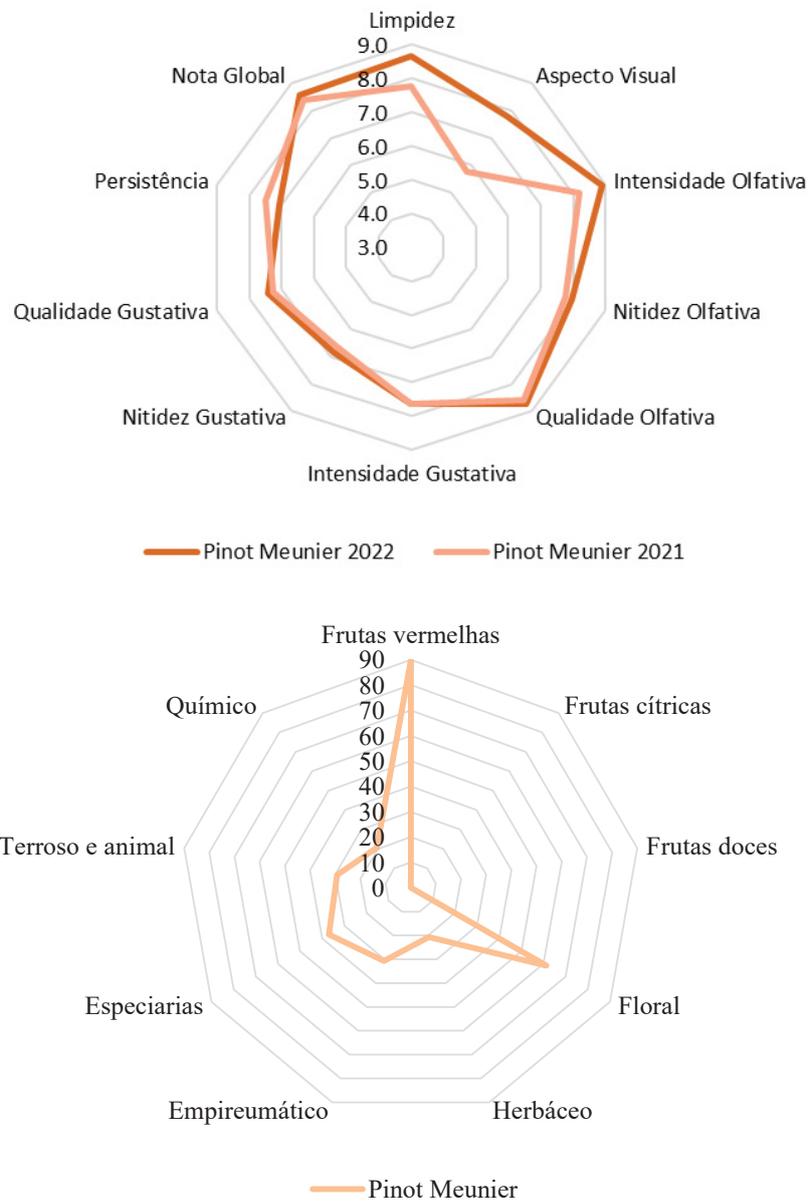
Cultivar	IPT 280	PT ( $\text{mg L}^{-1}$ )	TTA ( $\text{mg L}^{-1}$ )	TT ( $\text{g L}^{-1}$ )
Pinot Meunier	29,87 a	820,74 a	147,52	0,46 b
Chardonnay	7,17 b	197,11 b	***	0,43 b
Alvarinho	8,75 b	240,38 b	***	0,82 a
Média	15,26	419,41	-	0,57
CV(%)	6,84	6,84	-	9,20

\*\*\*As cultivares Chardonnay e Alvarinho não apresentam teores de antocianinas. Valores seguidos por letras diferentes em uma coluna diferem significativamente (teste de Scott-Knott,  $p < 0,05$ ).

Somente a ‘Pinot Meunier’ apresentou teor de antocianinas totais ( $147,52 \text{ mg L}^{-1}$ ). Já os taninos totais (TT) extraídos se apresentaram em maiores teores para ‘Alvarinho’ ( $0,82 \text{ g L}^{-1}$ ), seguido de ‘Pinot Meunier’ ( $0,46 \text{ g L}^{-1}$ ) e ‘Chardonnay’ ( $0,43 \text{ g L}^{-1}$ ), essas não diferindo entre si.

De acordo com a análise sensorial, os aromas identificados foram descritos como frutas vermelhas e negras (framboesa, amora, groselha e morango) frutas cítricas (laranja e limão), frutas doces (pêssego, damasco, melão e caju, maçã verde, maçã e pêra), floral (rosas, violetas e brancas), herbáceo (grama cortada, ervas, pimentão verde), especiarias (cravo, alcaçuz, pimenta, canela e baunilha), empireumático (fumaça, tabaco, chocolate e café) e terroso/animal (terra, mofo, cogumelos, couro e carne de caça). O vinho ‘Pinot Meunier’ apresentou no aspecto visual (Figura 44) uma tonalidade rosada/clarete com aspecto límpido, transparente e com lágrimas poucas e fluidas.

**Figura 44.** Análise Sensorial e perfil aromático do cultivar Pinot Meunier Safras 2022 e 2021.



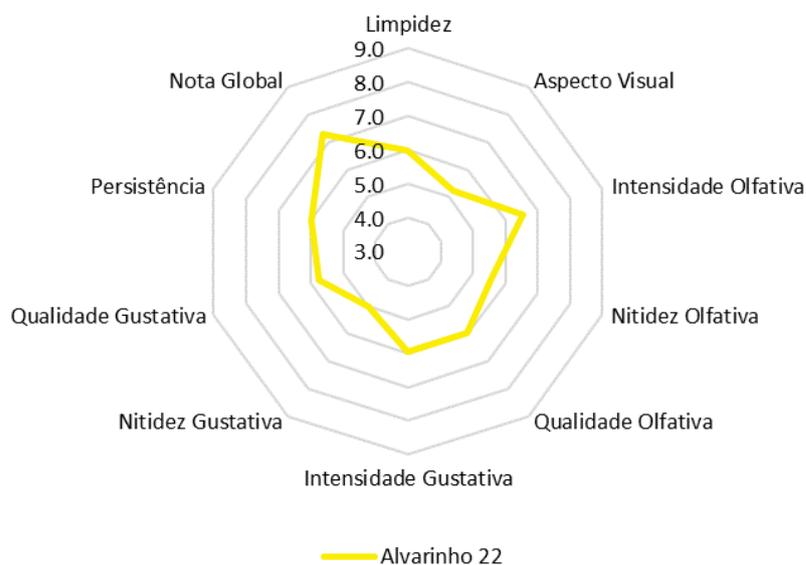
Perfil aromático é a média dos vinhos da safra 2020/2021 e 2021/2022. Fonte: o autor, 2023.

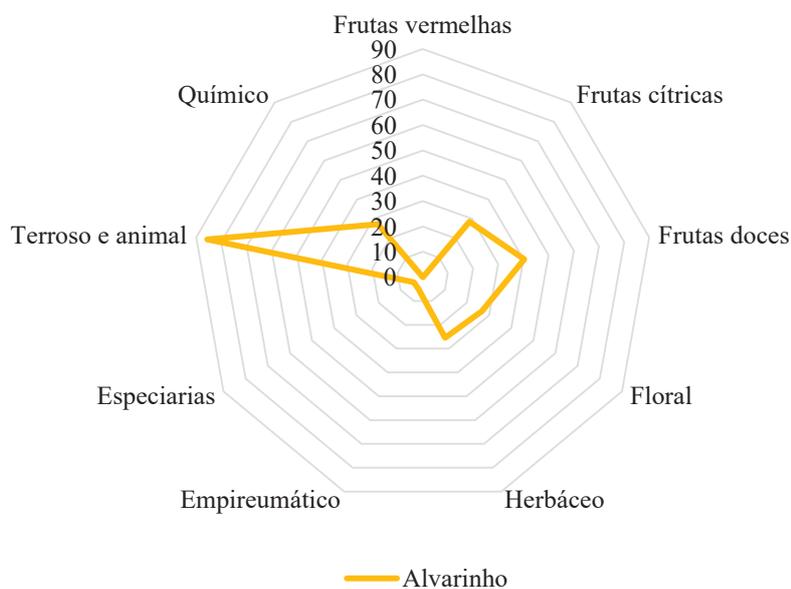
No olfativo ‘Pinot Meunier’ apresentou uma complexidade diversa/complexo. Para o aspecto gustativo apresentou pouco/médio corpo, acidez fresca, persistência média/longa e retrogosto agradável. Quanto ao aroma esse apresentou aromas predominantemente frutados, em

especial de frutas vermelhas, fruta em compota e frutas secas. Apresentou também notas florais (flores brancas e vermelhas) e especiarias. O vinho 2022 apresentou uma elevada intensidade (8,9) e qualidade olfativa (8,8) superior em comparação ao ‘Pinot Meunier’ 2021, a qualidade visual também foi superior para o vinho da safra 2022. O vinho 2021 apresentou qualidade gustativa semelhante a safra posterior tendo esse uma avaliação global de 8,4. A avaliação global do ‘Pinot Meunier’ 2022 foi de 8,6.

A ‘Alvarinho’ apresentou um vinho de tonalidade dourada, aspecto límpido e transparente e com presença de lágrimas poucas e fluidas. Devido a elevado aroma animal, provavelmente devido a elevada temperatura de fermentação e pouco uso de metabissulfito na vinificação, esse vinho foi o único avaliado como defeituoso. Com intensidade olfativa média e média complexidade, apresentou a presença de açúcar residual e foi classificado como meio-seco. Apresentou médio corpo e acidez classificada como ácido/fresco, com persistência média e retrogosto desagradável. O aroma foi descrito como de frutas cítricas, herbáceo e um elevado aroma animal. O vinho 2021 não foi produzido devido a ataques de pássaros e insetos e problemas de volume de cachos para a vinificação. O vinho 2022 apresentou a menor qualidade olfativa e gustativa, dentre os vinhos avaliados (Figura 45), provavelmente por problemas durante a microvinificação.

**Figura 45.** Análise Sensorial e perfil aromático do cultivar Alvarinho Safra 2022.

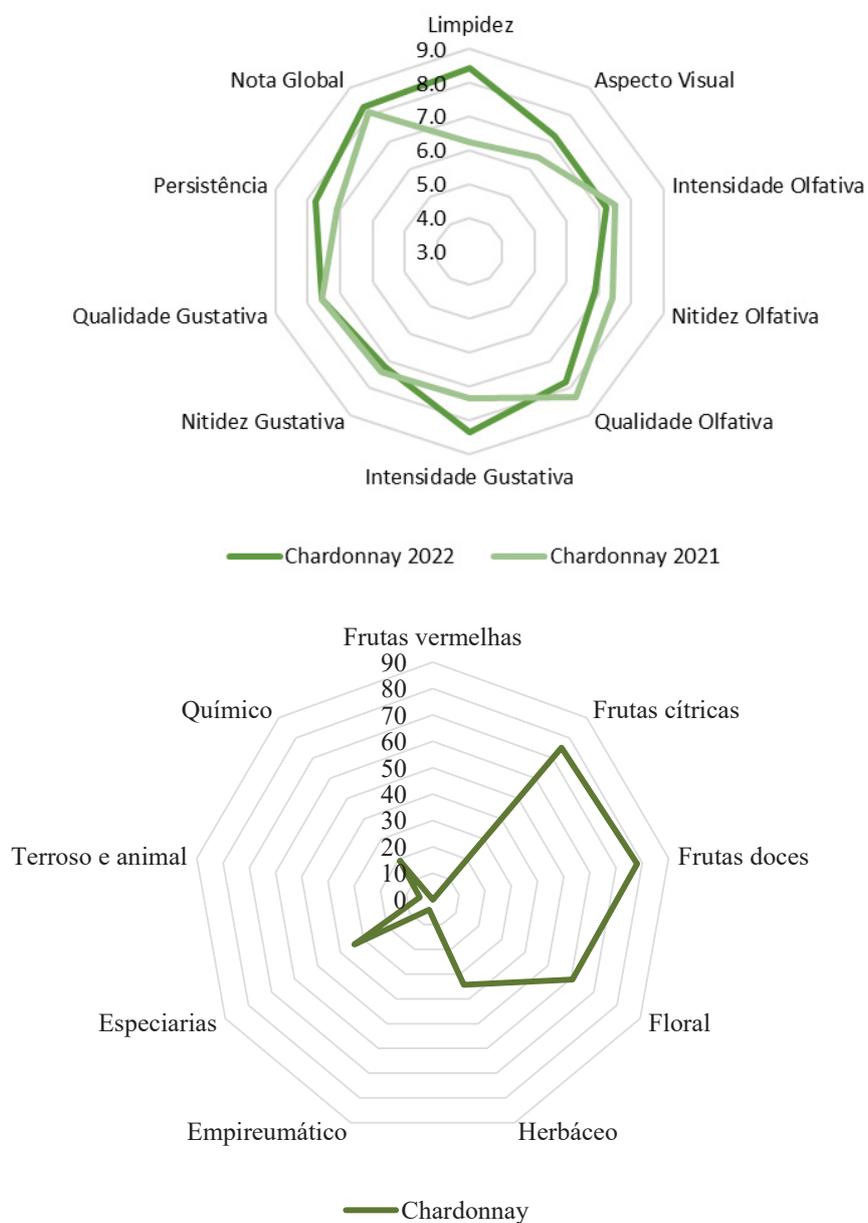




Fonte: o autor, 2023.

O vinho produzido pela ‘Chardonnay’ apresentou tonalidade palha/dourado, complexidade diversa, pouco/médio corpo, uma acidez fresco/médio, persistência média/longa e em boca taninos equilibrados, descritos como taninos macios em ambas as safras. O perfil aromático desta cultivar remeteu a frutas tropicais (abacaxi, caju, frutas cítricas e frutas de caroço), notas florais (flores brancas), herbáceo e especiarias (cravo). Para o vinho da safra 2021 também foi encontrado aroma de fruta seca (amêndoas) indicando um início de oxidação. O vinho 2022 apresentou uma avaliação global superior de 8,3 (Figura 46). O Aspecto visual do vinho 2021 foi inferior, assim como se observou uma leve queda na qualidade gustativa, entretanto a qualidade, intensidade e nitidez olfativa se manteve elevada no vinho 2021.

**Figura 46.** Análise Sensorial e perfil aromático do cultivar Chardonnay Safras 2022 e 2021.



Perfil aromático é a média dos vinhos da safra 2020/2021 e 2021/2022. Fonte: o autor, 2023.

O sabor e o aroma de um vinho dependem da interação entre a totalidade de compostos em sua composição, sendo que os compostos voláteis são os de maior importância para a percepção olfativa. Em relação a todos os voláteis identificados e as suas áreas relativas no cromatograma (Tabela 33), os vinhos da ‘Pinot Meunier’ foram os que apresentaram maiores teores, e

significativamente superiores as demais cultivares, de Ethyl hexanoate (25,91%), Citronellol (23,80%) e  $\beta$ -Damascenone (2,02%). Ethyl hexanoate é um composto relacionado com aromas frutados (morango) e especiarias; Citronellol é um descritor de especiarias e frutas cítricas; e  $\beta$ -Damascenone possui descritores de aromas florais e de doce de maçã. Todos esses descritores aromáticos foram identificados nas análises sensoriais da ‘Pinot Meunier’ cultivada em Campo Largo, PR.

**Tabela 33.** Composto voláteis dos vinhos das cultivares Alvarinho, Chardonnay e Pinot Meunier (2020/2021 e 2021/2022). Campo Largo, PR, Brasil.

Cultivar / Composto (%)	Pinot Meunier	Chardonnay	Alvarinho	Descritores de aroma
Isoamyl alcohol	15,96±2,13c	27,12±5,57b	32,54±0,62a	Floral, mel, fruta, empireumático <sup>a, j</sup>
Ethyl butanoate	1,04±0,28a	1,04±0,29a	0,67±0,05b	Fruta, banana, abacaxi, morango <sup>b</sup>
Ethyl lactate	0,10±0,08ns	0,20±0,11	0,11±0,01	Solvente, acetona <sup>s</sup>
4-methyl pentanol	0,07±0,03c	0,15±0,04b	0,31±0,01a	Sem aroma descritor <sup>d</sup>
Ethyl-2-methylbutanoate	0,08±0,05ns	0,25±0,53	0,50±0,06	Morango, bala de frutas <sup>e</sup>
Ethyl isovalerate	0,15±0,05ns	0,45±0,42	0,44±0,05	Fruta, maçã <sup>e</sup>
Hexanol	0,43±0,08b	0,59±1,17a	0,18±0,00c	Flor, grama cortada, resina, herbáceo <sup>b</sup>
Isoamyl acetate	7,68±5,22ns	5,32±5,05	3,08±0,29	Banana, abacaxi, morango <sup>l</sup>
2-Methyl butyl acetate	0,08±0,56ns	0,11±0,10	0,05±0,04	Abacaxi, banana, fruta <sup>f, g</sup>
Ethyl hexanoate	25,91±1,58a	17,66±6,65b	13,65±0,84b	Fruta, maçã verde, morango, especiarias <sup>h, i</sup>
Hexyl acetate	0,33±0,34ns	0,28±0,31	0,02±0,01	Maçã, pera, fruta, cereja <sup>i, j, l</sup>
2-Ethyl hexanol	0,77±0,09a	0,70±0,28a	0,04±0,02b	Cítrico, herbáceo <sup>t</sup>

**Tabela 33.** Continuação.

Cultivar / Composto (%)	Pinot Meunier	Chardonnay	Alvarinho	Descritores de aroma
Ethyl-2-hexanoate	0,18±0,02b	0,±0,11b	0,98±0,24a	Pimenta, doce, terroso <sup>s</sup>
Linalool	0,06±0,01c	0,19±0,01a	0,12±0,01b	Floral, lavanda <sup>e, q</sup>
Nonanal	0,09±0,01ns	0,10±0,03	0,14±0,01	Cítrico, herbáceo <sup>t</sup>
Phenylethyl alcohol	5,30±2,66b	2,01±2,24b	22,36±2,45a	Floral, flores rosas, perfume <sup>b, n</sup>
Diethyl succinate	4,72±2,66ns	5,89±8,18	4,34±0,22	Vinho, fruta <sup>t</sup>
Ethyl-octanoate	0,34±0,09b	8,43±1,33a	0,21±0,01b	Melão, madeira <sup>s</sup>
Citronellol	23,80±6,10a	11,52±6,39b	15,68±0,48b	Cravo, especiaria, limão <sup>p, q</sup>
Ethyl-2-phenylacetate	0,11±0,07b	5,48±2,30a	0,07±0,01b	Fruta tropical, abacaxi <sup>p</sup>
2-Phenyl ethyl acetate	0,77±0,59ns	0,65±0,60	1,11±0,09	Floral, doce <sup>o</sup>
4-Ethylguaiaicol	0,09±0,03ns	0,10±0,18	0,20±0,01	Animal, contaminação <sup>u</sup>
Caprylic acid	0,24±0,10b	0,30±0,17b	1,41±0,12a	Animal, solvente <sup>n</sup>
β-Damascenone	2,02±0,61a	0,76±0,57b	0,73±0,31b	Floral, torta de maçã, mel <sup>l, m</sup>
Ethyl decanoate	0,79±0,55ns	0,56±0,47	0,90±0,46	Fruta, uva <sup>v</sup>

A porcentagem é obtida com base na área do composto específico em comparação com a área total de todos os compostos voláteis identificados. Os dados são mostrados como média ± desvio padrão. Os valores são a média das safras 2020/2021 e 2021/2022. As análises foram realizadas ao menos em duplicada. Os valores seguidos por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente (teste de Scott-Knott,  $p < 0,05$ ). <sup>a</sup> Padilla et al. (2016) <sup>b</sup> Wu et al. (2019), <sup>c</sup> Molina et al. (2009), <sup>d</sup> Lijun et al. (2021), <sup>e</sup> Pereira et al. (2014), <sup>f</sup> Jiang and Zhang (2010), <sup>g</sup> Yu et al. (2019), <sup>h</sup> Chen et al. (2013), <sup>i</sup> Gambeta et al. (2014), <sup>j</sup> Noguero-Pato et al. (2009), <sup>l</sup> Peng et al. (2013), <sup>m</sup> Escudero et

al. (2007), <sup>n</sup> Feng et al. (2017), <sup>o</sup> Zhao et al. (2020), <sup>p</sup> Lu et al. (2022), <sup>q</sup> Tao et al. (2008), <sup>r</sup> Li et al. (2008), <sup>s</sup> Mayr et al. (2014), <sup>t</sup> Wang et al. (2016), <sup>u</sup> Milheiro et al. (2019), <sup>v</sup> Welke et al. (2014).

A ‘Alvarinho’ apresentou teores estatisticamente superiores dos compostos Isoamyl alcohol (32,54%), Ethyl-2-hexanoate (0,94%), Phenylethyl alcohol (22,36%) e Caprylic acid (1,41%). O volátil Isoamyl alcohol é relacionado com os aromas frutados e alcoólico em vinhos finos, assim como Ethyl-2-hexanoate é um descritor de notas adocicadas, ambas identificadas no vinho ‘Alvarinho’. Teores de Caprylic acid foram superiores para a ‘Alvarinho’ em comparação as demais cultivares. Esse composto está ligado a problemas durante a fermentação e remete a aromas de animal, que foram também identificados na avaliação sensorial dos vinhos dessa cultivar. As altas temperaturas durante a fermentação (25-26°C) resulta em concentrações altas e indesejadas de ácido capróico, ácido caprílico (Caprylic acid), ácido cáprico e seus ésteres etílicos. (CSUTORAS, 2022).

A ‘Chardonnay’ apresentou vinhos com a presença de voláteis como o Citronellol (11,52%), Ethyl hexanoate (17,66%) e Isoamyl alcohol (27,12%) em concentrações intermediárias, em comparação com os demais vinhos avaliados, entretanto, esses compostos são descritores de aromas encontrados nas avaliações sensoriais para os vinhos dessa cultivar. Citronellol é um volátil descritor de aromas de frutos cítricos e especiarias (cravo), Ethyl hexanoate é mencionado na literatura com aromas frutados (tropicais) e especiarias e o composto Isoamyl alcohol tem forte ligação com aromas florais, assim como de frutas doces e maduras. Os vinhos dessa cultivar apresentaram teores significativamente maiores dos compostos Ethyl-octanoate (8,43%), Ethyl-2-phenylacetate (5,48%), Linalool (0,19%) e Hexanol (0,59%). Ethyl-octanoate e Ethyl-2-phenylacetate são aromáticos ligados a notas de frutas tropicais (abacaxi, melão). Os compostos Linalool e Hexanol são descritores de notas florais e herbáceas.

Para avaliar a influência dos compostos voláteis identificados e a sua contribuição individual no impacto olfativo dos vinhos, o Valor de Odor Ativo (VOA) foi calculado e considerado que os compostos com  $VOA > 1$  contribuem para o aroma do vinho (VILANOVA et al., 2010). Dentre os 26 compostos identificados, apenas dez contribuíram individualmente para o aroma dos vinhos em estudo, sendo que a concentração desses pode ser observada na Tabela 34. A concentração de todos os voláteis identificados e seus VOA podem ser observados nos anexos VIII e IX.

**Tabela 34.** Concentração dos compostos voláteis com VOA > 1 para os vinhos das cultivares Alvarinho, Chardonnay e Pinot Meunier (2020/2021 e 2021/2022). Campo Largo, PR, Brasil.

Cultivar / Composto ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	Pinot Meunier	Chardonnay	Alvarinho	Limiar de percepção ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	Descritores de aroma
Isoamyl alcohol	60148 $\pm$ 5369 c	118810 $\pm$ 5856 b	145299 $\pm$ 2470 a	30000	Floral, mel, fruta, empireumático <sup>a, j</sup>
Ethyl-2-methylbutanoate	18 $\pm$ 2 c	112 $\pm$ 44 a	65 $\pm$ 3 b	18	Morango, bala de frutas <sup>e</sup>
Ethyl isovalerate	3 $\pm$ 1 b	7 $\pm$ 8 a	8 $\pm$ 1 a	3	Fruta, maçã <sup>e</sup>
Isoamyl acetate	2334 $\pm$ 262 a	1817 $\pm$ 210 b	1079 $\pm$ 48 c	30	Banana, abacaxi, morango <sup>l, p</sup>
2-Methyl butyl acetate	201 $\pm$ 153 ns	293 $\pm$ 119	163 $\pm$ 17	25	Abacaxi, banana, fruta <sup>f, g</sup>
Ethyl hexanoate	3576 $\pm$ 154 a	2872 $\pm$ 348 b	1297 $\pm$ 161 c	14	Fruta, maçã verde, morango, especiarias <sup>h, i</sup>
Ethyl-2-hexanoate	24 $\pm$ 5 b	39 $\pm$ 18 b	163 $\pm$ 26 a	5	Pimenta, doce, terroso <sup>s</sup>
Citronellol	621 $\pm$ 141 ns	422 $\pm$ 120	467 $\pm$ 17	100	Cravo, especiaria, limão <sup>p, q</sup>
Caprylic acid	300 $\pm$ 88 b	228 $\pm$ 68 b	1244 $\pm$ 341 a	420	Animal, solvente <sup>n</sup>
$\beta$ -Damascenone	5,8 $\pm$ 0,4 a	1,7 $\pm$ 1,3 b	2,6 $\pm$ 0,3 b	0,05	Floral, torta de maçã, mel <sup>l, m</sup>

Os dados foram expressos como média  $\pm$  desvio padrão. Os valores são a média das safras 2020/2021 e 2021/2022. As análises foram realizadas ao menos em duplicata. Os valores seguidos por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente (teste de Scott-Knott,  $p < 0,05$ ). <sup>a</sup> Carpena et al. (2021), <sup>e</sup> Pereira et al. (2014), <sup>f</sup> Jiang and Zhang (2010), <sup>g</sup> Yu et al. (2019), <sup>h</sup> Chen et al. (2013), <sup>i</sup> Gambeta et al. (2014), <sup>j</sup> Noguero-Pato et al. (2009), <sup>l</sup> Peng et al. (2013), <sup>m</sup> Escudero et al. (2007), <sup>n</sup> Feng et al. (2017), <sup>p</sup> Lu et al. (2022), <sup>q</sup> Tao et al. (2008).

A cultivar Pinot Meunier apresentou teores estatisticamente superiores para o volátil de  $\beta$ -Damascenone (5,8  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) em comparação as outras cultivares em estudo, sendo esse o composto com maior influência individual no aroma do vinho, com um VOA de 115,10. Outros compostos que apresentaram teores significativamente superiores nos vinhos Pinot Meunier foram Isoamyl acetate (2334  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) e Ethyl hexanoate (3576  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) esses compostos responsáveis pelo aroma de frutado (frutas vermelhas e morango) que foi o principal aroma descritor dos vinhos dessa cultivar. O vinho ‘Alvarinho’ apresentou concentração mais elevada para os compostos Isoamyl

alcohol, Ethyl-2-hexanoate e principalmente para o volátil Caprilic acid ( $1244 \mu\text{g L}^{-1}$ ), diferindo significativamente dos demais vinhos avaliados. O composto Caprilic acid apresentou VOA de aproximadamente três vezes o valor de limiar de percepção olfativa, justificando o elevado aroma animal identificado nos vinhos dessa cultivar durante as avaliações sensoriais.

Para ‘Chardonnay’ o volátil Ethyl isovalerate ( $7 \mu\text{g L}^{-1}$ ) apresentou-se em concentrações mais elevadas e diferiu estatisticamente de ‘Pinot Meunier’ e ‘Alvarinho’. O composto Ethyl isovalerate apresentou-se em concentrações mais elevadas nos vinhos brancos Chardonnay e Alvarinho, sendo esse um dos ésteres responsáveis pelo aroma frutado nos vinhos brancos avaliados. Outro volátil em concentração estatisticamente superior nos vinhos ‘Chardonnay’ foi Ethyl-2-methylbutanoate ( $112 \mu\text{g L}^{-1}$ ), sendo esse um descritor de aromas identificados e corroborando com as avaliações sensoriais.

#### **5.4 CONCLUSÃO**

As cultivares Chardonnay e Pinot Meunier se mostram produtivas e apresentam uma maturação tecnológica adequada para a produção de vinhos finos e vinhos espumantes de qualidade.

‘Alvarinho’ apresentou a menor produtividade, elevada acidez e baixo pH, não apresentando parâmetros adequados para a vinificação sob as condições desse estudo. Entretanto devido ao elevado potencial de acúmulo de sólidos solúveis totais, mais estudos são indicados quanto a adaptação da cultivar Alvarinho sob as condições edafoclimáticas de Campo Largo, PR.

Os vinhos produzidos por ‘Chardonnay’ e ‘Pinot Meunier’ apresentam adequados perfis sensoriais e um elevado potencial para produção de vinhos tranquilos e vinhos espumantes. Os compostos voláteis identificados corroboram com os resultados encontrados nas análises sensoriais.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os parâmetros climáticos da região são adequados para a produção de uvas viníferas, entretanto os anos de avaliação foram de forma geral, ciclos de menores pluviosidades quando comparados as médias históricas para a região.

Para as cultivares Fiano e Viognier, a maior carga de gemas de 30 e 40 gemas planta<sup>-1</sup>, no sistema de poda em Guyot, propiciou maiores cargas produtivas, maior número de cachos por planta e melhor equilíbrio entre vigor e produção, essas apresentando melhores valores para índices de Ravaz, assim como plantas com maior área foliar total. O aumento na carga de gemas não afetou as características físico-químicas dos cachos das cultivares Fiano e Viognier, quando cultivadas em Campo Largo, PR. O tempo de realização de todas as práticas de manejo da videira, foram maiores para os tratamentos de 30 e 40 gemas planta<sup>-1</sup>, entretanto quando relacionado o tempo de operação com a produção, as maiores cargas de gemas se mostraram mais vantajosas. A carga de gemas de 30 gemas por planta se mostrou a mais adequada nas condições em estudo.

O vigor e crescimento dos ramos para o tratamento de 10 gemas planta<sup>-1</sup> foi superior, assim como esse tratamento apresentou uma maior fertilidade de gemas e maior percentual de brotação. A maior parte dos compostos voláteis dos vinhos de diferentes cargas de gemas, não apresentaram diferença significativa, entretanto os compostos diethyl succinate, linallol, citronellol e ethyl hexanoate apresentaram uma maior prevalência nos vinhos do tratamento de menor carga produtiva (10 gemas planta<sup>-1</sup>).

Os vinhos produzidos pelas cultivares em estudo apresentaram diversas potencialidades. Os vinhos tintos produziram vinhos palatáveis, mesmo ainda jovens. A quantidade de taninos se mostrou equilibrada e a presença de teores intermediários de polifenóis e antocianinas, indicam que os vinhos tintos produzidos na região apresentam potencial para vinhos jovens, assim como para vinhos de guarda. Os vinhos das cultivares Cabernet Sauvignon, Merlot, Pinot Noir e Pinot Meunier apresentaram um adequado perfil aromático, com destaque para as notas de frutas vermelhas, frutas negras, flores violetas, notas empireumáticas (café e tostados) e de especiarias. Os teores de acidez dos vinhos tintos se mostraram elevados, assim indicando uma boa aptidão para a produção de vinhos tranquilos e principalmente para vinhos espumantes de qualidade.

Para as cultivares brancas, 'Viognier' produziu um vinho leve e de coloração sutil, com aromas florais e frutados e de características neutras na parte gustativa, indicando um alto potencial

como um vinho de 'corte'. Os vinhos 'Chardonnay' e 'Viognier' se destacaram pelo perfil aromático frutado (frutas cítricas e frutas tropicais) e floral (flores brancas). A elevada acidez os teores intermediários de açúcares nas bagas, assim como o perfil sensorial e dos compostos voláteis, indicam uma potencialidade da região quanto a produção de vinhos base para a produção de espumantes de elevada qualidade.

Os compostos voláteis identificados em maiores teores nos vinhos das oito cultivares avaliadas foram os álcoois, ésteres e mono-terpenos. Principalmente os compostos álcool isoamílico, álcool fenílico e hexanol, assim como o acetato de isoamila, hexanoato de etila o éster dietílico succinato e os terpenos linalol e citronelol.

Estudos sobre a adaptação de cultivares, bem como dos vinhos produzidos, são estudos essenciais para o desenvolvimento e crescimento da atividade vitícola em uma região. É essencial a continuidade desse tipo de estudo, frente as mudanças climáticas cada dia mais evidentes. Essas mudanças podem trazer alterações na dinâmica de distribuição das regiões vitícolas ao longo do tempo e são um fator de grande relevância na viticultura atual. Trabalhos abordando cargas produtivas para a produção de melhores produtos vitícolas, assim como de melhores práticas de manejo, para uma melhor sanidade e qualidade dos vinhedos, são demandas já existentes na região, assim como em toda a viticultura brasileira.

## 7 REFERÊNCIAS

ADAMS, R. P. **Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry**, ed. 5, Gruver, Texas, USA. Texensis Publishing, 2017.

AHMAD, W. A. Q. A. R.; JUNAID, M.; NAFEES, M.; FAROOQ, M.; SALEEM, B. A. Effect of pruning severity on growth behavior of spur and bunch morphology of grapes (*Vitis vinifera* L.) cv. Perlette. **International Journal of Agriculture and Biology**, v. 6 (1), p. 160-161, 2004.

ALEM, H.; RIGOU, P.; SCHNEIDER, R.; OJEDA, H.; TORREGROSA, L. Impact of agronomic practices on grape aroma composition: a review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99 (3), p. 975-985, 2019.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22 (6), p. 711-728, 2013.

ALBA, V.; NATRELLA, G.; GAMBACORTA, G.; CRUPI, P.; COLETTA, A. Effect of over crop and reduced yield by cluster thinning on phenolic and volatile compounds of grapes and wines of 'Sangiovese' trained to Tendone. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 102, p. 7155-7163, 2022.

ALVES, M.E.B.; TONIETTO, J.; SANTOS, H.P dos. Evidências de invernos mais curtos em regiões vitivinícolas do Rio Grande do Sul com base na temperatura mínima. **Agrometeoros**, v. 27 (1), p. 43-52, 2020.

ARCHER, E.; FOUCHÉ, G. W. Effect of bud load and rootstock cultivar on the performance of *V. vinifera* L. cv. Red Muscadel (Muscat noir). **South African Journal of Enology and Viticulture**, v. 8 (1), p. 6-10, 1987.

ARTHUR, C. L.; PAWLISZYN, J. Solid phase microextraction with thermal desorption using fused silica optical fibers. **Analytical chemistry**, v. 62 (19), p. 2145-2148, 1990.

BARROS, M. I. L. F.; DE MELLO, L. L.; FRÖLECH, D. B.; MANICA-BERTO, R.; COSTA, V. B.; MALGARIM, M. B. Características físico-químicas de uva 'Marselan' sob raleio de cachos na Serra do Sudeste-RS. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14(1), p. 1-9, 2019.

BAILLOD, M.; BAGGIOLINI, M. O Estado Vegetativo da Vinha. **Revista Suíça de Viticultura**, v. 25 (1), p. 7-9, 1993.

BATES, T.; MORRIS, J. Mechanical cane pruning and crop adjustment decreases labor costs and maintains fruit quality in New York 'Concord' grape production. **HortTechnology**, v. 19 (2), p. 247-253, 2009.

BESLIC, Z.; TODIC, S.; TESIC, D. Validation of non-destructive methodology of grapevine leaf area estimation on cv. Blaufränkisch (*Vitis vinifera* L.). **South African Journal of Enology and Viticulture**, v.31 (1), p. 22-25, 2010.

BINDON, K.; DRY, P.; LOVEYS, B. Influence of partial root zone drying on the composition and accumulation of anthocyanins in grape berries (*Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon). **Australian Journal and Grape Wine Research**, v. 14 (2), p. 91-103, 2008.

BLOUIN, J.; GUIMBERTEAU, G. **Maturation et maturité des raisins**. Éditions Féret, 2000.

BONIN, B.; BEM, B.P.; BRIGHENTI, A.F.; WÜRZ, D.A.; ALLEBRANDT, R.; BRIGHENTI, E.; ARAUJO, L.; PINTO, F.M.F.; BOGO, A. Intensity of Anthracnose in resistant varieties (PIWI) in the high altitude regions of southern Brazil. **BIO Web of Conferences**, v. 9, 1017, 2017.

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

BORDIGNON JR, C. L.; FRANCESCOTTO, V.; NIENOW, A. A.; CALVETE, E.; REGINATTO, F. H. Influência do pH da solução extrativa no teor de antocianinas em frutos de morango. **Food Science and Technology**, v. 29, p. 183-188, 2009.

BORGHEZAN, M.; GAVIOLI, O.; PIT, F.A.; SILVA, A.L. Modelos matemáticos para a estimativa da área foliar de cultivares de videira à campo (*Vitis vinifera* L.). **Ciência e Técnica Vitivinícola**, v. 25, p. 1-7, 2010.

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

BOSS, P. K.; THOMAS, M. R. Association of dwarfism and floral induction with a grape 'green revolution' mutation. **Nature**, v. 416 (6883), p. 847-850, 2002.

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. 019-026, 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, p. 096-102, 2011.

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

BRIGHENTI, A.F.; SILVA, A.L.; BRIGHENTI, E.; PORRO, D.; STEFANNINI, M. Desempenho vitícola de variedades autóctones em condições de elevada altitude no Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49 (6), p. 465-474, 2014.

BRIGHENTI, A. F.; MALINOVSKI, L. I.; STEFANNINI, M.; VIEIRA, H. J.; SILVA, A. L. D. 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, E.; CASAGRANDE, K.; CARDOSO, P.Z.; PASA, M.S.; CIOTTA, M.N.; BRIGHENTI, A.F. Total polyphenols contents in different grapevine varieties in highlands of southern Brazil. **BIO Web of Conferences**, v. 9, p. 1024, 2017.

BUBOLA, M.; SIVILOTTI, P.; JANJANIN, D.; PONI, S. Early leaf removal has a larger effect than cluster thinning on grape phenolic composition in cv. Teran. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 68 (2), p. 234-242, 2017.

BURIN, V. M.; FALCÃO, L. D.; GONZAGA, L. V.; FETT, R.; ROSIER, J. P.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Colour, phenolic content and antioxidant activity of grape juice. **Food Science and Technology**, v. 30, p. 1027-1032, 2010.

CABRITA, M. J.; RICARDO-DA-SILVA, J.; LAUREANO, O. Os compostos polifenólicos das uvas e dos vinhos. I Seminário Internacional de Vitivinicultura, Anais, Ensenada, México, 2003.

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

CAILLÉ, S.; SAMSON, A.; WIRTH, J.; DIÉVAL, J. B.; VIDAL, S.; CHEYNIER, V. Sensory characteristics changes of red Grenache wines submitted to different oxygen exposures pre and post bottling. **Analytica Chimica Acta**, v. 660, n. 1-2, p. 35-42, 2010.

CALÒ, A.; SCIENZA, A.; COSTACURTA, Â. **Vitigni D'Italia**. Bologna, Itália, Edagricole, p.832, 2006.

CALABRETTI, A.; LA CARA, F.; SORRENTINO, A.; DI STASIO, M.; SANTOMAURO, F.; RASTRELLI, L.; GABRIELI, L.; LIMONE, F.; VOLPE, M. G. Characterization of volatile fraction of typical Irpinian wines fermented with a new starter yeast. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**. v. 28, p. 1433–1442. 2012.

CALIARI V. BURIN, V.M; ROSIER, J.P.; BORDIGNON, M. T. Aromatic profile of brazilian sparkling wines produced with classical and innovative grape varieties. **Food Research International**, v. 62, p. 965 - 973, 2014.

CAMARGO, U. A. **Introdução e avaliação de novas cultivares para vinho no Vale do São Francisco**. Workshop internacional de pesquisa a produção de vinhos em regiões tropicais, 1, Petrolina e Recife, PE, 2004.

CAMARGO, U.A.; MAIA, J.D.G.; RITSCHER, P.S. **Cultivares de videira para processamento**. Embrapa Uva e Vinho, 2015.

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

CARPENA, M.; FRAGA-CORRAL, M.; OTERO, P.; NOGUEIRA, R. A.; GARCIA-OLIVEIRA, P.; PRIETO, M. A.; SIMAL-GANDARA, J. Secondary aroma: Influence of wine microorganisms in their aroma profile. **Foods**, v. 10 (1), p. 51, 2021.

CAYOT, N. Sensory quality of traditional foods. **Food chemistry**, v. 101 (1), p. 154-162, 2007.

CASTAÑEDA-OVANDO, A.; DE LOURDES PACHECO-HERNÁNDEZ, M.; PÁEZ-HERNÁNDEZ, M. E.; RODRÍGUEZ, J. A.; GALÁN-VIDAL, C. A. Chemical studies of anthocyanins: A review. **Food chemistry**, v. 113, n. 4, p. 859-871, 2009.

ÇELEBI UZKUÇ, N. M.; ŞIŞLI, B.; AY, M.; TOGAY, S. Ö.; KARAGÜL YÜCEER, Y.; BAYHAN, A.; KIRCA TOKLUCU, A. Effects of spontaneous fermentation on Karalahna and Cabernet Sauvignon young red wines: Volatile compounds, sensory profiles and identification of autochthonous yeasts. **European Food Research and Technology**, v. 246, p. 81-92, 2020.

CHAO, W.; ANDERSON, J.V. Plant dormancy, a mechanism involving assorted molecular, physiological, and cellular processes. **Plant Molecular Biology**, v. 73, p. 1-2, 2010.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P. DOS; MANDELLI, F.; MARODIN, G. A. B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L. S. Caracterização fenológica e requerimento térmico da cultivar Moscato Giallo sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, p. 119-126, 2009.

CHEYNIER, V. Flavonoids in wine. **Flavonoids: Chemistry, biochemistry and applications**, p. 263-318, 2006.

CHEN, H.; MENG, H.; NIE, Z.; ZHANG, M. Polyhydroxyalkanoate production from fermented volatile fatty acids: effect of pH and feeding regimes. **Bioresource technology**, v. 128, p. 533-538, 2013.

CHEN, W.K.; HE, F.; WANG, Y.X.; LIU, X.; DUAN, C.Q.; WANG, J. Influences of berry size on fruit composition and wine quality of *Vitis vinifera* L. cv. 'Cabernet Sauvignon' grapes. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v. 39 (1), p. 67-76, 2018.

CLARKE, R. J., BAKKER, J. **Wine Flavour Chemistry**. Oxford, UK, Blackwell Publishing Ltd, 2004.

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

CSUTORAS, C.; BAKOS-BARCZI, N.; BURKUS, B. Medium chain fatty acids and fatty acid esters as potential markers of alcoholic fermentation of white wines. **Acta Alimentaria**, v. 51 (1), p. 33-42, 2022.

CUS, F. The effect of different scion/rootstock combinations on yield properties of cv. Cabernet Sauvignon. **Acta Agricultura Slovenica**, Slovenia, v.83 (1), p.63-71, 2004.

DAI, Z. W.; OLLAT, N.; GOMÈS, E.; DECROOCQ, S.; TANDONNET, J. P.; BORDENAVE, L.; PIERI, P.; HILBERT, G.; KAPPEL, C.; VAN LEEUWEN.; VIVIN, P.; DELROT, S. Ecophysiological, Genetic, and Molecular Causes of Variation in Grape Berry Weight and Composition: A Review. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.62 (4), p.413-425, 2011.

DE BEER, D., JOUBERT, E., MARAIS, J., VAN SCHALKWYK, D., & MANLEY, M. Climatic region and vine structure: Effect on Pinotage wine phenolic composition, total antioxidant capacity and colour. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v. 27, n. 2, p. 151-166, 2006.

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

DIXON, R.A. The influence of vine vigour and crop load on Sauvignon blanc vine growth and fruit composition in Marlborough, New Zealand. 2009 94p. (Thesis). Lincoln University, Canterbury, New Zealand, 2009.

DOWNEY, M.O.; DOKOOZLIAN, N.K.; KRSTIC, M.P. Cultural practice and environmental impacts on the flavonoid composition of grapes and wine: a review of recent research. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.57, p. 257-268, 2006.

DRISSI, R.; GOUTOULY, J.P.; FORGET, D.; GAUDILLERE, J.P. Nondestructive measurement of grapevine leaf area by ground normalized difference vegetation index. **Agronomy Journal**, v.101, n.1, p.226-231, 2009.

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

ESCUADERO, A., CAMPO, E., FARIÑA, L., CACHO, J., & FERREIRA, V. Analytical characterization of the aroma of five premium red wines. Insights into the role of odor families and the concept of fruitiness of wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 11, p. 4501-4510, 2007.

FELDBERG, N.P.; REGINA, M. A.; DIAS, M.S.C. Desempenho agronômico das videiras 'Crimson Seedless' e 'Superior Seedless' no Norte de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.777-783, 2007.

- FELDBERG, N.P.; BRIGHENTI, A.F.; CIPRIANI, R. **Técnicas de manejo de vinhedos para aumento da qualidade de uvas para vinhos finos**. Encontro Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado, 12, 2011, Fraiburgo, SC. Anais. Caçador: Epagri, 176p., v. 1, 2011.
- FENG, Y., SU, G.; SUN-WATERHOUSE, D.; CAI, Y., ZHAO, H.; CUI, C.; ZHAO, M. Optimization of headspace solid-phase micro-extraction (HS-SPME) for analyzing soy sauce aroma compounds via coupling with direct GC-Olfactometry (D-GC-O) and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). **Food Analytical Methods**, v. 10, p. 713-726, 2017.
- FERREIRA, V.; LOPEZ, R.; CACHO, J. F. Quantitative determination of the odorants of young red wines from different grape varieties. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 80 (11), p. 1659-1667, 2000.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A Computer Analysis System To Fixed Effects Split Plot Type Designs: Sisvar. *Brazilian Journal of Biometrics*, v. 37(4), p. 529–535. 2019.
- FIDELIBUS, M. W. Grapevine cultivars, trellis systems, and mechanization of the California raisin industry. **HortTechnology**, v. 24 (3), p. 285-289, 2014.
- FIORILLO, E.; CRISCI, A.; DE FILIPPIS, T.; DI GENNARO, S.F.; DI BLASI, S.; MATESE, A.; PRIMICERIO, J.; VACCARI, F.P.; GENESIO, L. Airborne high-resolution images for grape classification: changes in correlation between technological and late maturity in a Sangiovese vineyard in Central Italy. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, Australia, v.18, p.80–90, 2012.
- FLANZY, C. **Enología: fundamentos científicos y tecnológicos**. Madrid, AMV Ediciones, p. 116, 2000.
- FONSECA, C. E. L.; CONDE, R. C. C. Estimativa da área foliar em mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gom.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, n.29, p.593-599, 1994.
- FOWLER, J.G.; MARGOTI, G.; BIASI, L.A. Brotação, fenologia e maturação da videira italiana Fiano em Campo Largo, PR, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, 41, 83-94. 2020.
- FREDES C., BENNEWITZ E.V., HOLZAPFEL E., SAAVEDRA F. Relation between seed appearance and phenolic maturity: a case study using grapes cv. Carménère. *Chilean Journal of Agricultural Reserch*, 70, 381-389, 2010.
- GALET, P., 2000. **Précis de viticulture**. Montpellier, France. Ed. Galet. 2000.
- GAMBETA, J. M.; BASTIAN, S. E.; COZZOLINO, D.; JEFFERY, D. W. Factors influencing the aroma composition of Chardonnay wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62 (28), p. 6512-6534, 2014.

GREVEN, M. M.; NEAL, S. M.; HALL, A. J.; BENNETT, J. S. Influence of retained node number on Sauvignon Blanc grapevine phenology in a cool climate. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 21 (2), p. 290-301, 2015.

GIOVANNINI, E. **Produção de uvas para vinho, suco e mesa**. 3. Ed. Renascença. Porto Alegre. p. 368, 2008.

GOMBAU, J., MERCADE, PP, CONDE, M., ASBIRO, L., PASCUAL, O., ALONSO, SG, ROMERO, EG, CANALS, JM, GUTIÉRREZ, IH, ZAMORA, F. Influence of grape seeds on wine composition and astringency of Tempranillo, Garnacha, Merlot and Cabernet Sauvignon wines. **Food Science & Nutrition**. v. 8(7), p. 3442-3455, 2020.

GONZÁLEZ-NEVES, G.; FRANCO, J.; BARREIRO, L.; GIL, G.; MOUTOUNET, M.; CARBONNEAU, A. Varietal differentiation of Tannat, Cabernet-Sauvignon and Merlot grapes and wines according to their anthocyanic composition. **European Food Research and Technology**, v. 225 (1), p. 111-117, 2007.

GONZÁLEZ-NEVES, G.; FERRER, M. Efectos del sistema de conducción y del raleo de racimos en la composición de uvas Merlot. **Agrociencia Uruguay**, v. 12 (2), p. 10-18, 2008.

GONZÁLEZ-NEVES, G.; GIL, G.; GUZMÁN, F.; FERRER, M. Potencial polifenólico de la uva: índices propuesto y posibles aplicaciones. **Comunicata Scientiae**, v.2 (2), p.57-69, 2011.

GRIS, E. F.; BURIN, V. M.; BRIGHENTI, E.; VIEIRA, H.; LUIZ, M. B. Phenology and ripening of *Vitis vinifera* L. grape varieties in São Joaquim, Southern Brazil: a new South American wine growing region. *Ciencia e investigación agraria: Revista latinoamericana de ciencias de la agricultura*, v. 37 (2), p. 6175, 2010.

GUERRA, C. C.; ZANUS, M. C. **Maturação e Colheita**. Embrapa Uva e Vinho, 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>

HALL, A.; JONES, G.V. Spatial analysis of climate in winegrape-growing regions in Australia. **Australian Society of Viticulture and Oenology**, v. 16, p. 389-404, 2010.

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

HOWELL, G.S. Sustainable grape productivity and the growthyield relationship: a review. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.52 (3), p.165174, 2001.

HOWELL, G. S.; WOLPERT, J. A. Nodes per cane, primary bud phenology, and spring freeze damage to Concord grapevines. A preliminary note. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 29 (4), p. 229-232, 1978.

HUNTER, J.J.; BONNARDOT, V. Suitability of some climatic parameters for grapevine cultivation in South Africa, with focus on key physiological processes. **S. Afr. J. Enology and Viticulture**, v. 32, p. 137–154, 2011.

[IBGE]. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>. 2020.

[IBGE]. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>. 2022.

INTRIERI, C.; FILIPPETTI, I. Innovations and outlook in grapevine training systems and mechanization in North–Central Italy. **The American Society for Enology and Viticulture**, v. 50, p. 170-184, 2000.

INTRIERI, C.A. Novel Mechanized Grapevine Training System. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 62 (3), p. 312-318, 2011.

JACKSON, D. I.; LOMBARD, P. B. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality-a review. **American journal of enology and viticulture**, v. 44(4), p. 409-430. 1993.

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

JACKSON, R. S. **Wine Science: Principles and Applications**. 4. ed. London: Academic Press; 2014.

JIANG, B.; SUN, Z. Y. Sun, Phenolic compounds, total antioxidant capacity and volatile components of Cabernet Sauvignon red wines from five different wine-producing regions in China. **Food Science and Technology**, vol. 3, p. 735-746, 2019.

JELEŃ, H. H.; MAJCHER, M.; DZIADAS, M. Microextraction techniques in the analysis of food flavor compounds: A review. **Analytica chimica acta**, v. 738, p. 13-26, 2012.

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

JONES, T. H.; CULLIS, B. R.; CLINGELEFFER, P. R.; RÜHL, E. H. Effects of novel hybrid and traditional rootstocks on vigour and yield components of Shiraz grapevines. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 15 (3), p. 284-292, 2009.

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

KELEBEK, H. Sugars, organic acids, phenolic compositions and antioxidant activity of Grapefruit (*Citrus paradisi*) cultivars grown in Turkey. **Industrial Crops and Products**, v. 32, n. 3, p. 269-274, 2010.

KISHINO, A. Y.; GENTA, W.; ROBERTO, S.R. **Viticultura Tropical: o sistema de produção do Paraná**. Londrina: Iapar, 2007.

KLIEWER, W. M.; TORRES, R. E. Effect of controlled day and night temperatures on grape coloration. **American Journal of enology and viticulture**, v. 23(2), p. 71-77, 1972.

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

KYRIACOU, M. C.; ROUPHAEL, Y. Towards a new definition of quality for fresh fruits and vegetables. **Scientia Horticulturae**, v. 234, p. 463-469, 2018.

KURTURAL, S. K.; DERVISHIAN, G.; WAMPLE, R. L. Mechanical canopy management reduces labor costs and maintains fruit composition in 'Cabernet Sauvignon' grape production. **HortTechnology**, v. 22 (4), p. 509-516, 2012.

LAKSO, A. N.; SACKS, G. L. Vine balance: what is it and how does it change over the season. **Recent Advances in Grapevine Canopy Management**. Davis: University of California, p. 21-25, 2009.

LAMBRECHTS, M. G.; PRETORIUS, I. S. Yeast and its importance to wine aroma-a review. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v. 21 (1), p. 97-129, 2000.

LEÃO, P. C. S.; SOARES J. M.; RODRIGUES B.L. Principais Cultivares. A vitivinicultura no Semiárido brasileiro. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, Petrolina, Embrapa Semiárido, p. 149-214, 2009.

LEÃO, P. C. D. S.; SILVA, E. E. G. D. Brotação e fertilidade de gemas em uvas sem sementes no Vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p. 375-378. 2003.

LEES, D. H.; FRANCIS, F. G. Standartization of pigment analysis in cranberries. **Hortiscience**, v. 7, p.83-84, 1972.

LI, H.; GUO, A.; WANG, H. Mechanisms of oxidative browning of wine. **Food chemistry**, v. 108 (1), p. 1-13, 2008.

LI, S. S.; CHENG, C.; LI, Z.; CHEN, J. Y.; YAN, B.; HAN, B. Z. Yeast species associated with wine grapes in China. **International Journal of Food Microbiology**, v. 38, p. 85-90, 2010.

- LIANG, H. Y.; CHEN, J. Y.; REEVES, M.; HAN, B. Z. Aromatic and sensorial profiles of young Cabernet Sauvignon wines fermented by different Chinese autochthonous *Saccharomyces cerevisiae* strains. **Food research international**, v. 51, n. 2, p. 855-865, 2013.
- LIJUN, N.; LIU, L.; LI, Y.; HUANG, J.; WANG, Y.; WANG, C.; WANG, Z.; XU, C. Comparison of aroma compounds in cabernet sauvignon red wines from five growing regions in Xinjiang in China. **Journal of Food Quality**, v. 2021, p. 1-16, 2021.
- LIU, X. Q.; ICKERT-BOND, S. M.; NIE, Z. L.; ZHOU, Z.; CHEN, L. Q.; WEN, J. Phylogeny of the Ampelocissus–Vitis clade in Vitaceae supports the New World origin of the grape genus. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 95, p. 217-228, 2016.
- LIMA, M. F.; SOARES, J. M.; LEAO, P. C. S. Doenças e alternativas de controle. **A vitivinicultura no Semiárido Brasileiro**. Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semi-Árido, cap. 13, p. 543-596. 2009.
- 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 Wine Research**, v. 1, p. 100-103, 1995.
- LÓPEZ-LOZANO, R.; CASTERAD, M. A. Comparison of different protocols for indirect measurement of leaf area index with ceptometers in vertically trained vineyards. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.19 (1), p.116-122, 2013.
- LU, Q.; DU, M.; XU, Q.; ZHANG, X.; LIU, X.; YANG, G.; WANG, D. Sulfite-based pretreatment promotes volatile fatty acids production from microalgae: Performance, mechanism, and implication. **Bioresource Technology**, v. 354, p. 127179, 2022.
- MALINOVSKI, L. I.; WELTER, L. J.; BRIGHENTI, A. F.; VIEIRA, H. J.; GUERRA, M. P.; DA SILVA, A. L. **Highlands of Santa Catarina/Brazil: a region with high potential for wine production**. XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People International Symposium. 931, 433-439. 2010.
- MALINOVSKI, L.I. Comportamento viti-enológico da videira (*Vitis vinifera* L.) de cultivares autóctones italianas na região dos Campos de Palmas em Água Doce - SC - Brasil. 255p. **Tese (Doutorado)** - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2013.
- MALINOVSKI, L. I.; HAMILTON, J. V.; CAMARGO, C.; STEFANINI, M.; SILVA, A. D. Climate and phenology: behavior of autochthonous Italian grapevine varieties in the uplands of southern Brazil. **Journal of Agricultural Science**. v. 8, p. 26-36. 2016.
- 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**. X International Symposium on Grapevine Physiology and Biotechnology, v. 1188, p. 197-204, 2016.

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.

MANDELLI, F. Relações entre variáveis meteorológicas, fenologia e qualidade da uva na "Serra Gaúcha". **Tese (Doutorado em Fitotecnia)** - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, p. 196, 2002.

MARÍN-SAN ROMÁN, S.; CAROT, J. M.; DE URTURI, I. S.; RUBIO-BRETÓN, P.; PÉREZ-ÁLVAREZ, E. P.; GARDE-CERDÁN, T. Optimization of thin film-microextraction (TF-SPME) method in order to determine musts volatile compounds. **Analytica Chimica Acta**, v. 1226, p. 340254, 2022.

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

MAYR, C. M.; GEUE, J. P.; HOLT, H. E.; PEARSON, W. P.; JEFFERY, D. W.; FRANCIS, I. L. Characterization of the key aroma compounds in Shiraz wine by quantitation, aroma reconstitution, and omission studies. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 62 (20), p. 4528-4536, 2014.

MAKHOTKINA, O.; HERBST-JOHNSTONE, M.; LOGAN, G.; DU TOIT, W.; KILMARTIN, P. A. Influence of sulfur dioxide additions at harvest on polyphenols, C6-compounds and varietal thiols in Sauvignon blanc. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 64 (2), p. 203-2013, 2013.

MARCON FILHO, J. L.; HIPÓLITO, J. D. S.; MACEDO, T. A. D.; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L. Raleio de cachos sobre o potencial enológico da uva Cabernet Franc em duas safras. **Ciencia Rural**, v. 45 (12), p. 2150-2156, 2015.

MARCON FILHO, J. L.; RUFATO, L.; BOGO, A.; MACEDO, T. A. D.; WÜRZ, D. A.; KRETZSCHMAR, A. A. Viticultural performance of Cabernet Sauvignon clones in highland region of southern Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 41 (5), p. 483, 2019.

MCINTYRE, G.N., LIDER, L.A.; FERRARI, N.L. The chronological classification of grapevine phenology. **American Journal of Enology and Viticulture.**, v. 33(2), p. 80-85, 1982.

MELLO, L. M. R., MACHADO, C. A. E. **Vitivinicultura brasileira: panorama 2019**. Comunicado Técnico 214. Embrapa Uva e Vinho, 2020.

MELLO, L. M. R., MACHADO, C. A. E. **Vitivinicultura brasileira: panorama 2021**. Comunicado Técnico. Embrapa Uva e Vinho, 2022.

MEILGAARD, M. C.; CARR, B. T.; CIVILLE, G. V. **Sensory evaluation techniques**. CRC press, 1999.

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

MENEGUZZI, A.; MARCON FILHO, J. L.; BRIGHENTI, A. F.; WÜRZ, D. A.; RUFATO, L.; SILVA, A. L. D. Fertility of buds and pruning recommendation of different grapevine varieties grown in altitude regions of Santa Catarina State, Brazil. **Revista Ceres**, v. 67, p. 30-34.

MIELE, A.; MANDELLI, F. Manejo do dossel vegetative e seu efeito nos componentes de produção da videira Merlot. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34. n. 4, p. 964-973, 2012.

MIELE, A.; RIZZON, L.A. Intensidades da poda seca e do desbaste de cacho na composição da uva Cabernet Sauvignon. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p. 1081-1092, 2013.

MILHEIRO, J.; FILIPE-RIBEIRO, L.; VILELA, A.; COSME, F.; NUNES, F. M. 4-Ethylphenol, 4-ethylguaiacol and 4-ethylcatechol in red wines: Microbial formation, prevention, remediation and overview of analytical approaches, **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.59 (9), p. 1367-1391, 2019.

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

MOLINA, F.; RUIZ-FILIPPI, G.; GARCIA, C.; LEMA, J. M.; ROCA, E. Pilot-scale validation of a new sensor for on-line analysis of volatile fatty acids and alkalinity in anaerobic wastewater treatment plants. **Environmental Engineering Science**, v. 26 (3), p. 641-649, 2009.

MORALES, M. L.; FIERRO-RISCO, J.; CALLEJÓN, R. M.; PANEQUE, P. Monitoring volatile compounds production throughout fermentation by *Saccharomyces* and non-*Saccharomyces* strains using headspace sorptive extraction. **Journal of food science and technology**, v. 54, p. 538-557, 2017.

MOYANO, L.; ZEA, L.; MORENO, J.; MEDINA, M. Analytical study of aromatic series in sherry wines subjected to biological aging, **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 7356-7361, 2002.

MOREIRA, C. O. Caracterização fenológica, requerimentos térmicos e curva de maturação para as cultivares Pinot Meunier e Pinot Noir, 57p. **Dissertação de mestrado**. Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina - UFVJM, 2010.

NACHTIGAL, J. C.; MIGLIORINI, L. C. **Recomendações para produção de videiras americanas e híbridas para processamento na região de Pelotas**. Circular técnica, 77. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 12 p. 2009.

NOGUEROL-PATO, R.; GONZÁLEZ-BARREIRO, C.; CANCHO-GRANDE, B.; SIMAL-GÁNDARA, J. Quantitative determination and characterisation of the main odourants of Mencía monovarietal red wines. **Food Chemistry**, v. 117 (3), p. 473-484, 2009.

O'DANIEL, S. B.; ARCHBOLD, D. D.; KURTURAL, S. K. Effects of balanced pruning severity on Traminette (*Vitis* spp.) in a warm climate. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 63(2), p. 284-290, 2012.

[OIV] Organização Internacional da Vinha e do Vinho. **Recueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des moûts**. Office international de la vigne et du vin. Paris, 368p. 2009.

[OIV] Organização Internacional da Vinha e do Vinho. **Recueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des moûts**. Organização Internacional da Vinha e do Vinho. Paris, 2012.

[OIV] Organização Internacional da Vinha e do Vinho. **Situação do Setor Vitivinícola Mundial em 2020**. Organização Internacional da Vinha e do Vinho, 2021.

OLLAT, N.; DIAKOU-VERDIN, P.; CARDE, J.P.; BARRIEU, F.; GAUDILLERE, J.P. MOING, A. Grape berry development: A review. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, v.36 (3), p.109-131, 2002.

ORTIZ, A, I.; MORENO-ARRIBAS, M. V.; MARTÍN-ÁLVAREZ, P. J.; POZO-BAYÓN, M. A. Analytical performance of three commonly used extraction methods for the gas chromatography–mass spectrometry analysis of wine volatile compounds. **Journal of Chromatography**, v. 1216 (43), p. 7351-7357, 2009.

PALLADINI, L. A.; BRIGHENTI, A. F.; SOUZA, A. L. K.; SILVA, A. L. **Potencial de cultivares de uvas viníferas nas regiões de altitude de Santa Catarina**. 2021.

PENSO, G. A.; CITADIN, I.; MARO, L. A. C.; SCARIOTTO, S.; CHICOKI, A.; AMBROSIO, R. Estudo da maturação de uvas (*Vitis vinifera* L.) cultivadas em Dois Vizinhos, Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, p. 3085-3098, 2014.

PENG, C. T.; WEN, Y.; TAO, Y. S.; LAN, Y. Y. Modulating the formation of Meili wine aroma by prefermentative freezing process. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 61(7), p. 1542-1553, 2013.

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

PEDDIE, H. A. Ester formation in brewery fermentations. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 96 (5), p. 327-331, 1990.

PELLEGRINO, A.; CLINGELEFFER, P.; COOLEY, N.; WALKER, R. Management practices impact vine carbohydrate status to a greater extent than vine productivity. **Frontiers in Plant Science**, v. 5 (1), p. 1-13, 2014.

PÉREZ-SERRADILLA, J. A.; DE CASTRO, MD Luque. Role of lees in wine production: A review. **Food chemistry**, v. 111 (2), p. 447-456, 2008.

PEREIRA, G. E., GAUDILLERE, J. P., VAN LEEUWEN, C., HILBERT, G., LAVIALLE, O., MAUCOURT, M., DEBORDE, C., MOING, A., ROLIN, D. 1H NMR and chemometrics to characterize mature grape berries in four wine-growing areas in Bordeaux, France. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 53(16), p. 6382-6389. 2005

PEREIRA, V.; CACHO, J.; MARQUES, J. C. Volatile profile of Madeira wines submitted to traditional accelerated ageing. **Food chemistry**, v. 162, p. 122-134, 2014.

PEREIRA, G. E., PADHI, E. M., GIRARDELLO, R. C., MEDINA-PLAZA, C., TSENG, D., BRUCE, R. C., ERDMANN, J. N., KURTURAL, S. K., SLUPSKY, C. M., OBERHOLSTER, A. Trunk girdling increased stomatal conductance in Cabernet Sauvignon grapevines, reduced glutamine, and increased malvidin-3-glucoside and quercetin-3-glucoside concentrations in skins and pulp at harvest. **Frontiers in Plant Science**, v. 11, p. 707. 2020.

PEYNAUD, É.; BLOUIN, J.; **O gosto do vinho**. São Paulo, WMF, Martins Fontes, 2010.

PLANTGRAPE (2009). **Catalogue of grapevines cultivated in France**. Disponível em: <https://plantgrape.plantnet-project.org/en/cepages>

PONI, S.; BERNIZZONI, F.; CIVARDI, S. The effect of early leaf removal on whole-canopy gas exchange and vine performance of *Vitis vinifera* L. Sangiovese. **Vitis**, v. 47 (1), p. 1, 2008.

PSZCZOLKOWSKI, P.; LECCO, C. C. de; **Manual de vinificación: Guía práctica para la elaboración de vinos**. Universidade Católica do Chile, Santiago, 2011.

RAUSCEDO. Vivai Cooperativi. **Catalogo Generale Vitis Rauscedo**. p. 140, 2014.

REGINA, M. D. A.; FRÁGUAS, J. C.; ALVARENGA, A. A.; DE SOUZA, C. R.; DE AMORIM, D. A.; DA MOTA, R. V.; FÁVERO, A. C. **Implantação e manejo do vinhedo para produção de vinhos de qualidade**. Embrapa Uva e Vinho, 2006.

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

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Acidez na vinificação em tinto das uvas Isabel, Cabernet Sauvignon e Cabernet Franc. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 32, p. 511-516, 2002.

RIZZON, L.A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Merlot para elaboração de vinho tinto. **Food Science and Technology**, v. 23, p. 156-161, 2003.

RIZZON, L.A.; MANFROI, L. Sistema de produção de vinho tinto. **Sistemas de Produção - EMBRAPA Uva e Vinho - CNPUV**. Bento Gonçalves, 2006.

RIZZON, L. A. **Metodologia para análise de vinho**. Embrapa Uva e Vinho, p. 120, 2010.

RIBÉREAU-GAYON, P., DUBOURDIEU, D., DONÈCHE, B., LONVAUD, A. **Handbook of enology, the microbiology of wine and vinifications (Vol. 1)**. John Wiley & Sons, 2006.

RIBÉREAU-GAYON, P.; GLORIES, Y.; MAUJEAN, A.; DUBOURDIEU, D. **Trattato di enologia II: Chimica del vino Stabilizzazione Trattamenti 3.ed.** Edagricole: Italia, Bologna, 2007.

RIVES, M. Vigour, pruning, cropping in the grapevine (*Vitis vinifera* L.). I. A literature review. **Agronomie**, v. 20 (1), p. 79-91, 2000.

ROBINSON, J., HARDING, J., VOUILAMOZ, J. **Wine grapes: a complete guide to 1,368 vine varieties, including their origins and flavours**. Penguin UK, 2013.

ROBY, S. M. D. S. Evolução oxidativa de vinhos alvarinho com e sem a adição de sulfitos. **Tese de Doutorado**. Católica, Escola Superior de Biotecnologia. Porto, 2020.

SANTOS, H. P. **Aspectos ecofisiológicos na condução da videira e sua influência na produtividade do vinhedo e na qualidade dos vinhos**. Comunicado técnico, Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, 2006.

SARTORI, L.; GAMBELLA, F. Comparison of mechanical and manual cane pruning operations on three varieties of grape (Cabernet Sauvignon, Merlot, and Prosecco) in Italy. **Transactions of the ASABE**, v. 57 (3), p. 701-707, 2014.

SCHALKWYK, H.; ARCHER, E. Determining optimum ripeness in wine grapes. **Wynboer: A Technical Guide for Wine Producers**. Cellar, May, 2000.

SCHUMAKER, M. R.; CHANDRA, M.; MALFEITO-FERREIRA, M.; ROSS, C. F. Influence of *Brettanomyces* ethylphenols on red wine aroma evaluated by consumers in the United States and Portugal. **Food Research International**, v. 100, p. 161-167, 2017.

SMART, R., ROBINSON, M. **Sunlight into wine: a handbook for winegrape canopy management**. Adelaide. Ed. Winetitles, p. 72, 1991.

SOMMER, K. J.; CLINGELEFFER, P. R.; SHULMAN, Y. Comparative study of vine morphology, growth, and canopy development in cane-pruned and minimal-pruned Sultana. **Australian journal of experimental agriculture**, v. 35 (2), p. 265-273, 1995.

SOMMER, K.J.; ISLAM, M.T.; CLINGELEFFER, P.R. Efeitos da luz e da temperatura na frutificação da parte aérea de *Vitis vinifera* L. cv. Sultana: influência do tipo de latada e enxertia. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 6, p. 99-108, 2000.

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

SOUSA, R. L. Aptidão de cultivares de videira para a produção de vinhos finos na Microrregião de Garanhuns, PE. **Dissertação de Mestrado**, p. 83. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2017.

SOUFLEROS, E.; BARRIOS, M. L.; BERTRAND, A. Correlation between the content of biogenic amines and other wine compounds. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 49, p. 266–278, 1998.

SILVA, L. C. D.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A. A.; MARCON FILHO, J. L. Raleio de cachos em vinhedos de altitude e qualidade do vinho da cultivar Syrah. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44 (2), p. 148-154, 2009.

SIMPSON, R. F. Some important aroma components of white wine, **Food Technology in Australia**. v. 31, p. 516-522, 1979.

STYGER, G., PRIOR, B., BAUER, F. F. Wine flavor and aroma. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v. 38, p. 1145, 2011.

ŠKRAB, D.; SIVILOTTI, P.; COMUZZO, P.; VOCE, S.; DEGANO, F.; CARLIN, S.; ARAPITISAS, P.; MASUERO, D.; VRHOVŠEK, U. Cluster thinning and vineyard site modulate the metabolomic profile of Ribolla Gialla base and sparkling wines. **Metabolites**, v. 11 (5), p. 331, 2021.

SUN, W. X.; HU, K.; ZHANG, J. X.; ZHU, X. L.; TAO, Y. S. Aroma modulation of Cabernet Gernischt dry red wine by optimal enzyme treatment strategy in winemaking. **Food Chemistry**, v. 245, p. 1248-1256, 2018.

TAO, Y.; LI, H.; WANG, H.; ZHANG, L. Volatile compounds of young Cabernet Sauvignon red wine from Changli County (China). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 21 (8), p. 689-694, 2008.

TAO, Y. S.; LI, H. Active volatiles of cabernet sauvignon wine from Changli County. **Health**, v. 1 (3), p. 176, 2009.

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

TOMASI, D.; JONES, G.V.; GIUST, M.; LOVAT, L.; GAIOTTI, F. Grapevine Phenology and Climate Change: Relationships and Trends in the Veneto Region of Italy for 1964-2009. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 63, p.329-339, 2011.

TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A. Análise mundial do clima das regiões vitícolas e de sua influência sobre a tipicidade dos vinhos: a posição da viticultura brasileira comparada 94 a 100 regiões em 30 países. **Congresso brasileiro de viticultura e enologia**. Anais, Bento Gonçalves-RS, Embrapa Uva e Vinho, 1999.

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

TONIETTO, J., PEREIRA, G. E. **A concept for the viticulture of 'tropical wines'**. Congres des terroirs vitivinicoles, Bourgogne, Champagne, 2012.

VAN LEEUWEN, C. Terroir: The effect of the physical environment on vine growth, grape ripening, and wine sensory attributes. **Managing wine quality**. Woodhead Publishing, p. 341-393, 2022.

VAN DEN DOOL, H. A. N. D.; KRATZ, P. D. A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. **Journal of Chromatography**, v. 11, p. 463-471, 1963.

VASCONCELOS, M. C.; GREVEN, M.; WINEFIELD, C. S.; TROUGHT, M. C.; RAW, V. The flowering process of *Vitis vinifera*: a review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 60 (4), p. 411-434, 2009.

VIGARA, J. J. M.; AMORES, R. A. P. Química Enológica. **Mundi-Prensa: Madrid** (Espanha), 2010.

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

VILANOVA, M.; GENISHEVA, Z.; MASA, A.; OLIVEIRA, J.M. Correlation between volatile composition and sensory properties in Spanish Albariño wines. **Microchemical Journal**, v. 95, p. 240–246. 2010.

VILANOVA, M.; ESCUDERO, A.; GRAÑA, M.; CACHO, J. Volatile composition and sensory properties of North West Spain white wines. **Food research international**, v. 54(1), p. 562-568, 2013.

WANG, J.; CAPONE, D. L.; WILKINSON, K. L.; JEFFERY, D. W. Chemical and sensory profiles of rosé wines from Australia. **Food Chemistry**, v. 196, p. 682-693, 2016.

WELLBURN, A. R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Journal Plant Physiology**, v. 144 (3), p. 307-313, 1994.

WELKE, J. E.; ZANUS, M.; LAZZAROTTO, M.; ZINI, C. A. Quantitative analysis of headspace volatile compounds using comprehensive two-dimensional gas chromatography and their contribution to the aroma of Chardonnay wine. **Food Research International**, v. 59, p. 85-99, 2014.

WINKLER, A. J.; COOK, J. A.; KLIEWER, W. M.; LIDER, L. A. **General viticulture**. Berkeley: University of California, p. 710, 1974.

WROLSTAD, R. E.; DURST, R. W.; LEE, J. Tracking color and pigment changes in anthocyanin products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 16(9), p. 423, 2005.

WU, Y. W.; PAN, Q. H.; QU, W. J.; DUAN, C. Q. Comparison of volatile profiles of nine litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) cultivars from Southern China. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, p. 9676-9681. 2009.

WURZ, D.A.; BEM, B.P.; ALLEBRANDT, R.; BONIN, B.; DALMOLIN, L.G.; CANOSSA, A.T.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A. A. Novas regiões vitivinícolas do Brasil e sua importância na evolução do vinho brasileiro. **BIO Web de Conferências**, v. 9, p.1025, 2017.

WURZ, D. A.; BONIN, B. F.; BRIGHENTI, A. F.; CANOSSA, A. T.; REINHER, J.; ALLEBRANDT, R.; BEM, B. P.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A. A. Efeito da carga de gemas da videira ‘Cabernet Franc’ na interceptação da radiação solar e na fertilidade de gemas. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 18(4), p. 453-458. 2019.

WURZ, D. A.; RUFATO, L.; BOGO, A.; ALLEBRANDT, R.; DE BEM, B. P.; MARCON FILHO, J. L.; BRIGHENTI, A. F.; BONIN, B. F. Effects of leaf removal on grape cluster architecture and control of Botrytis bunch rot in Sauvignon Blanc grapevines in Southern Brazil. **Crop Protection**, v. 131, p. 105079, 2020.

WURZ D. A.; BRIGHENTI A.F; RUFATO L.; BONIN B. F. Tempo para realização de práticas de manejo em videiras Cabernet Franc em função do aumento da carga de gemas. **Revista De Ciência E Inovação**, v. 8(1), p. 1-12, 2022.

YU, H. T.; XIE, J. XIE, L.; AI, H. TIAN, “Characterization of key aroma compounds in Chinese rice wine using gas chromatography-mass spectrometry and gas chromatography olfactometry,” **Food Chemistry**, v. 293, p. 8–14, 2019.

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

ZAMBONELLI, C.; **Microbiologia e biotecnologia dei vini: I processi biologici e le tecnologie della vinificazione**. Edizione Agricole de il Sole, v. 24, 2003.

ZAMORA, F. **Elaboración y crianza del vino tinto: Aspectos científicos y prácticos**. Ediciones Mundi Prensa, Madrid. 224p, 2003.

ZANUS, M. C; PEREIRA, G. E. **Degustação de vinhos e espumantes**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 27 (234), p. 126-13, 2006.

ZHAO, C.; SU, W.; MU, Y.; JIANG, L.; MU, Y. Correlations between microbiota with physicochemical properties and volatile flavor components in black glutinous rice wine fermentation. **Food Research International**, v. 138, p. 109800, 2020.

ZOECKLEIN, B. W.; WOLF, T. K.; PÉLANNE, L.; MILLER, M. K.; BIRKENMAIER, S. S. Effect of vertical shoot-positioned, Smart-Dyson, and Geneva double-curtain training systems on Viognier grape and wine composition. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 59 (1), p. 11-21, 2008.

ZHU, J.; SHI, J.; LU, Y.; LIU, L.; LIU, Y. Application of strains of *Geotrichum* spp. to decrease higher alcohols and to increase esters. **Journal of the Institute of Brewing**, vol. 122 (1), p. 147-155, 2016.

## 8 ANEXOS

### Anexo I



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Análise sensorial dos vinhos de variedades viníferas produzidos na região metropolitana de Curitiba, PR

**Pesquisador:** LUIZ ANTONIO BIASI

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 62582022.0.0000.0102

**Instituição Proponente:** Programa de Pós Graduação em Agronomia - Produção Vegetal

**Patrocinador Principal:** MINISTERIO DA CIENCIA, TECNOLOGIA E INOVACAO

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 5.724.220

##### Apresentação do Projeto:

Protocolo intitulado "Análise sensorial dos vinhos de variedades viníferas produzidos na região metropolitana de Curitiba, PR", oriundo do Programa de Pós Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, sob a responsabilidade do Prof. Dr. LUIZ ANTONIO BIASI e tendo como colaboradores Alberto Fontanella Brighenti, Professor da UFSC e o doutorando Bruno Farias Bonin.

Os pesquisadores trabalharão com uvas provenientes de vinhedos comerciais localizados a 975 metros acima do nível do mar no município de Campo Largo, PR (Região Metropolitana de Curitiba). O vinhedo foi conduzido em espaldeira simples no espaçamento de 2,7 m entre linhas e 1,2 m entre plantas. O ponto de colheita das uvas foi determinado de acordo com a evolução da curva de maturação, considerando a acidez total e teor de sólidos solúveis avaliados semanalmente. Foram colhidos manualmente aproximadamente 50 kg de uva de cada variedade para a elaboração dos vinhos. As microvinificações foram realizadas em uma cantina localizada na mesma propriedade onde os vinhedos estão localizados.

Foram produzidos vinhos com as seguintes variedades Cabernet Sauvignon, Merlot, Pinot Noir, Pinot Meunier, Alvarinho, Chardonnay, Viognier e Fiano durante as safras 2020, 2021 e 2022. A análise sensorial será realizada no Laboratório do Núcleo de Estudos da Uva e do Vinho da Universidade Federal de Santa Catarina (NEUVIN/UFSC), em Florianópolis/SC, por uma equipe voluntária de 10 avaliadores experientes, que foram adequadamente treinados. O grupo será

**Endereço:** Rua Padre Camargo, 285 - 1º andar  
**Bairro:** Alto da Glória **CEP:** 80.060-240  
**UF:** PR **Município:** CURITIBA  
**Telefone:** (41)3360-7259 **E-mail:** cometica.saude@ufpr.br



Continuação do Parecer: 5.724.220

composto por cinco mulheres e cinco homens, com idade variando entre 25 e 70 anos. O treinamento será realizado através de painéis sensoriais, fazendo uso do método descritivo adaptado de análise.

**Objetivo da Pesquisa:**

Segundo os pesquisadores "O objetivo desse projeto será avaliar e caracterizar os vinhos originados das variedades Cabernet Sauvignon, Merlot, Pinot Noir, Pinot Meunier, Alvarinho, Chardonnay, Viognier e Fiano produzidos nas safras 2020, 2021 e 2022 no município de Campo Largo, PR".

Ainda "Traçar o perfil sensorial dos vinhos finos através da análise descritiva quantitativa com os seguintes descritores: limpidez, aspecto geral, intensidade olfativa, nitidez, qualidade, intensidade gustativa, persistência, cor, aroma e aspecto global. Determinar quais variedades produzem os vinhos de maior qualidade".

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Segundo os pesquisadores: "Os riscos que podem ocorrer durante a pesquisa aos participantes serão: constrangimento, timidez, cansaço, baixa resistência ao álcool, dor de cabeça, vertigem e sonolência. A possibilidade para os riscos apontados serão mínimos ou nulos, uma vez que, as avaliações serão realizadas por participantes experientes e treinados".

"Os benefícios diretos ou indiretos esperados com essa pesquisa são de grande importância para o setor vitícola paranaense, pois irá auxiliar a caracterizar e determinar o potencial dos vinhos elaborados a partir das variedades viníferas da região. Outros benefícios podem ser a ingestão de resveratrol - polifenol antioxidante que colabora para uma vida saudável; de vitaminas do complexo B; e outros compostos orgânicos benéficos que são presentes nos vinhos".

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

"O delineamento experimental será em blocos casualizados completo, com 2 repetições biológicas e 8 variedades. Os dados serão processados através de estatísticas descritivas, como média, desvio padrão, coeficiente de variação, máxima, mínima e utilização de elementos gráficos. A interpretação dos resultados das análises sensoriais será realizada com base nas médias das menções dos avaliadores e os resultados apresentados graficamente. Os dados obtidos também serão submetidos a análise multivariada através a análise do componentes principais (PCA) para descrever o efeito das diferentes variedades na média das variáveis analisadas".

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os termos obrigatórios foram anexados.

**Endereço:** Rua Padre Camargo, 285 - 1º andar  
**Bairro:** Alto da Glória **CEP:** 80.060-240  
**UF:** PR **Município:** CURITIBA  
**Telefone:** (41)3360-7259 **E-mail:** cometica.saude@ufpr.br

Página 02 de 05



Continuação do Parecer: 5.724.220

Também está anexado o Edital Chamada CNPq/MCTI/FNDCT Nº 18/2021 - Faixa B - Grupos Consolidados-Universal 2021, concedendo recursos da ordem de R\$ 132.050,00 para o grande projeto

**Recomendações:**

Não há.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Todas as pendências foram atendidas:

TCLE:

No convite: solicita-se substituir o ponto e vírgula por vírgula: Pendência ATENDIDA

Item G: Solicita-se esclarecer que não há benefícios diretos para o participante avaliador. Pendência ATENDIDA

As medidas de minimização dos eventuais riscos precisam estar em concordância no projeto e no TCLE. Pendência ATENDIDA

Item K: Solicita-se acrescentar que a identidade dos participantes avaliadores será preservada. Pendência ATENDIDA.

Protocolo pode ser aprovado

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Solicitamos que sejam apresentados a este CEP, relatórios semestrais e final, a cada seis meses da primeira aprovação de seu protocolo, sobre o andamento da pesquisa, bem como informações relativas às modificações do protocolo, cancelamento, encerramento e destino dos conhecimentos obtidos, através da Plataforma Brasil - no modo: NOTIFICAÇÃO. Demais alterações e prorrogação de prazo devem ser enviadas no modo EMENDA. Lembrando que o cronograma de execução da pesquisa deve ser atualizado no sistema Plataforma Brasil antes de enviar solicitação de prorrogação de prazo. Emenda – ver modelo de carta em nossa página: [www.cometica.ufpr.br](http://www.cometica.ufpr.br) (obrigatório envio)

- Favor inserir em seu TCLE e TALE o número do CAAE e o número deste Parecer de aprovação, para que possa aplicar aos participantes de sua pesquisa, conforme decisão da Coordenação do

**Endereço:** Rua Padre Camargo, 285 - 1º andar  
**Bairro:** Alto da Glória **CEP:** 80.060-240  
**UF:** PR **Município:** CURITIBA  
**Telefone:** (41)3360-7259 **E-mail:** [cometica.saude@ufpr.br](mailto:cometica.saude@ufpr.br)

Página 03 de 05



UFPR - SETOR DE CIÊNCIAS  
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PARANÁ -  
SCS/UFPR



Continuação do Parecer: 5.724.220

CEP/SD de 13 de julho de 2020.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2002701.pdf	11/10/2022 23:42:03		Aceito
Outros	Projeto_Aprovado_CNPq.pdf	11/10/2022 23:40:31	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Outros	CARTA_DE_CORRECOES.docx	11/10/2022 23:38:50	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Detalhado_Bonin_corrigido.docx	11/10/2022 23:36:35	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_CONSENTIMENTO_LIVRE_E_ESCLARECIDO_CORRIGIDO.docx	11/10/2022 23:36:06	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Detalhado_Bonin.docx	27/08/2022 11:53:49	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_CONSENTIMENTO_LIVRE_E_ESCLARECIDO.docx	27/08/2022 11:49:35	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Outros	Concordancia_de_Coparticipacao_UFSC_assinado.pdf	27/08/2022 11:44:58	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Declaração de concordância	Concordancia_servicos_envolvidos.pdf	25/08/2022 15:21:11	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Outros	TERMO_DE_SOLICITACAO_DE_USO_DE_IMAGEM_PARA_PESQUISA.docx	25/08/2022 15:18:37	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Outros	Declaracao_compromisso.pdf	18/08/2022 16:19:06	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Outros	Checklist.pdf	18/08/2022 16:18:34	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Outros	ATA_COLEGIADO.pdf	18/08/2022 16:18:06	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Outros	Analise_de_merito_cientifico.pdf	18/08/2022 16:17:39	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Solicitação Assinada pelo Pesquisador Responsável	Carta_de_encaminhamento_do_pesquisador_ao_CEP.pdf	18/08/2022 16:16:33	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO.pdf	18/08/2022	LUIZ ANTONIO	Aceito

Endereço: Rua Padre Camargo, 285 - 1º andar

Bairro: Alto da Glória

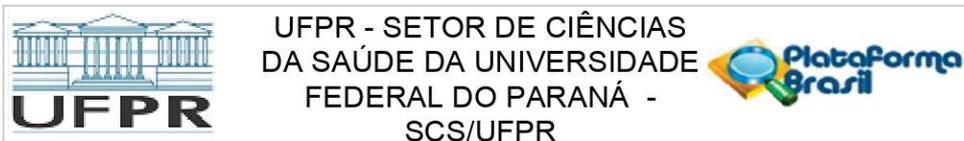
CEP: 80.060-240

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3360-7259

E-mail: cometica.saude@ufpr.br



Continuação do Parecer: 5.724.220

Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO.pdf	16:12:21	BIASI	Aceito
----------------	--------------------	----------	-------	--------

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

CURITIBA, 26 de Outubro de 2022

---

**Assinado por:**  
**IDA CRISTINA GUBERT**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Rua Padre Camargo, 285 - 1º andar  
**Bairro:** Alto da Glória **CEP:** 80.060-240  
**UF:** PR **Município:** CURITIBA  
**Telefone:** (41)3360-7259 **E-mail:** cometica.saude@ufpr.br

## Anexo II

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA - UFSC



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Elaborado pela Instituição Coparticipante

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Análise sensorial dos vinhos de variedades viníferas produzidos na região metropolitana de Curitiba, PR

**Pesquisador:** LUIZ ANTONIO BIASI

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 62582022.0.3001.0121

**Instituição Proponente:** CCA - Centro de Ciências Agrárias

**Patrocinador Principal:** MINISTERIO DA CIENCIA, TECNOLOGIA E INOVACAO

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 5.744.395

#### Apresentação do Projeto:

As informações que seguem e as elencadas nos campos "Objetivo da pesquisa" e "Avaliação dos riscos e benefícios" foram retiradas do arquivo PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_...pdf, de 11/10/2022, preenchido pelos pesquisadores.

Segundo os pesquisadores:

Resumo:

O Brasil apresenta um crescimento importante no panorama mundial do vinho, resultado oriundo de um forte movimento de modernização dos vinhedos e do parque industrial vitícola, permitindo o aperfeiçoamento das tradicionais regiões, assim como a consolidação de novas áreas produtoras. Entretanto, novas regiões vitícolas carecem de informações técnico-científicas sobre o desempenho de diferentes variedades de uvas viníferas assim como dos vinhos produzidos. O Objetivo desse trabalho é avaliar sensorialmente os vinhos de oito variedades de uvas viníferas (Cabernet Sauvignon, Merlot, Pinot Noir, Pinot Meunier, Alvarinho, Chardonnay, Viognier e Fiano) produzidos em Campo Largo, PR (Região metropolitana de Curitiba). Os vinhos serão analisados sensorialmente através da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), com o propósito de definir os atributos importantes para caracterização do produto e medir a intensidade destes.

**Endereço:** Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 701  
**Bairro:** Trindade **CEP:** 88.040-400  
**UF:** SC **Município:** FLORIANOPOLIS  
**Telefone:** (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 5.744.395

**Hipótese:**

As variedades viníferas Cabernet Sauvignon, Merlot, Pinot Noir, Pinot Munier, Alvarinho, Chardonnay, Viognier e Fiano apresentam uma maturação tecnológica e fenólica adequada para a produção de vinhos finos, quando cultivadas na região metropolitana de Curitiba, PR. Os vinhos produzidos na região metropolitana de Curitiba-PR apresentam características desejáveis quanto a produção de vinhos finos.

**Metodologia Proposta:**

As uvas foram provenientes de vinhedos comerciais localizados a 975 metros acima do nível do mar no município de Campo Largo, PR (Região Metropolitana de Curitiba). O vinhedo foi conduzido em espaldeira simples no espaçamento de 2,7 m entre linhas e 1,2 m entre plantas. O ponto de colheita das uvas foi determinado de acordo com a evolução da curva de maturação, considerando a acidez total e teor de sólidos solúveis avaliados semanalmente. Foram colhidos manualmente aproximadamente 50 kg de uva de cada variedade para a elaboração dos vinhos. As microvinificações foram realizadas em uma cantina localizada na mesma propriedade onde os vinhedos estão localizados. Foram produzidos vinhos com as seguintes variedades Cabernet Sauvignon, Merlot, Pinot Noir, Pinot Meunier, Alvarinho, Chardonnay, Viognier e Fiano durante as safras 2020, 2021 e 2022. A análise sensorial será realizada no Laboratório do Núcleo de Estudos da Uva e do Vinho da Universidade Federal de Santa Catarina (NEUVIN/UFSC), em Florianópolis/SC, por uma equipe voluntária de 10 avaliadores experientes, que foram adequadamente treinados. O grupo será composto por cinco mulheres e cinco homens, com idade variando entre 25 e 70 anos. O treinamento será realizado através de painéis sensoriais, fazendo uso do método descritivo adaptado de análise. Durante a sessão preliminar os objetivos do experimento serão explicados em detalhes e a equipe será treinada para utilização dos descritores da ficha de análise sensorial para vinhos utilizada no presente estudo. Todos os avaliadores assinarão o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme determinação do Comitê de Ética em Pesquisa. As análises sensoriais serão realizadas nos dias 06, 07 e 08 de Dezembro. Serão realizadas sessões diárias de aproximadamente 3 horas, onde serão analisadas em média 15 amostras de vinho, respeitando a temperatura de serviço para brancos e tintos (6° a 12°C e, 14° a 16°C, respectivamente), e a utilização de taças de cristal padrão ISO (ISO 3591:1977) codificadas com três dígitos aleatórios. As amostras de 50 mL serão servidas

**Endereço:** Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 701  
**Bairro:** Trindade **CEP:** 88.040-400  
**UF:** SC **Município:** FLORIANOPOLIS  
**Telefone:** (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 5.744.395

individualmente aos avaliadores em sala sob temperatura controlada de 20°C, sob luz branca. Entre uma amostra e outra será disponibilizada água em temperatura ambiente, biscoito cream-cracker e maçã picada sem casca para limpar o paladar. Para análise sensorial serão utilizadas as fichas descritivas para vinhos desenvolvidas pela OIV e adaptadas pelo pesquisador Dr. Vinicius Caliari em 2018. Os avaliadores estabelecerão por meio de escala estruturada, notas que irão variar entre excelente e insuficiente. Para a avaliação visual serão avaliados os critérios de limpidez e o aspecto geral. Para o componente olfativo serão avaliados a intensidade, a nitidez e a qualidade. Para as características gustativas serão avaliados a intensidade, a nitidez, a qualidade e a persistência. Ao final será dada uma nota para o aspecto global da amostra avaliada. Na ficha de avaliação também haverá uma tabela para a descrição de notas específicas relacionadas a cor, aroma e sabor dos vinhos adaptando o modelo de intensidade relativa, utilizando uma escala não estruturada com valores de 0 a 9, sendo 0 considerado a inexistência do descritor avaliado, e 9 a máxima intensidade. Os descritores utilizados serão baseados em características quanto à aparência, aroma, e sabor, sendo eles: intensidade de cor e notas de aroma e sabor sendo elas: frutas vermelhas, frutas secas, frutas tropicais, cítrico, vegetal e herbáceo, floral, mineral, especiarias, adocicados e madeira. O delineamento experimental será em blocos casualizados completo, com 2 repetições biológicas e 8 variedades. Os dados serão processados através de estatísticas descritivas, como média, desvio padrão, coeficiente de variação, máxima, mínima e utilização de elementos gráficos.

**Critério de Inclusão:**

Os participantes serão incluídos quando atenderem os seguintes critérios: ter idade entre 25 a 70 anos; não ser gestante; não ser fumante; não ser alérgico a vinho; ser saudável; não fazer uso de medicamentos incompatíveis com a ingestão de álcool.

**Critério de Exclusão:**

A exclusão caberá quando um dos critérios de inclusão não for atendido ou faltar no dia das análises.

**Objetivo da Pesquisa:**

**Objetivo Primário:**

O objetivo desse projeto será avaliar e caracterizar os vinhos originados das variedades Cabernet Sauvignon, Merlot, Pinot Noir, Pinot Meunier, Alvarinho, Chardonnay, Viognier e Fiano produzidos nas safras 2020, 2021 e 2022 no município de Campo Largo, PR.

**Endereço:** Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 701  
**Bairro:** Trindade **CEP:** 88.040-400  
**UF:** SC **Município:** FLORIANOPOLIS  
**Telefone:** (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 5.744.395

**Objetivo Secundário:**

Traçar o perfil sensorial dos vinhos finos através da análise descritiva quantitativa com os seguintes descritores: limpidez, aspecto geral, intensidade olfativa, nitidez, qualidade, intensidade gustativa, persistência, cor, aroma e aspecto global. Determinar quais variedades produzem os vinhos de maior qualidade.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

**Riscos:**

Os riscos que podem ocorrer durante a pesquisa aos participantes serão: constrangimento, timidez, cansaço, baixa resistência ao álcool, dor de cabeça, vertigem e sonolência.

A possibilidade para os riscos apontados serão mínimos ou nulos, uma vez que, as avaliações serão realizadas por participantes experientes e treinados.

**Benefícios:**

Os participantes não terão benefícios diretos, mas a pesquisa trará benefícios indiretos de grande importância para o setor vitivinícola paranaense, pois irá auxiliar na caracterização dos vinhos elaborados a partir das variedades viníferas na Região Metropolitana de Curitiba. Este resultado vai ser muito útil para a vitivinicultura local, que terá a tipificação dos vinhos produzidos, que é muito importante para o reconhecimento do consumidor e agregação de valor ao vinho produzido.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Informações retiradas primariamente do formulário com informações básicas sobre a pesquisa gerado pela Plataforma Brasil e/ou do projeto de pesquisa e demais documentos postados, conforme lista de documentos e datas no final deste parecer.

Tese de doutorado de BRUNO FARIAS BONIN, orientada pelo Prof. Dr. LUIZ ANTONIO BIASI DO Programa de Pós Graduação em Agronomia - Produção Vegetal da Universidade Federal do Paraná.

A co-participação da UFSC no projeto de pesquisa consiste em efetuar através do Laboratório do Núcleo de Estudos da Uva e do Vinho da Universidade Federal de Santa Catarina (NEUVIN/CCA/UFSC), de responsabilidade do Prof. Dr. Alberto Fontanella

Brighenti, as avaliações sensoriais dos vinhos de variedades viníferas produzidos na região metropolitana de Curitiba (Cabernet Sauvignon, Merlot, Pinot Noir, Pinot Meunier, Alvarinho, Chardonnay, Viognier e Fiano) durante as safras 2020, 2021 e 2022, por uma equipe voluntária

**Endereço:** Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 701  
**Bairro:** Trindade **CEP:** 88.040-400  
**UF:** SC **Município:** FLORIANOPOLIS  
**Telefone:** (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 5.744.395

de 10 avaliadores experientes, que foram adequadamente treinados. O grupo será composto por cinco mulheres e cinco homens, com idade variando entre 25 e 70 anos. O treinamento será realizado através de painéis sensoriais, fazendo uso do método descritivo adaptado para análise de vinhos. Durante a sessão preliminar os objetivos do experimento serão explicados em detalhes e a equipe será treinada para utilização dos descritores que constam na ficha de análise sensorial para vinhos utilizada no presente estudo. Todos os avaliadores assinarão o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e serão realizadas nos dias 06, 07 e 08 de Dezembro. O TCLE apresentado, já aprovado pelo CEPESH/UFPR, atende a todas as exigências da Resolução CNS nº466/12.

Financiamento: [ MINISTERIO DA CIENCIA, TECNOLOGIA E INOVACAO, Chamada CNPq/MCTI/FNDCT Nº 18/2021 - Faixa B - Grupos Consolidados, SIGLA: Universal 2021].

País de origem: [ Brasil ].

Número de participantes na Instituição co-participante : [ 10 ].

Previsão de início da coleta de dados na unidade co-participante: [ 06/12/2022 a 09/12/2022 no formulário PB ].

Previsão de término do estudo: [ 12/12/2022 a 17/01/2023 no formulário PB ].

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Vide campo "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações."

**Recomendações:**

Vide campo "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações."

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

A co-participação da UFSC no projeto de pesquisa em questão não apresenta pendências ou inadequações, pela aprovação.

**Endereço:** Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 701  
**Bairro:** Trindade **CEP:** 88.040-400  
**UF:** SC **Município:** FLORIANOPOLIS  
**Telefone:** (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 5.744.395

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Outros	Projeto_Aprovado_CNPq.pdf	11/10/2022 23:40:31	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Outros	CARTA_DE_CORRECOES.docx	11/10/2022 23:38:50	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Detalhado_Bonin_corrigido.docx	11/10/2022 23:36:35	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_CONSENTIMENTO_LIVR E_E_ESCLARECIDO_CORRIGIDO.doc x	11/10/2022 23:36:06	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Detalhado_Bonin.docx	27/08/2022 11:53:49	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_CONSENTIMENTO_LIVR E_E_ESCLARECIDO.docx	27/08/2022 11:49:35	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Outros	Concordancia_de_Coparticipacao_UFS C_ assinado.pdf	27/08/2022 11:44:58	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Outros	TERMO_DE_SOLICITACAO_DE_USO_ DE_IMAGEM_PARA_PESQUISA.docx	25/08/2022 15:18:37	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Outros	Declaracao_compromisso.pdf	18/08/2022 16:19:06	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Outros	Checklist.pdf	18/08/2022 16:18:34	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Outros	ATA_COLEGIADO.pdf	18/08/2022 16:18:06	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Outros	Analise_de_merito_cientifico.pdf	18/08/2022 16:17:39	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Endereço:** Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 701  
**Bairro:** Trindade **CEP:** 88.040-400  
**UF:** SC **Município:** FLORIANOPOLIS  
**Telefone:** (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 5.744.395

FLORIANOPOLIS, 07 de Novembro de 2022

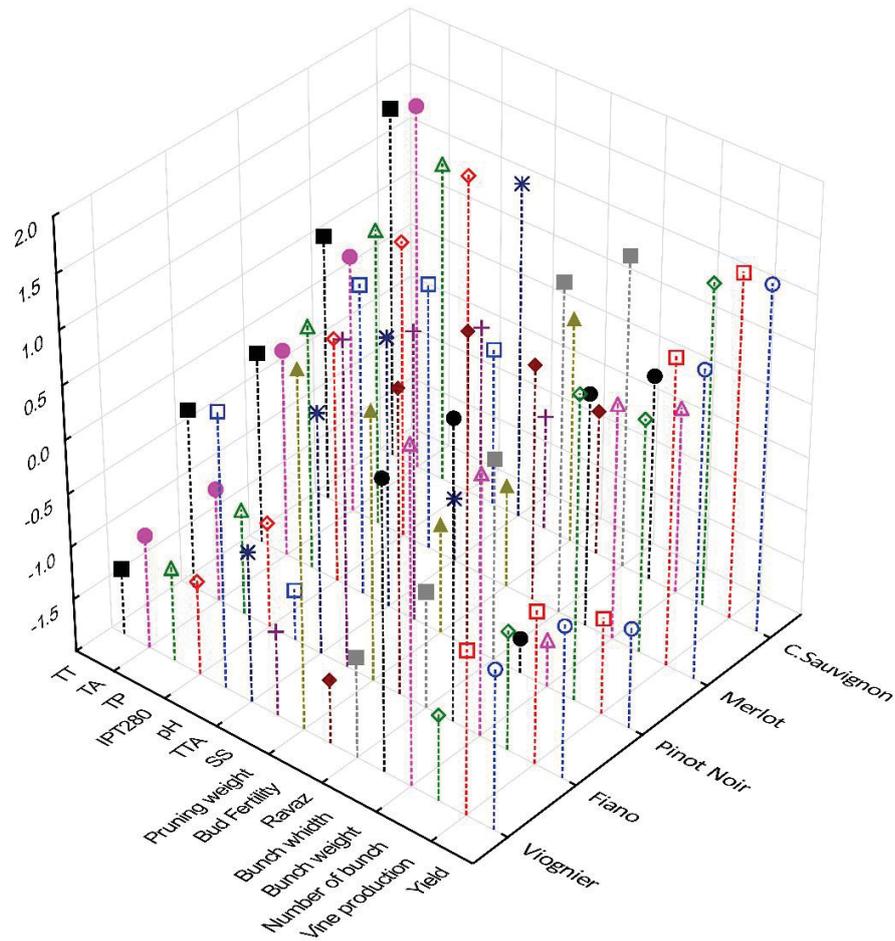
---

**Assinado por:**  
**Nelson Canzian da Silva**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 701  
**Bairro:** Trindade **CEP:** 88.040-400  
**UF:** SC **Município:** FLORIANOPOLIS  
**Telefone:** (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

Página 07 de 07

### Anexo III



**Anexo III.** Gráfico 3D da Análise de componentes principais (PCA) das cultivares Cabernet Sauvignon, Fiano, Merlot, Pinot Noir e Viognier para as safras 2016/2017, 2017/2018, 2019/2020, 2020/2021 e 2021/2022 utilizando produtividade (Yi), produção por videira (ViPr ), número de cachos por videira (NuBu), massa do cacho (BuWe), comprimento de cacho (Buwi), massa da poda (PrWe), índice de Ravaz (Ri), índice de fertilidade (BuFe), teores de sólidos solúveis (SS), acidez titulável ( AT), pH, índice de polifenóis totais (IPT280), polifenóis totais (TP), Teor antocianinas (TTA) e Taninos (TT).

Anexo IV

Degustador: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Amostra N°							
Descritores		Excelente	Muito Bom	Bom	Regular	Insuficiente	Nota
Visual	Limpidez	5	4	3	2	1	
	Aspecto	10	8	6	4	2	
Olfato	Intensidade	8	7	6	4	2	
	Nitidez	6	5	4	3	2	
	Qualidade	16	14	12	10	8	
Gosto	Intensidade	8	7	6	4	2	
	Nitidez	6	5	4	3	2	
	Qualidade	22	19	16	13	10	
	Persistência	8	7	6	5	4	
Aspecto Global		11	10	9	8	7	
Total de Pontos							

VINHO	VISUAL
Tipo: ( ) Tinto ( ) Branco ( ) Rosé	
Tonalidade: * Branco: ( ) Branco ( ) Verdeal ( ) Palha ( ) Dourado ( ) Âmbar	
* Rose: ( ) Rosado ( ) Cereja ( ) Clarete ( ) Castanho	
* Tinto: ( ) Púrpura ( ) Rubi ( ) Granada ( ) Tijolo ( ) Âmbar	
Aparência: ( ) Brilhante ( ) Límpido ( ) Velado ( ) Turvo	
Halo: ( ) Ausente ( ) Presente: ( ) Pouco espesso ( ) Espessura média ( ) Muito espesso	
Evolução: ( ) Jovem ( ) Pronto ( ) Maduro ( ) Evoluído	
Efervescência: ( ) Tranquilo ( ) Frisante ( ) Espumante	
Intensidade: ( ) Claro ( ) Intermediário ( ) Escuro	
Transparência: ( ) Transparente ( ) Pouco Transp ( ) Leve opacidade ( ) Opaco	
Lágrimas: ( ) Muitas e densas ( ) Poucas e fluidas	
<b>OLFATIVO</b>	
Defeito: ( ) Franco ( ) Defeituoso	
Identificação: ( ) Fragrante ( ) Etéreo	
Intensidade: ( ) Intenso ( ) Médio ( ) Ligeiro ( ) Tênuo	
Complexidade: ( ) Complexo ( ) Diverso ( ) Médio ( ) Carente	
Aromas: ( ) Fruta (vermelhas, bosque, negras, caroço, tropicais, geleia, compota)	
( ) Fruta Seca (ameixa seca, damasco, figo, avelãs, nozes, amêndoas)	
( ) Flor (flores brancas, rosas, violetas, gerânios)	
( ) Herbáceo (grama cortada, feno, pimentão verde, hortelã, funcho)	
( ) Especiaria (cravo, canela, pimenta preta, noz moscada, anis, alcaçuz)	
( ) Epireumático (tostados, chocolate, café torrado, defumado,)	
( ) Terroso (húmus, cogumelo, trufa negra, suis bois)	
( ) Madeira (cedro, coco, baunilha)	
( ) Animal (couro, carne, caça, suor, xixi de gato)	
( ) Químico (esmalte, remédio, acetona)	
( ) Petróleo (alcatrão, querosene)	
<b>GUSTATIVO</b>	
Açúcar: ( ) Seco ( ) Meio seco ( ) Meio doce ( ) Doce	
Corpo: ( ) Encorpado ( ) Médio ( ) Pouco corpo ( ) Magro	
Tanino: ( ) Tânico ( ) Equilibrado ( ) Fraco ( ) Ausente	
Textura do tanino: ( ) Aveludado ( ) Macio ( ) Lig. Áspero ( ) Rasgante	
Álcool: ( ) Quente ( ) Equilibrado ( ) Pouco álcool ( ) Fraco	
Acidez: ( ) Ácido ( ) Fresco ( ) Médio ( ) Chato	
Persistência: ( ) M. Longa "+15 seg" ( ) Longa "10-15" ( ) Média "10-5" ( ) Curta "-5"	
Retrogosto: ( ) Agradável ( ) Neutro ( ) Desagradável	

Anexo IV. Ficha de avaliação dos vinhos.

## Anexo V

Compostos voláteis identificados, tempos de retenção em minutos de cada substância, Índice de Kovaltz (KI) experimental e teórico, limiares de percepção e descritores de aroma dos vinhos produzido na Campo Largo, PR, safras 2020/2021 e 2021/2022.

Composto	Tempos de Retenção (min)	KI Exp	KI Teórico	Limiar de percepção ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	Descritores de aroma
Isoamyl alcohol	3.726	707.3	706	30000	Floral, mel, fruta <sup>a</sup>
Ethyl butanoate	5.085	782.2	778	20	Fruta, banana, abacaxi, morango <sup>b</sup>
Ethyl lactate	5.423	797.7	848	154636	Solvente, acetona <sup>s</sup>
4-methyl-pentanol	6.324	833.6	838	-	Sem descritor, derivado da fermentação <sup>d</sup>
Ethyl-2-methylbutanoate	6.470	838.9	***	18	Morango, bala de frutas <sup>e</sup>
Ethyl isovalerate	6.572	842.6	858	3	Fruta, maçã <sup>e</sup>
Hexanol	7.133	861.7	871	8000	Flor, grama cortada, resina, herbáceo <sup>b</sup>
Isoamyl acetate	7.343	868.4	***	30	Banana, abacaxi, morango <sup>l, p</sup>
2-Methyl butyl acetate	7.409	870.5	881	25	Abacaxi, banana, fruta <sup>f, g</sup>
Ethyl hexanoate	11.698	994.1	998	14	Fruta, maçã verde, morango, especiarias <sup>h, i</sup>
Hexyl acetate	12,178	1007.3	1009	700	Maça, pera, fruta, cereja <sup>i, j, l</sup>
2-Ethylhexanol	12,737	1024.0	***	5200	Cítrico, herbáceo <sup>t</sup>
Ethyl 2-hexanoate	13.317	1040.5	1044	5	Pimenta, doce, terroso <sup>s</sup>
2-Nonanone	15.071	1086.5	***	15	Herbáceo, fruta <sup>r</sup>
Linalool	15.334	1092.9	1097	25	Floral, lavanda <sup>e, q</sup>
Nonanal	15.491	1096.7	1101	15	Cítrico, herbáceo <sup>t</sup>
Phenylethyl alcohol	15.939	1110.4	***	70210	Floral, flores rosas, perfume <sup>b, n</sup>

Diethyl succinate	18.255	1182.2	1179	200000	Vinho, fruta, caramelo, terroso <sup>t,i</sup>
Ethyl-octanoate	18.664	1193.9	1127	580	Melão, madeira <sup>s</sup>
Citronellol	19.428	1226.1	1226	100	Cravo, especiaria, limão <sup>p,q</sup>
Ethyl-2-phenylacetate	19.794	1243.2	1247	250	Fruta, abacaxi <sup>p</sup>
2-Phenyl ethyl acetate	20.056	1255.2	1258	250	Floral, doce <sup>o</sup>
p-Ethylguaiacol	20.527	1276.4	***	33	Animal, contaminação <sup>u</sup>
Caprylic acid	20.246	1370.3	***	420	Animal, solvente <sup>n</sup>
$\beta$ -Damascenone	22.446	1381.8	1385	0,05	Floral, torta de maçã, mel <sup>l,m</sup>
Ethyl decanoate	22.568	1388.8	1396	200	Fruta, uva <sup>v</sup>

\*\*\*Caracterização baseada pelo software NIST com acima 90% de similaridade. <sup>a</sup> Carpena et al. (2020), <sup>b</sup> Wu et al. (2019), <sup>c</sup> Molina et al. (2009), <sup>d</sup> Lijun et al. (2021), <sup>e</sup> Pereira et al. (2014), <sup>f</sup> Jiang and Zhang (2010), <sup>g</sup> Yu et al. (2019), <sup>h</sup> Chen et al. (2013), <sup>i</sup> Gambeta et al. (2014), <sup>j</sup> Noguerol-Pato et al. (2009), <sup>l</sup> Peng et al. (2013), <sup>m</sup> Escudero et al. (2007), <sup>n</sup> Feng et al. (2017), <sup>o</sup> Zhao et al. (2020), <sup>p</sup> Lu et al. (2022), <sup>q</sup> Tao et al. (2008), <sup>r</sup> Li et al. (2008), <sup>s</sup> Mayr et al. (2014), <sup>t</sup> Wang et al. (2016), <sup>u</sup> Milheiro et al. (2019), <sup>v</sup> Welke et al. (2014).

## Anexo VI

Concentração dos compostos voláteis identificados nos vinhos das cultivares Cabernet Sauvignon, Fiano, Merlot, Pinot Noir e Viognier (2020/2021 e 2021/2022). Campo Largo, PR, Brasil.

<b>Cultivar / Composto (<math>\mu\text{g L}^{-1}</math>)</b>	<b>Cabernet Sauvignon</b>	<b>Fiano</b>	<b>Merlot</b>	<b>Pinot Noir</b>	<b>Viognier</b>
Isoamyl alcohol	139490 $\pm$ 8158	90966 $\pm$ 2891	143568 $\pm$ 26800	110782 $\pm$ 2527	86229 $\pm$ 3469
Ethyl butanoate	2 $\pm$ 0,2	3 $\pm$ 0,9	3 $\pm$ 0,4	5 $\pm$ 0,4	3 $\pm$ 1,8
Ethyl lactate	67 $\pm$ 50	203 $\pm$ 38	95 $\pm$ 46	23 $\pm$ 7	23 $\pm$ 4
4-methyl pentanol	29 $\pm$ 6	61 $\pm$ 9	31 $\pm$ 10	18 $\pm$ 5	27 $\pm$ 25
Ethyl-2-methylbutanoate	24 $\pm$ 5	260 $\pm$ 46	43 $\pm$ 9	18 $\pm$ 4	26 $\pm$ 7
Ethyl isovalerate	5 $\pm$ 2	17 $\pm$ 2	5 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	7 $\pm$ 3
Hexanol	1824 $\pm$ 472	1553 $\pm$ 327	949 $\pm$ 242	1211 $\pm$ 86	2169 $\pm$ 315
Isoamyl acetate	2202 $\pm$ 322	539 $\pm$ 272	1306 $\pm$ 228	1794 $\pm$ 124	1788 $\pm$ 1491
2-Methyl butyl acetate	366 $\pm$ 178	131 $\pm$ 53	298 $\pm$ 82	201 $\pm$ 4	267 $\pm$ 204
Ethyl hexanoate	1256 $\pm$ 376	1571 $\pm$ 328	726 $\pm$ 132	1402 $\pm$ 93	2576 $\pm$ 839
Hexyl acetate	31 $\pm$ 14	6 $\pm$ 3	10 $\pm$ 5	65 $\pm$ 5	103 $\pm$ 115
2-Ethyl hexanol	21 $\pm$ 13	19 $\pm$ 6	15 $\pm$ 2	28 $\pm$ 2	9 $\pm$ 4
Ethyl-2-hexanoate	17 $\pm$ 11	31 $\pm$ 8	17 $\pm$ 3	16 $\pm$ 5	37 $\pm$ 29
2-Nonanone	4 $\pm$ 1	38 $\pm$ 15	5 $\pm$ 2	4 $\pm$ 1	30 $\pm$ 11

Linalool	14 ± 15	27 ± 28	13 ± 9	8 ± 3	13 ± 14
Nonanal	5 ± 2	6 ± 2	4 ± 1	4 ± 2	9 ± 7
Phenylethyl alcohol	16020 ± 2904	17678 ± 4731	18624 ± 3989	8838 ± 814	8103 ± 3714
Diethyl succinate	2344 ± 1280	10814 ± 3374	1868 ± 59	973 ± 209	2991 ± 2008
Ethyl-octanoate	18 ± 15	719 ± 489	18 ± 4	28 ± 15	37 ± 33
Citronellol	152 ± 54	93 ± 68	100 ± 5	179 ± 11	396 ± 59
Ethyl-2-phenylacetate	7 ± 1	507 ± 319	5 ± 2	4 ± 1	16 ± 2
2-Phenyl ethyl acetate	107 ± 93	21 ± 4	24 ± 10	35 ± 1	13 ± 4
4-Ethylguaiacol	2 ± 0,7	7 ± 2,6	3 ± 2,0	5 ± 0,3	1 ± 0,7
Caprylic acid	239 ± 171	275 ± 79	144 ± 24	252 ± 9	351 ± 71
β-Damascenone	1,0 ± 0,1	2,1 ± 0,4	0,7 ± 0,1	1,3 ± 0,3	1,4 ± 0,6
Ethyl decanoate	63 ± 26	100 ± 66	52 ± 12	17 ± 4	23 ± 41

---

Os dados foram expressos como média ± desvio padrão. Os valores são a média das safras 2020/2021 e 2021/2022. As análises foram realizadas ao menos em duplicata.

## Anexo VII

Valor de odor ativo (VOA) dos compostos voláteis identificados nos vinhos das cultivares Cabernet Sauvignon, Fiano, Merlot, Pinot Noir e Viognier (2020/2021 e 2021/2022). Campo Largo, PR, Brasil.

<b>Cultivar / Composto (VOA)</b>	<b>Cabernet Sauvignon</b>	<b>Fiano</b>	<b>Merlot</b>	<b>Pinot Noir</b>	<b>Viognier</b>
Isoamyl alcohol	4,6496	3,0322	4,7856	3,6927	2,8743
Ethyl butanoate	0,1221	0,1739	0,1254	0,2297	0,1419
Ethyl lactate	0,0004	0,0013	0,0006	0,0001	0,0001
4-methyl pentanol	---	---	---	---	---
Ethyl-2- methylbutanoate	1,3334	14,4442	2,4031	0,9870	1,4605
Ethyl isovalerate	1,6625	5,5188	1,7711	0,6666	2,2845
Hexanol	0,2279	0,1941	0,1185	0,1513	0,2711
Isoamyl acetate	73,4021	17,7507	43,5360	59,8266	59,6154
2-Methyl butyl acetate	14,6200	5,2540	11,9524	8,0485	10,6754
Ethyl hexanoate	89,6799	112,2231	51,8491	100,1470	184,0411
Hexyl acetate	0,04487	0,00840	0,0145	0,09256	0,1470
2-Ethyl hexanol	0,0040	0,0036	0,0028	0,0054	0,0016
Ethyl-2-hexanoate	3,4940	6,1433	3,3590	3,1730	7,3602
2-Nonanone	0,2808	2,5592	0,3550	0,2617	2,0224

Linalool	0,5666	1,0816	0,5391	0,3258	0,5007
Nonanal	0,3123	0,4116	0,2956	0,2366	0,5822
Phenylethyl alcohol	0,2281	0,0053	0,2652	0,1258	0,1154
Diethyl succinate	0,0117	0,0540	0,0093	0,0048	0,0149
Ethyl-octanoate	0,0316	1,2390	0,0309	0,0476	0,0634
Citronellol	1,5161	0,9305	1,0041	1,7886	3,9561
Ethyl-2-phenylacetate	0,0275	2,0267	0,0201	0,0159	0,0626
2-Phenyl ethyl acetate	0,4281	0,0853	0,0976	0,1384	0,0533
4-Ethylguaiacol	0,0603	0,2211	0,0888	0,1365	0,03679
Caprylic acid	0,5691	0,6543	0,3428	0,5999	0,8362
$\beta$ -Damascenone	19,6201	41,5625	14,0780	25,7696	26,2683
Ethyl decanoate	0,3128	0,4996	0,2612	0,0832	0,1128

---

Os valores são a média das safras 2020/2021 e 2021/2022. As análises foram realizadas ao menos em duplicata.

## Anexo VIII

Concentração dos compostos voláteis identificados nos vinhos das cultivares Alvarinho, Chardonnay e Pinot Meunier (2020/2021 e 2021/2022). Campo Largo, PR, Brasil.

<b>Cultivar / Composto (<math>\mu\text{g L}^{-1}</math>)</b>	<b>Pinot Meunier</b>	<b>Chardonnay</b>	<b>Alvarinho</b>
Isoamyl alcohol	60148 $\pm$ 5369	118810 $\pm$ 5856	145299 $\pm$ 2471
Ethyl butanoate	6 $\pm$ 1,9	4 $\pm$ 2,7	5 $\pm$ 0,1
Ethyl lactate	7 $\pm$ 8	23 $\pm$ 15	15 $\pm$ 3
4-methyl pentanol	19 $\pm$ 9	43 $\pm$ 15	96 $\pm$ 1
Ethyl-2-methylbutanoate	17 $\pm$ 12	112 $\pm$ 144	65 $\pm$ 3
Ethyl isovalerate	3 $\pm$ 0,4	8 $\pm$ 1,9	9 $\pm$ 0,3
Hexanol	1165 $\pm$ 53	1870 $\pm$ 336	691 $\pm$ 13
Isoamyl acetate	2334 $\pm$ 1068	1817 $\pm$ 553	1079 $\pm$ 48
2-Methyl butyl acetate	201 $\pm$ 153	293 $\pm$ 118	163 $\pm$ 17
Ethyl hexanoate	3577 $\pm$ 331	2873 $\pm$ 1020	2079 $\pm$ 444
Hexyl acetate	29 $\pm$ 12	20 $\pm$ 15	18 $\pm$ 1
2-Ethyl hexanol	21 $\pm$ 1,9	15 $\pm$ 3,2	2 $\pm$ 1,3
Ethyl-2-hexanoate	24 $\pm$ 4	39 $\pm$ 19	163 $\pm$ 27
2-Nonanone	6 $\pm$ 1,1	11 $\pm$ 3,7	3 $\pm$ 0,5
Linalool	4 $\pm$ 1,0	16 $\pm$ 1,3	11 $\pm$ 0,5

Nonanal	4 ± 0,4	4 ± 1,6	7 ± 0,3
Phenylethyl alcohol	6645 ± 3066	2388 ± 384	17280 ± 5836
Diethyl succinate	2509 ± 1312	3394 ± 2172	2795 ± 113
Ethyl-octanoate	25 ± 9	748 ± 137	21 ± 7
Citronellol	621 ± 141	423 ± 121	468 ± 17
Ethyl-2-phenylacetate	7 ± 4	323 ± 76	5 ± 1
2-Phenyl ethyl acetate	45 ± 36	9 ± 4	79 ± 2
4-Ethylguaiacol	1 ± 0,3	3 ± 2,3	1 ± 0,2
Caprylic acid	307 ± 89	266 ± 133	1245 ± 1049
β-Damascenone	5,8 ± 1,7	1,4 ± 0,2	2,6 ± 1,7
Ethyl decanoate	43 ± 10	115 ± 95	145 ± 160

Os dados foram expressos como média ± desvio padrão. Os valores são a média das safras 2020/2021 e 2021/2022. As análises foram realizadas ao menos em duplicata.

## Anexo IX

Valor de odor ativo (VOA) dos compostos voláteis identificados nos vinhos das cultivares Alvarinho, Chardonnay e Pinot Meunier (2020/2021 e 2021/2022). Campo Largo, PR, Brasil.

<b>Cultivar / Composto (VOA)</b>	<b>Pinot Meunier</b>	<b>Chardonnay</b>	<b>Alvarinho</b>
Isoamyl alcohol	2,004962	3,960359	4,843331
Ethyl butanoate	0,322161	0,181725	0,245689
Ethyl lactate	0,000047	0,000149	0,000099
4-methyl pentanol	---	---	---
Ethyl-2- methylbutanoate	0,965763	6,249238	3,632897
Ethyl isovalerate	0,888536	2,550781	2,839768
Hexanol	0,145625	0,233709	0,086313
Isoamyl acetate	77,82334	60,58877	35,96501
2-Methyl butyl acetate	8,052432	11,71999	6,553204
Ethyl hexanoate	255,4941	205,1928	148,5051
Hexyl acetate	0,041565	0,02963	0,02503
2-Ethyl hexanol	0,004064	0,002944	0,000291
Ethyl-2-hexanoate	4,861887	7,846361	32,67519
2-Nonanone	0,416993	0,75332	0,184468
Linalool	0,177905	0,650288	0,45366

Nonanal	0,246872	0,299987	0,457745
Phenylethyl alcohol	0,094647	0,034017	0,246116
Diethyl succinate	0,012545	0,016973	0,013976
Ethyl-octanoate	0,042369	1,290544	0,036922
Citronellol	6,210632	4,228691	4,675239
Ethyl-2-phenylacetate	0,027268	1,292334	0,018894
2-Phenyl ethyl acetate	0,180195	0,037379	0,314064
4-Ethylguaiacol	0,029468	0,080286	0,039261
Caprylic acid	0,732009	0,543073	2,964041
$\beta$ -Damascenone	115,1052	27,7521	51,36194
Ethyl decanoate	0,214826	0,576804	0,722785

Os valores são a média das safras 2020/2021 e 2021/2022. As análises foram realizadas ao menos em duplicata.