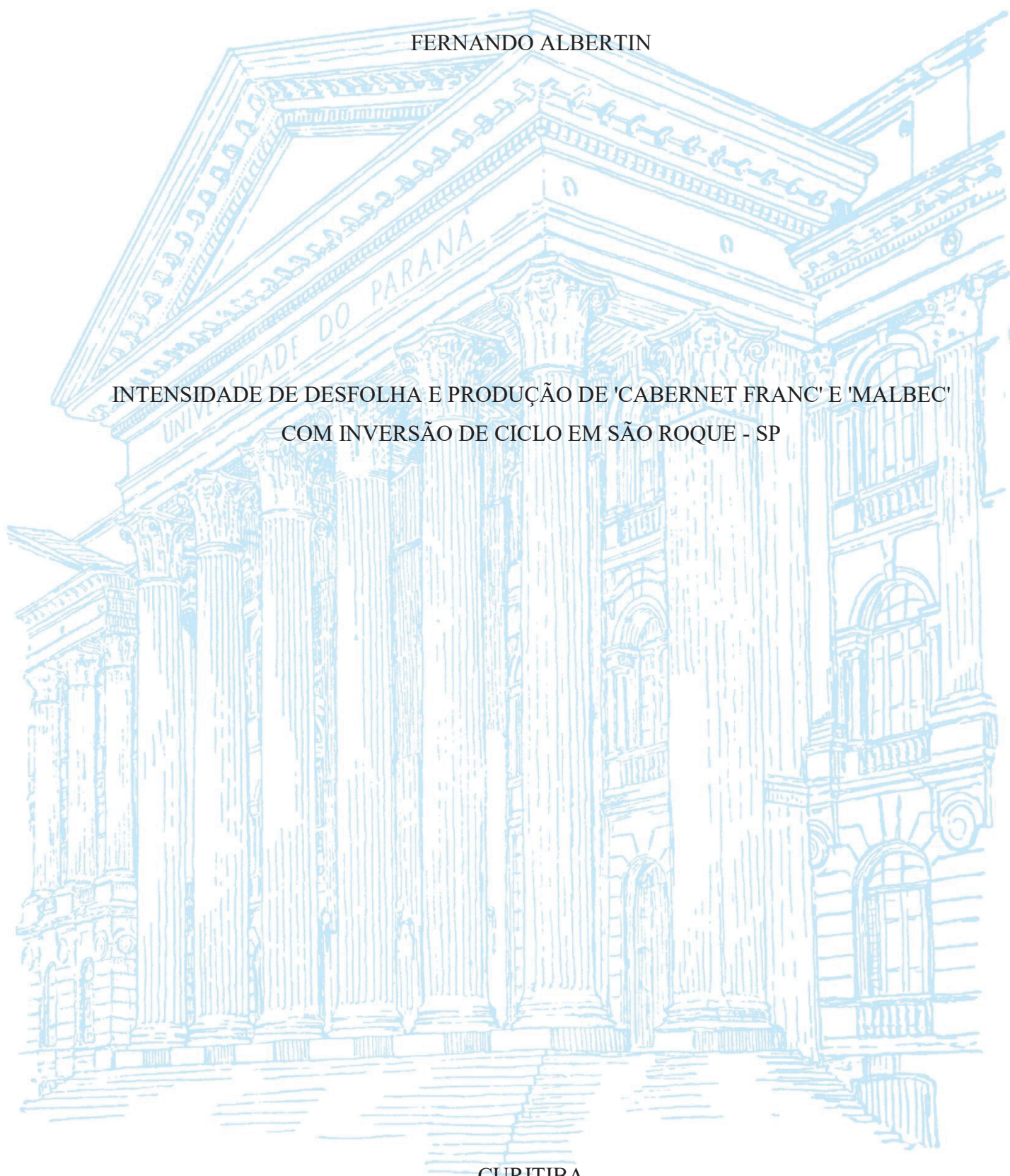


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FERNANDO ALBERTIN

INTENSIDADE DE DESFOLHA E PRODUÇÃO DE 'CABERNET FRANC' E 'MALBEC'  
COM INVERSÃO DE CICLO EM SÃO ROQUE - SP



CURITIBA

2024

FERNANDO ALBERTIN

INTENSIDADE DE DESFOLHA E PRODUÇÃO DE 'CABERNET FRANC' E 'MALBEC'  
COM INVERSÃO DE CICLO EM SÃO ROQUE - SP

Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação em Agronomia Produção Vegetal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal).

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antonio Biasi

Coorientador: Prof. Dr. Willian dos Santos Triches

CURITIBA

2024

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

Albertin, Fernando

Intensidade de desfolha e produção de 'Cabernet Franc' e  
'Malbec' com inversão de ciclo em São Roque - SP/ Fernando  
Albertin. – Curitiba, 2024.

1 recurso online: PDF.

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

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antonio Biasi

Coorientador: Prof. Dr. Willian dos Santos Triches

1. Vinho e vinificação. 2. Compostos Fenólicos. 3. Desfolhamento.  
4. Poda. I. Biasi, Luiz Antonio. II. Triches, Willian dos Santos. III.  
Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em  
Agronomia (Produção Vegetal). IV. Título.

Bibliotecária: Telma Terezinha Stresser de Assis CRB-9/944



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 **FERNANDO ALBERTIN** intitulada: **INTENSIDADE DE DESFOLHA E PRODUÇÃO DE 'CABERNET FRANC' E 'MALBEC' COM INVERSÃO DE CICLO EM SÃO ROQUE - SÃO PAULO**, 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, 09 de Maio de 2024.

Assinatura Eletrônica  
10/05/2024 16:00:35.0  
LUIZ ANTONIO BIASI  
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica  
10/05/2024 15:33:36.0  
ALESSANDRO JEFFERSON SATO  
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - SETOR  
PALOTINA)

Assinatura Eletrônica  
10/05/2024 19:17:04.0  
WILLIAN DOS SANTOS TRICHES  
Coorientador(a)

Assinatura Eletrônica  
13/05/2024 15:51:52.0  
MAURO BRASIL DIAS TOFANELLI  
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e irmãos, e familiares, pelo apoio e incentivo em continuar estudando.

Ao meu orientador Prof. Dr. Luiz Antonio Biasi pelo suporte, paciência, ensinamentos oferecidos ao longo do meu trabalho.

Ao meu Co-orientador Prof. Dr. Willian dos Santos Triches do Instituto Federal de São Roque por toda ajuda prestada, compreensão, e ter acreditado no meu potencial.

À Vinícola Góes por ter cedido a área para a condução do experimento, oferecendo total apoio e parceria.

À Prof. Dr. Neuza Mariko Aymoto Hassimotto da Universidade de São Paulo pela parceria e suporte nas análises químicas.

Aos meus amigos e companheiros de laboratório.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

E todos aqueles que colaboraram de forma direta ou indireta com a pesquisa.

*“A criação de um mundo único vem de um grande número de fragmentos e caos”*

Hayao Miyazaki

## RESUMO

A vitivinicultura brasileira vem ao longo dos anos aperfeiçoando técnicas de manejo, visando a obtenção de matéria prima de qualidade para produção de vinhos finos. A técnica de inversão de ciclo, permite por meio da transferência da colheita para meses com temperaturas amenas, baixas precipitações e com boa amplitude térmica, produzir uvas com uma maturação mais longa e com maior sanidade. O sucesso desta técnica, principalmente na região Sudeste, levou à criação dos vinhos de colheita de inverno. O município de São Roque - SP destaca-se como um polo produtor de uvas, passando a ter mais destaque com a implementação da técnica de inversão de ciclo, elaborando vinhos finos de qualidade e competitivos no mercado. Este trabalho foi dividido em três partes, com experimento desenvolvido em vinhedo comercial não irrigado, sustentado em espaldeira e conduzido em cordão duplo esporonado na cidade de São Roque - SP. O primeiro experimento teve o objetivo de caracterizar a produção e evolução da maturação das cultivares Cabernet Franc e Malbec, o segundo, foi elaborar modelos matemáticos para estimativas de área foliar e validar o uso do ceptômetro para índice de área foliar e o terceiro, foi encontrar a intensidade de desfolha ideal para melhoria da qualidade das bagas e do vinho. Os resultados obtidos demonstraram que a cultivar Cabernet Franc produz bagas menores e cachos mais soltos, enquanto a Malbec, mais compactos e com bagas maiores. Embora a produção por planta da cultivar Malbec tenha sido mais elevada do que 'Cabernet Franc', ambas apresentaram desequilíbrio vegetativo, com índice de Ravaz abaixo de cinco. Por outro lado, a maturação tecnológica e fenólica das bagas alcançaram valores satisfatórios e com potencial enológico para a produção de vinhos finos. No segundo experimento foram estudados modelos matemáticos para estimativa da área foliar, até então inexistentes para as cultivares submetidas à técnica de inversão de ciclo, que foram validados para uso em campo. O emprego de tecnologias na vitivinicultura é uma realidade cada vez mais frequente, equipamentos como o ceptômetro, que estimam o índice de área foliar é uma alternativa, porém sob o protocolo estabelecido, a validação não ocorreu. No terceiro experimento foram avaliadas diferentes intensidades de desfolha (sem desfolha, 20%, 30%, 40% e 50%), aliadas à técnica de inversão de ciclo, que demonstraram efeitos benéficos progressivos com o aumento da intensidade. O teor de sólidos solúveis e o pH não foram afetados, mas houve incremento no teor de polifenóis totais em função do aumento do nível de desfolha. Os vinhos elaborados, com 40% e 50% de desfolha de Cabernet Franc, e 30% de Malbec, destacaram-se na análise sensorial.

Palavras - chave: *Vitis vinifera*; dupla-poda; vinhos de inverno; vinificação; remoção de folhas; compostos fenólicos; área foliar; análise sensorial.

## ABSTRACT

Over the years, Brazilian vitiviniculture has been perfecting management techniques in order to obtain quality raw materials for the production of fine wines. The cycle inversion technique makes it possible to produce longer-ripening, healthier grapes by shifting the harvest to months with mild temperatures, low rainfall and a good temperature range. The success of this technique, especially in the Southeast, has led to the creation of winter harvest wines. The municipality of São Roque - SP stands out as a grape-growing center, becoming more prominent with the implementation of the cycle inversion technique, producing quality fine wines that are competitive on the market. This work was divided into three parts, with an experiment carried out in a non-irrigated commercial vineyard, supported on espaliers and conducted on a double spurred cordon in the city of São Roque - SP. The first experiment aimed to characterize the production and ripening evolution of the Cabernet Franc and Malbec cultivars, the second was to develop mathematical models for leaf area estimates and validate the use of the leaf area index ceptometer and the third was to find the ideal defoliation intensity to improve the quality of the berries and wine. The results obtained showed that the Cabernet Franc cultivar produces smaller berries and looser bunches, while the Malbec produces more compact and larger berries. Although the production per plant of the Malbec cultivar was higher than that of 'Cabernet Franc', both showed vegetative imbalance, with a Ravaz index below five. On the other hand, the technological and phenolic ripeness of the berries reached satisfactory values and had oenological potential for the production of fine wines. In the second experiment, mathematical models for estimating leaf area were studied, which until then had not existed for the cultivars subjected to the cycle inversion technique, and were validated for use in the field. The use of technology in viticulture is an increasingly frequent reality, and equipment such as the ceptometer, which estimates the leaf area index, is an alternative, but under the established protocol, validation did not take place. The third experiment evaluated different defoliation intensities (no defoliation, 20%, 30%, 40% and 50%), combined with the cycle inversion technique, which showed progressive beneficial effects with increasing intensity. The soluble solids content and pH were not affected, but there was an increase in the total polyphenol content as a result of the increase in the level of defoliation. The wines made with 40% and 50% Cabernet Franc and 30% Malbec defoliation stood out in the sensory analysis.

Keywords: *Vitis vinifera*; double-pruning; winter wines; winemaking; leaf removal; phenolic compounds; leaf area; sensory analysis.



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>10</b>
<b>2 CAPÍTULO 1 - PROPRIEDADES VITI-ENOLÓGICAS DE ‘CABERNET FRANC’ E ‘MALBEC’ PRODUZIDAS COM INVERSÃO DE CICLO EM SÃO ROQUE - SÃO PAULO .....</b>	<b>12</b>
2.1 INTRODUÇÃO .....	12
2.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	14
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
2.4 CONCLUSÕES .....	28
REFERÊNCIAS .....	28
<b>3 CAPÍTULO 2 - MODELOS ALOMÉTRICOS PARA ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR E VALIDAÇÃO DO CEPTÔMETRO NA DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR EM CULTIVARES DE <i>VITIS VINIFERA</i> COM INVERSÃO DE CICLO .....</b>	<b>33</b>
3.1 INTRODUÇÃO .....	33
3.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	35
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
3.4 CONCLUSÕES .....	42
REFERÊNCIAS .....	43
<b>4 CAPÍTULO 3 - INTENSIDADE DE DESFOLHA ASSOCIADA À TÉCNICA DE INVERSÃO DE CICLO NAS CULTIVARES CABERNET FRANC E MALBEC.....</b>	<b>46</b>
4.1 INTRODUÇÃO .....	46
4.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	48
4.3 RESULTADOS.....	54
4.4 DISCUSSÃO .....	67
4.5 CONCLUSÕES .....	72
REFERÊNCIAS .....	72
<b>REFERÊNCIAS GERAIS .....</b>	<b>78</b>

<b>APÊNDICE 1 ANÁLISE DO SOLO A 10-20 CM DE PROFUNDIDADE DA ÁREA EXPERIMENTAL EM 2021 .....</b>	<b>88</b>
<b>APÊNDICE 2 MODELO DE FICHA UTILIZADA PARA ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA DE VINHOS FINOS TINTOS COM DIFERENTES INTENSIDADES DE DESFOLHA EM SISTEMA DE INVERSÃO DE CICLO.....</b>	<b>89</b>
<b>ANEXO 1 PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA .....</b>	<b>90</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Com o crescimento e a diversificação da vitivinicultura no Brasil, que se estende desde a região sul até o nordeste, a modernização e novas técnicas de cultivo e vinificação têm sido ferramentas importantes na busca de vinhos finos de qualidade e, conseqüentemente, por uma maior competitividade no mercado nacional e mundial. O país conta com uma diversidade de solos e condições climáticas que permitem a utilização de diversas cultivares de uvas na produção de vinhos. Essa busca por qualidade e maior competitividade levou ao emprego de novas técnicas, como a inversão de ciclo ou dupla-poda, que tem definido como um dos avanços da vitivinicultura no Brasil, buscando produzir vinhos mais complexos e interessantes.

A técnica de inversão de ciclo é a ferramenta responsável pela criação da viticultura de inverno, principalmente na região Sudeste, em especial nos estados de São Paulo e Minas Gerais. As condições básicas necessárias para a utilização da técnica, são regiões com altitude superior à 700 metros, outonos/invernos menos chuvosos e com dias quentes e noites frias durante o processo de maturação. Os vinhos produzidos com essa técnica, denominados vinhos de inverno, são frutos de uma colheita realizada na estação outono/inverno, a qual permite uma maturação mais longa, com maior amplitude térmica e um menor regime de chuvas, conseqüentemente as bagas passam a ter uma riqueza química maior em comparação com as colheitas de verão, que estão sob risco de condições climáticas adversas, como altas temperatura e pluviosidade.

No panorama nacional, a região de São Roque é um polo na produção de vinhos, ligada pela sua historicidade à imigração italiana e portuguesa e sua prática de produção de vinhos, que se destacam como um dos elementos econômicos fundamentais da região, gerando empregos, renda e se desdobrando em outras atividades como turismo regional, gastronomia e afins. Também é um fator definidor suas condições geográficas, incluindo localização em relação a polos consumidores, relevo e topografia, disponibilidade de recursos hídricos e nutricionais no solo, entre outros. Essa situação cria na localidade uma atividade que propicia também o desenvolvimento de pesquisas ligadas ao cultivo das uvas buscando cada vez mais o aprimoramento da matéria prima para elaboração de vinhos finos.

A prática da desfolha, associada à inversão de ciclo, vem ao encontro dessa busca por produtos mais elaborados, refinados e competitivos no mercado nacional de vinhos. A desfolha, atuando nos efeitos da exposição solar conjuntamente ao processo de aeração, resulta em um amadurecimento mais uniforme e sadio, resultando em uvas com mais

qualidade e menor incidência de doenças fúngicas ocasionais. A inversão de ciclo também altera os momentos de produção das videiras, permitindo um amadurecimento mais prolongado com desenvolvimento de compostos aromáticos e fenólicos mais interessantes. Sendo assim, a associação destas técnicas de manejo podem colaborar com melhores resultados na produção de vinhos finos de inverno, que estão cada vez mais presente no mercado.

Considerando o avanço da técnica de inversão de ciclo com foco na elaboração de vinhos finos no estado de São Paulo, há a necessidade que estudos sejam desenvolvidos para fornecer resultados aos produtores e vinícolas. Estas informações podem abranger tanto a escolha de cultivares quanto ao manejo agrônômico mais adequado.

Desta forma, este trabalho teve a finalidade de avaliar as cultivares Cabernet Franc e Malbec produzidas com a técnica de inversão de ciclo no município de São Roque - São Paulo. Para tanto, o estudo foi dividido em três capítulos em formato de artigo. Na primeira, foram estudados as variáveis produtivas, relação entre o crescimento vegetativo e a produção, e a evolução da maturação tecnológica e fenólica das bagas. Na segunda parte do estudo, como complemento às informações de equilíbrio vegetativo e produtivo, e a inexistência de modelos matemáticos capazes de estimar a área foliar de videiras submetidas à técnica de inversão de ciclo, foram elaboradas e testadas equações matemáticas. Além disso, o uso de tecnologias à campo, como por exemplo o ceptômetro AccuPAR®, para obtenção de índices de área foliar, validações são necessárias nesse novo sistema de poda utilizada. Na última parte, foi avaliado a associação da técnica de inversão de ciclo com diferentes intensidades de desfolha, assim como seu resultado na produção de vinhos finos elaborados a partir de cada nível de desfolha empregado.

## 2 CAPÍTULO 1 - PROPRIEDADES VITI-ENOLÓGICAS DE ‘CABERNET FRANC’ E ‘MALBEC’ PRODUZIDAS COM INVERSÃO DE CICLO EM SÃO ROQUE - SÃO PAULO

### RESUMO

A técnica de inversão de ciclo promove através da transferência da colheita para meses com temperaturas mais amenas e baixas precipitações, uma maturação mais completa e com sanidade, sendo estes elementos fundamentais na elaboração dos vinhos de colheita de inverno. Desta forma, o objetivo do trabalho foi caracterizar as cultivares Cabernet Franc e Malbec, manejadas com a técnica de inversão de ciclo na região de São Roque - SP, quanto aos parâmetros produtivos, relação entre o crescimento vegetativo e a produção, e a evolução da maturação tecnológica e fenólica das bagas. O experimento foi desenvolvido em vinhedo comercial não irrigado, sustentado em espaldeira e conduzido em cordão duplo esporonado. Os resultados obtidos demonstraram que ‘Cabernet Franc’ produz em média 1,71 kg.planta<sup>-1</sup>, cachos mais soltos e com média de 64,2 g. Por outro lado, a ‘Malbec’ produz em média 3,12 kg.planta<sup>-1</sup>, apresentando cachos mais compactos e pesados, com média de 114,3 g e bagas de 1,71 g. Ambas cultivares apresentam índice de Ravaz (IR) abaixo do recomendado, sendo 1,9 para ‘Cabernet Franc’ e 3,6 para ‘Malbec’. A maturação tecnológica seguiu um mesmo padrão de evolução para as cultivares, com pequenas variações. O acúmulo de sólidos solúveis alcançou valores acima de 21 °Brix e acidez total abaixo da faixa de 5-6 g.L<sup>-1</sup>. A maturação fenólica, em especial dos polifenóis totais (PT) e antocianinas totais (AT), seguiu uma tendência de acúmulo ao longo do processo de maturação. A cultivar Cabernet Franc apresentou valores médios de 415,28 mgEAG.100g<sup>-1</sup> e 279,67 mg.100g<sup>-1</sup> de AT. Já a cultivar Malbec obteve resultados de 1371,06 mgEAG.100g<sup>-1</sup> e 726,18 mg.100g<sup>-1</sup> de AT.

Palavras - chave: *Vitis vinifera*; dupla-poda; vinhos de inverno; safra de inverno.

### 2.1 INTRODUÇÃO

A vitivinicultura brasileira vem ao longo dos anos aperfeiçoando técnicas de manejo e estudos de adaptabilidade das cultivares de acordo com sua aptidão. Iniciada nos anos 2000 e efetivada a partir de 2010, a técnica de inversão de ciclo foi responsável por demarcar, principalmente a Região Sudeste, como uma nova área vitícola no país, com uma prática denominada viticultura de inverno (Pereira et al., 2020).

Inverter o ciclo natural da videira através de duas podas, uma de formação e outra de produção, com uma única colheita no outono ou inverno, permite a obtenção de uvas com maiores concentrações de açúcares e compostos fenólicos. A transferência da colheita para

meses com baixa precipitação e noites mais frias e dias quentes contribui para o sucesso da técnica, permitindo de forma lenta e com sanidade, o completo processo de maturação. Esta matéria prima de qualidade possibilita a elaboração de vinhos com um perfil fenólico mais complexo e distinto, originando os vinhos de inversão de ciclo ou vinho de colheita de inverno.

A região de São Roque - SP, vem explorando cada vez mais o mercado de vinhos finos e deixa para trás um passado marcado pela produção de uvas e vinhos de mesa. A cidade é um polo emergente dentro desse novo cenário vitivinícola, devido à proximidade com o mercado consumidor da capital do estado e também por fatores de manejo, como por exemplo, o emprego da técnica de inversão de ciclo em 2015.

O sucesso da técnica pode ser comprovado através de estudos realizados, como em Três Corações - MG, com a cultivar Syrah, na qual foi observado maior conteúdo de compostos fenólicos nas bagas, e ganhos no índice de cor, além do aumento dos teores de açúcares, que levou à não chaptalização do mosto (Mota et al., 2009; Favero et al., 2011). Recentemente, com a aplicação e consequente desenvolvimento da técnica, surge um interesse em conhecer melhor seus detalhes, como a relação copa e porta-enxerto (Dias et al., 2017), e o entendimento do espaço geográfico para a consolidação de um *Terroir* (Brant et al., 2021).

O potencial de um vinho de qualidade está conectado à aptidão da uva e ao metabolismo da planta, sendo a composição química das bagas influenciada por fatores como manejo (poda, condução, controle fitossanitário, manejo do dossel e adubação), topografia e condições ambientais (Giovaninni e Manfroi, 2013; Magalhães, 2015). Considerando que a técnica de inversão promove melhorias na maturação tecnológica e fenólica das bagas para produção de vinhos finos, existe a necessidade de maiores estudos com diferentes cultivares, caracterizando-as e buscando um manejo agrônomico mais adequado para cada região.

Desta forma, o objetivo do trabalho foi caracterizar as cultivares Cabernet Franc e Malbec, manejadas com a técnica de inversão de ciclo na região de São Roque - SP, quanto aos parâmetros produtivos, relação entre o crescimento vegetativo e a produção, e a evolução da maturação tecnológica e fenólica das bagas. Esta caracterização buscou verificar o potencial agrônomico e enológico destas cultivares, colaborando com a demarcação da tipicidade da região.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

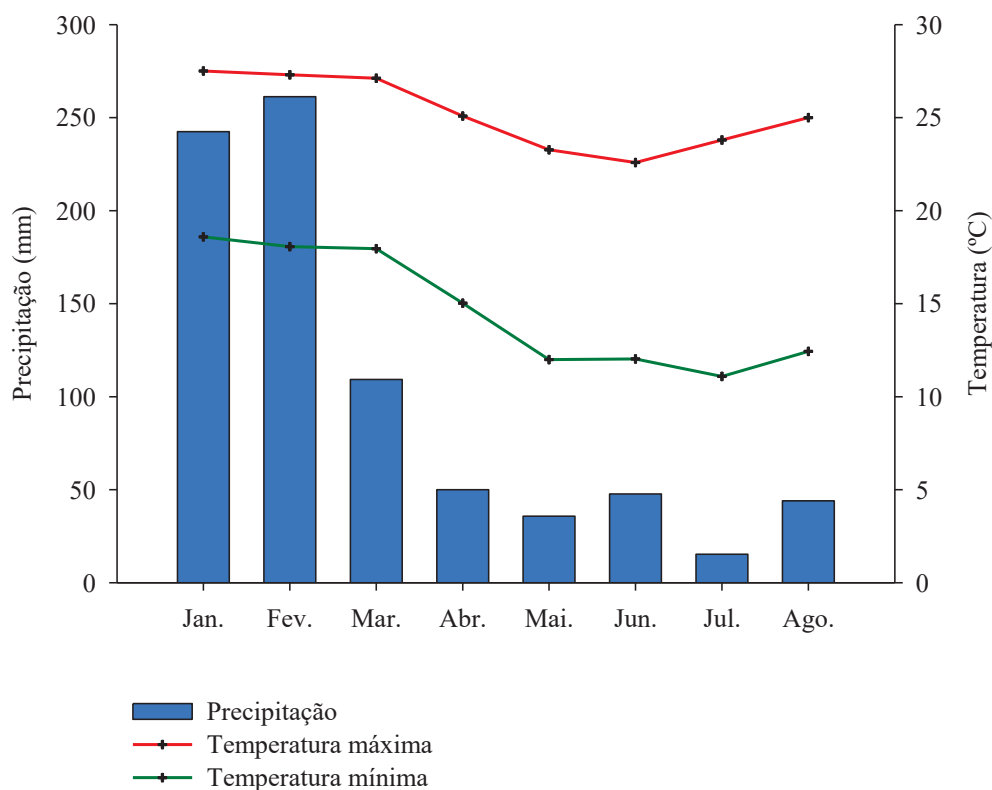
O experimento foi conduzido em vinhedo comercial não irrigado, situado no município de São Roque - SP, sob as coordenadas 23°35'37,5'' S e 47°9'40'' O e com altitude de 890 metros, durante as safras 2020, 2021, 2022 e 2023. O clima da região é, segundo Koppen, Cfb - clima subtropical úmido sem estação seca e verão temperado (Alvares et al., 2013), com temperaturas médias variando entre 23,1°C no mês mais quente (fevereiro), e 15,5°C no mês mais frio (julho) (Abramides et al., 2019). A classe de solo da região é PVA15 - Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado ou proeminente, textura média, argilosa ou média/argilosa, fase relevo ondulado e forte ondulado (Rossi, 2017).

A técnica de inversão de ciclo foi realizada por meio de duas podas distintas. A primeira foi a poda de formação, com uma poda curta, deixando duas gemas nos esporões, realizada em setembro, com eliminação da inflorescência advinda da brotação. A segunda poda foi de produção, com uma poda longa, deixando de seis a oito gemas por vara, realizada entre final de dezembro a meados de janeiro e com aplicação localizada de cianamida hidrogenada nas duas gemas apicais.

As cultivares Cabernet Franc (clone 214) e Malbec (clone 596) foram introduzidas em 2011 na mesma área, sobre o porta-enxerto Paulsen 1103, com espaçamento de 1,5 x 2,5 metros. As plantas foram sustentadas em espaldeira com altura do primeiro fio de arame de 0,9 m, conduzidas em cordão duplo esporonado e submetidas à técnica de inversão de ciclo. As linhas foram mantidas limpas e as entre linhas com cobertura espontânea mantida roçada. O manejo do dossel constituiu em: remoção de folhas em torno dos cachos durante o estágio 73 (grão chumbinho) de acordo com a escala Biologische Bundesanstalt für Land und Forstwirtschaft, Bundessortenamt und Chemische Industrie (BBCH) (Lorenz et al., 1995); sem desponte; pulverizações de inseticidas ou fungicidas, assim como adubações realizadas de acordo com recomendações técnicas; e utilização de tela anti granizo branca para cobrir a região dos cachos, a partir do estágio de mudança de cor contra ataques de pragas e animais silvestres.

Os dados meteorológicos durante o período de estudo, referentes às temperaturas, foram obtidos da NASA Power através do Rural Clima (2024), sendo a precipitação coletada *in locu* (Figura 1).

Figura 1. Médias mensais das temperaturas máximas, temperaturas mínimas e pluviosidades em São Roque - SP, durante o período produtivo de 2020 a 2023.



Fonte: o autor (2024).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), contendo duas cultivares com 10 repetições cada, sendo três plantas por parcela, onde duas tinham função de bordadura. A caracterização física dos cachos de cada cultivar foi realizada por meio da escolha de cinco cachos com massas próximas à média geral da parcela e, as bagas através de 50 bagas coletadas aleatoriamente com três repetições.

A produção por planta, assim como a caracterização dos cachos foi determinada através de uma balança digital (Original Line, linha premium) no momento da colheita. Foram avaliados os seguintes parâmetros produtivos: massa total dos cachos por planta; número de cachos por planta; massa média dos cachos; e produtividade por hectare. Para a caracterização dos cachos das cultivares foram avaliados: massa média do cacho; número médio de bagas; massa média das bagas por cacho; massa média do engaço por cacho; e índice de compacidade dos cachos através da fórmula:  $IC = \text{massa do cacho (g)} \cdot \text{comprimento do cacho (cm)}^{-2}$  (Tello e Ibáñez, 2014). Para a caracterização das bagas foram avaliados: massa média da baga; massa média das cascas; número de sementes por baga; e massa média de sementes.



A estimativa da área foliar foi realizada durante a colheita, na qual contou-se o número total de ramos por planta, sendo destes, selecionados 10 ramos localizados no terço médio do cordão esporonado. Em cada ramo selecionado, foi medido o comprimento da nervura central de todas as folhas utilizando uma régua graduada em cm, sendo a área foliar estimada pelo modelo matemático proposto por Delrot et al. (2010):  $Y = 0,6812 (\text{nervura central})^2 + 0,8067 (\text{nervura central}) - 5,17024$ . A área foliar total por planta foi determinada pela a área foliar do ramo multiplicado pelo número de ramos por planta. As folhas com nervuras  $\leq 3$  cm não foram utilizadas, conforme recomendações de Lopes e Pinto (2000).

A mensuração do equilíbrio entre o crescimento vegetativo e produtivo foi obtido através do índice de Ravaz (IR). O índice foi calculado pela divisão da produção de uvas (kg) obtida numa safra, pela massa de ramos (kg) podados no inverno seguinte.

A maturação tecnológica e fenólica da uva foi avaliada a partir do estágio de mudança de cor (81) até a colheita (89), segundo a escala fenológica BBCH. Foram coletadas semanalmente de forma aleatória, 50 bagas com três repetições para cada cultivar, sendo os pedicelos retirados para obtenção do mosto e separação das cascas e sementes.

A partir do mosto obtido pela maceração das bagas determinou-se os sólidos solúveis totais (SST) (°Brix), potencial hidrogeniônico (pH) e acidez total titulável a pH 7 expresso em ácido tartárico (AT) ( $\text{g.L}^{-1}$ ), conforme a metodologia da OIV (2024).

Para a obtenção dos compostos fenólicos das cascas, extratos foram preparados de acordo com metodologia adaptada de Pereira et al. (2005) e Pereira et al. (2020). Foram trituradas cinco gramas de cascas limpas com 50 mL de álcool etílico 96% em um Mixer de 600 W por 1 minuto e 40 segundos. A extração ocorreu a frio, entre 0 a 5 °C, por um período de uma hora, e agitação a cada 10 minutos. Em seguida, os extratos foram centrifugados por 15 min a 3500 rpm (rotação por minuto) e a parte sobrenadante armazenada em freezer até início das análises químicas.

O índice de polifenóis totais (IPT 280) foi obtido através da espectrofotometria com absorvância de 280 nm (Rizzon, 2010), utilizando os extratos alcoólicos de ‘Cabernet Franc’ e ‘Malbec’ diluídos em água deionizada na proporção 1:10 e 1:30, respectivamente. Os valores de polifenóis totais (PT) foram expressos em  $\text{mg.L}^{-1}$  de ácido gálico, estimados por uma curva padrão estabelecida.

As concentrações de antocianinas totais (AT) ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) foram determinadas pelo método de descoloração com bissulfito de sódio e espectrofotometria com absorvância de 520 nm (Zamorra, 2003). Já os taninos totais (TT) ( $\text{g.L}^{-1}$ ) foram mensurados pelo método de

hidrólise ácida e espectrofotometria com absorvância de 550 nm, proposto por Zamorra (2003).

Para a análise dos resultados, foi realizada uma média dos dados das quatro safras avaliadas, com exceção da safra 2022 em relação aos parâmetros produtivos e o equilíbrio entre o crescimento vegetativo e produtivo, devido a ocorrência do distúrbio fisiológico filagem ou regressão dos cachos. As curvas de maturação tecnológica e fenólica foram avaliadas através da análise de regressão, com exceção de taninos totais, na qual foi representado por um gráfico de barras. Os demais parâmetros avaliados neste estudo foram apresentados em forma de médias com desvio padrão.

## **2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A produção de uvas tintas finas destinadas à elaboração de vinhos de inverno, através da técnica de inversão de ciclo na região de São Roque - SP, passou a ser empregada a partir de 2015 e desde então o aprimoramento e estudo de cultivares potenciais vem sendo realizados. Neste contexto, as cultivares Cabernet Franc e Malbec são utilizadas como matéria prima para a produção de vinhos de qualidade (equilíbrio entre os aspectos analíticos e organolépticos), originando os vinhos de colheita de inverno e posterior adesão ao selo vinho de inverno. No entanto, as características vitivinícola, que traçam o perfil neste espaço geográfico precisam ser identificadas e demarcadas.

O estudo abordou as safras de 2020 a 2023, com condições meteorológicas avaliadas a partir da poda de produção (Figura 1). A temperatura é importante para o processo de maturação e desenvolvimento da baga, sendo a faixa de 18°C a 33°C, considerada ótima para a fotossíntese (Jackson e Lombardi, 1993), o que coloca as safras do estudo, dentro de condições satisfatórias. A maior amplitude térmica encontrada na produção de outono/inverno aliada à baixos índices pluviométricos, são favoráveis não só ao acúmulo de açúcares, mas também à intensificação dos aromas e compostos fenólicos, em especial a antocianina (Magalhães, 2015). A pluviosidade no início da segunda poda favorece a formação dos ramos e desenvolvimento da planta, muito embora os cuidados com ataques fúngicos não devam ser ignorados. Porém, no decorrer da maturação à colheita, a redução das chuvas e temperaturas mais amenas permitem um processo de maturação mais longo com uma colheita de maior sanidade e qualidade.

Os parâmetros produtivos das cultivares Cabernet Franc e Malbec conduzidas com a técnica de inversão de ciclo, assim como as características dos cachos (Tabela 1) apresentaram um perfil diferenciado entre si, entretanto não se pretendeu um ranqueamento.

Tabela 1. Produção por planta (kg), número de cachos por planta, produtividade (t.ha<sup>-1</sup>), Massa média dos cachos (g), número médio de bagas por cacho, massa média de bagas por cacho (g), massa média do engaço por cacho (g), índice de compactidade, Massa média da baga (g), massa média da casca por baga (g), massa média de sementes por baga e número médio de sementes por baga, das cultivares Cabernet Franc e Malbec produzidas com inversão de ciclo, na média das safras de 2020, 2021, 2022 e 2023.

Cultivar	Produção.planta <sup>-1</sup> (kg)	Nº de cachos	Produtividade (t.ha <sup>-1</sup> )	Massa média dos cachos (g)
Cabernet Franc	1,71 ± 0,3	26,70 ± 4,2	4,55 ± 0,6	64,20 ± 5,01
Malbec	3,12 ± 1,6	25,83 ± 7,3	8,33 ± 4,2	114,34 ± 27,4

Cultivar	Nº médio de bagas.cacho <sup>-1</sup>	Massa média de bagas.cacho <sup>-1</sup> (g)	Massa média do engaço.cacho <sup>-1</sup> (g)	Índice de compactidade (IC)
Cabernet Franc	80,03 ± 6,6	64,07 ± 5	2,39 ± 0,56	0,56 ± 0,08
Malbec	75,33 ± 20,4	108,32 ± 25	5,29 ± 3,27	1,21 ± 0,15

Cultivar	Massa média da baga (g)	Massa média da casca.baga <sup>-1</sup> (g)	Nº médio de sementes.baga <sup>-1</sup>	Massa média de sementes.baga <sup>-1</sup> (g)
Cabernet Franc	0,80 ± 0,08	0,21 ± 0,05	1,3 ± 0,13	0,05 ± 0,01
Malbec	1,71 ± 0,33	0,38 ± 0,04	2 ± 0,23	0,07 ± 0,02

± Desvio padrão.

Fonte: o autor (2024).

Variações físicas, morfológicas e composições químicas das bagas já são esperadas em função da genética de cada cultivar e seu estímulo frente aos diferentes fatores empregados, como a técnica de inversão de ciclo. A produção por planta de ‘Cabernet Franc’ teve média de 1,71 kg e uma produtividade de 4,55 t.ha<sup>-1</sup>, valores acima dos encontrados por Tecchio et al. (2022) em colheita de verão na região de Jundiaí - SP, de 1,01 kg e 4,06 t.ha<sup>-1</sup>. No entanto, Dias et al. (2017) verificou com ‘Syrah’ sob inversão de ciclo e diferentes porta-enxertos em Minas Gerais, resultados superiores ao deste estudo.

Por sua vez, a ‘Malbec’ apresentou uma produção de 3,12 kg.planta<sup>-1</sup> e produtividade de 8,33 t.ha<sup>-1</sup>, valores acima dos encontrados sob o mesmo porta-enxerto e vinhedo irrigado em Mendonza - Argentina, com média de 2,7 kg.planta<sup>-1</sup> (Di Filippo e Vila, 2011), no

entanto, pouco abaixo do encontrado por Pereira et al. (2023) no cerrado brasileiro com o uso da inversão de ciclo e sobre Paulsen 1103, de 3,8 kg.planta<sup>-1</sup>.

A produção está relacionada com o número de cachos em uma planta, que por sua vez varia de acordo com o número de esporões no cordão esporonado e número de ramos de produção. De modo geral, ‘Cabernet Franc’ e ‘Malbec’ apresentaram média aproximada de 26 cachos por planta, no entanto, com morfologias distintas. A ‘Cabernet Franc’ apresentou cachos mais soltos e com bagas menores, sendo representados pelos valores médios de massa média do cacho, massa média de bagas e pelo índice de compactidade, de 64,2 g, 64 g e 0,56, respectivamente. Na região nordeste de São Paulo pesquisadores encontraram em videiras de ‘Cabernet Franc’ com dois anos de idade, uma massa média de cacho superior ao do estudo, de 121 g (Regina et al., 2011). A presença do dessecamento da ráquis durante o estágio de maturação em duas safras avaliadas, que compromete o transporte de açúcares e água (Krasnow et al., 2010), pode ser um elemento contribuinte para a menor massa dos cachos analisados, porém este distúrbio fisiológico não seria o único definidor para a massa final e reflexo na produtividade. No entanto, verificou-se semelhanças nas massas médias das bagas, de aproximadamente 1 g (Regina et al., 2011). Por outro lado, a ‘Malbec’ apresentou cachos mais pesados e mais compactos, com massa média da baga de 1,71 g e índice de compactidade de 1,21, havendo semelhança à massa da baga encontrada em Mendonza - Argentina (Di Filippo e Vila, 2011). Dentre esses fatores, a compactidade dos cachos sob aspecto fitossanitário é o mais relevante, por indicar possível aumento da suscetibilidade a patógenos, em especial a incidência de podridão cinzenta (*Botrytis cinerea*) (Latorre et al., 2015; Albertin et al., 2024).

O tamanho das bagas responde não somente à genética de cada cultivar e seu efeito no ambiente produzido mas também da relação do número de sementes por bagas que cada uma pode vir a desenvolver. A cultivar Cabernet Franc apresentou média de uma semente, enquanto a ‘Malbec’ apresentou média de duas sementes, elemento que pode influenciar no tamanho da baga, visto que a semente produz auxina e atua no crescimento e divisão celular, regulando o desenvolvimento dos frutos (Taiz e Zeiger, 2013).

O tamanho da baga é um fator importante na determinação da matéria prima de qualidade para elaboração de vinhos finos. Do ponto de vista fisiológico, para obtenção de uvas com maiores teores de açúcares, as bagas menores tendem acumular mais compostos em virtude da redução da evapotranspiração, principalmente no final do ciclo (Dreier et al., 2000). A concentração de fenólicos totais e antocianinas é afetada pelo tamanho dos frutos e seu aumento ocorre principalmente nas bagas menores, em função não somente do menor

volume de solventes mas também na maior proporção de superfície em relação a polpa (Di Filippo e Vila, 2011; Chen et al., 2018). Relata-se que bagas abaixo de 2 g são consideradas pequenas para o processamento (Rizon e Miele, 2004), o que torna as bagas no presente estudo dentro destes parâmetros.

As relações entre o crescimento vegetativo e a produção das cultivares em estudo (Tabela 2) são um dos indicativos para verificar o desenvolvimento das videiras e seu equilíbrio. Os resultados demonstraram que para cada m<sup>2</sup> de área foliar, a Malbec obteve uma produção de 1 kg e Cabernet Franc de 0,5 kg. No entanto, ao verificar a área foliar para produzir 1 kg de uva, a ‘Cabernet Franc’ necessitou uma área duas vezes maior que a ‘Malbec’, representado por 2,07 m<sup>2</sup>.kg<sup>-1</sup>. Este resultado são próximos aos encontrados por Regina et al. (2011) com ‘Cabernet Franc’ e Dias et al. (2017) com ‘Syrah’, ambas com aplicação da técnica de inversão de ciclo e sobre Paulsen 1103, na qual obtiveram valores médios de 1,75 m<sup>2</sup>.kg<sup>-1</sup> e 1,80 m<sup>2</sup>.kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Estudos em Davis - USA, indicam que para produção de uvas sustentadas em espaldeira, uma faixa de 0,8 a 1,2 m<sup>2</sup>.kg<sup>-1</sup> seria o ideal para que os cachos tenham uma maturação completa, com o máximo acúmulo de açúcares, coloração e massa (Kliewer e Dokoozlian, 2005). Porém, são apenas indicativos e que não impendem a criação de novos padrões de acordo com a região, uma vez que mesmo a ‘Cabernet Franc’ apresentando os valores acima, não houve comprometimento na evolução da maturação tecnológica e fenólica.

Tabela 2. Produção por área foliar (kg.m<sup>-2</sup>), área foliar por produção (m<sup>2</sup>.kg<sup>-1</sup>) e índice de Ravaz (IR), das cultivares Cabernet Franc e Malbec produzidas com inversão de ciclo, na média das safras de 2020, 2021 e 2023.

Cultivar	Produção.área foliar <sup>-1</sup> (kg.m <sup>-2</sup> ) (P.AF <sup>-1</sup> )	Área foliar.produção <sup>-1</sup> (m <sup>2</sup> .kg <sup>-1</sup> ) (AF.P <sup>-1</sup> )	IR
Cabernet Franc	0,50 ± 0,07	2,07 ± 0,28	1,9 ± 0,11
Malbec	1,02 ± 0,50	1,27 ± 0,59	3,6 ± 1,28

± Desvio padrão.

Fonte: o autor (2024).

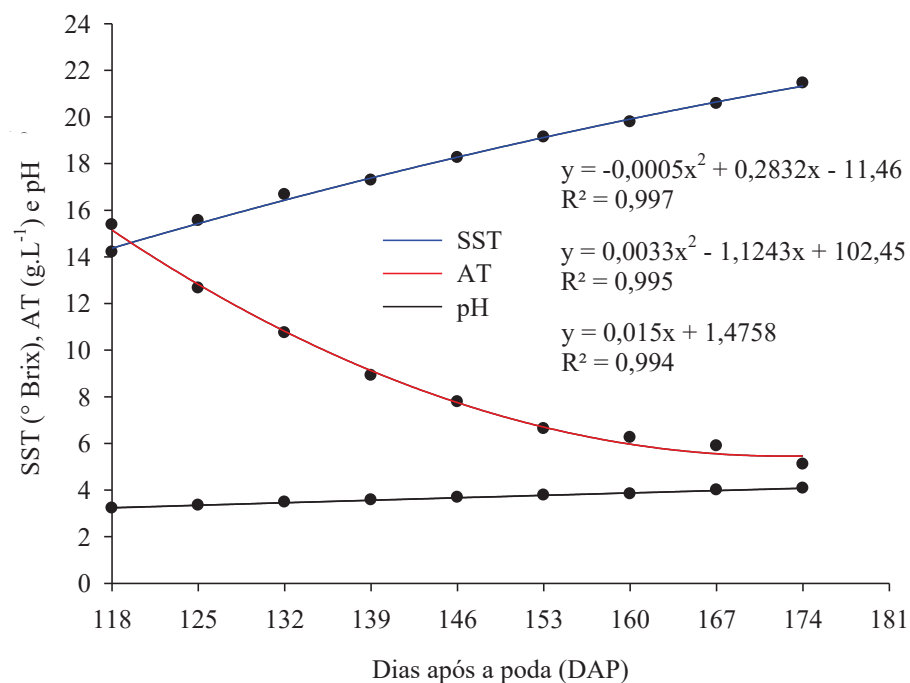
O índice de Ravaz (IR) (Tabela 2) designa o equilíbrio entre a produção e o crescimento vegetativo, sendo os valores entre 5 e 10, indicativos do equilíbrio desejável para as videiras. No presente estudo, tanto a ‘Cabernet Franc’ quanto a ‘Malbec’ apresentaram índices abaixo de 5, com médias de 1,9 e 3,6, respectivamente, demonstrando desequilíbrio e necessidade de ajustes no manejo. Tal fato leva à necessidade de mais estudos para definir o melhor sistema de condução, época de poda, número de gemas após a poda, frequência de

despontes, novas combinações de copa e porta-enxertos, sistema de irrigação para suprir casos de estiagem e que atrapalham o enchimento das bagas, ou até mesmo a definição de novos valores de IR para os diferentes sistemas de manejo empregados, e que fujam de padrões estabelecidos. De toda forma, valores baixos de IR também foram verificados em São Joaquim - SC, com cultivo tradicional sob tela anti granizo, de ‘Cabernet Franc’ em espaldeira, sobre Paulsen 1103, com IR médio de 3,21 sem raleio de cachos (Marcon Filho et al., 2015); e um IR de 2 para ‘Cabernet Franc’ em Paulsen 1103, com carga de 50 gemas sem inversão de ciclo (Wurz et al., 2020).

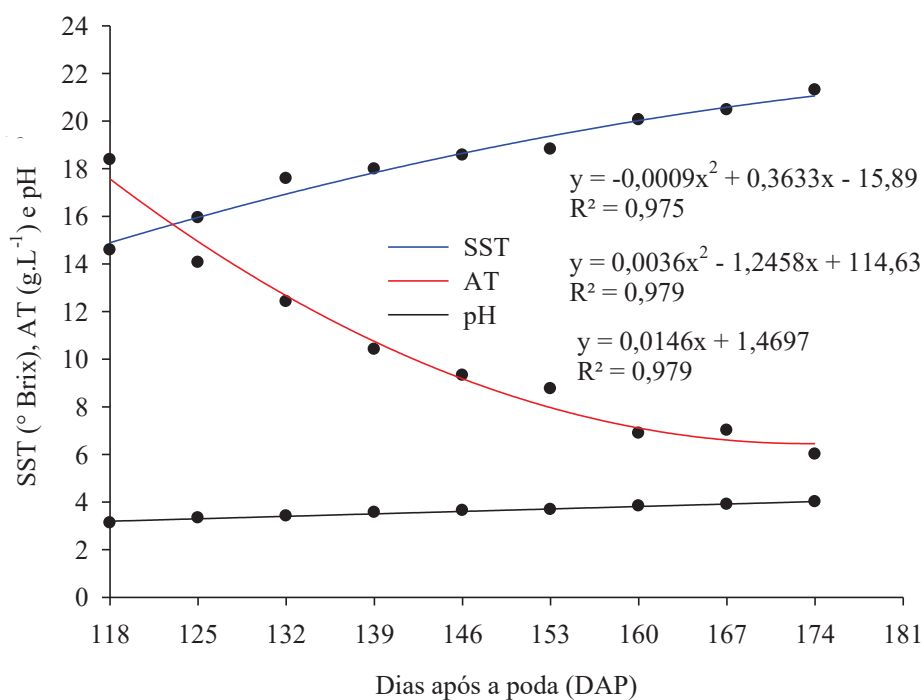
Traçar o perfil da evolução da maturação é importante para compreensão do potencial e comportamento das cultivares frente à um novo sistema de poda e região de estudo. Sua determinação é capaz de fornecer informações e direcionar o manejo de acordo com o objetivo e produto desejado com a matéria prima, além de auxiliar no manejo agrônomo. Com relação a curva de maturação tecnológica (Figura 2), observa-se que para as duas cultivares, com um ciclo médio de 174 dias, houve um aumento de SST e pH durante o processo de amadurecimento das bagas, e redução da AT.

Figura 2. Teor de sólidos solúveis totais - SST ( $^{\circ}$ Brix), pH e acidez total ( $\text{g.L}^{-1}$ ) de bagas de ‘Cabernet Franc’ e ‘Malbec’ produzidas com inversão de ciclo, na média das safras 2020, 2021, 2022 e 2023, a partir do estágio de mudança de cor (BBCH 81) até a colheita (BBCH 89).

Cabernet Franc



Malbec



Fonte: o autor (2024).

O teor de SST, tanto da ‘Cabernet Franc’, quanto da ‘Malbec’, apresentou valores satisfatórios para elaboração de vinhos finos sem a necessidade de chaptalização, atingindo uma média de 21,45 e 21,30 °Brix, respectivamente. O resultado para ‘Cabernet Franc’, seguiu uma tendência já apresentada por Hernandez et al. (2016) no mesmo local do estudo, com média de 20,4 °Brix. Já Regina et al. (2011) encontrou valores superiores na região nordeste do estado de São Paulo, de 25,43 °Brix. Embora a média apresentada em São Roque - SP tenha sido em torno de 21° Brix, foi observada em duas safras valores acima de 22,4 °Brix para ambas cultivares, indicando o potencial da região na utilização da técnica de inversão de ciclo associada às condições climáticas (Figura 1) que favorecem o processo de maturação.

A capacidade das bagas concentrarem maiores teores de açúcares por meio da técnica de inversão de ciclo na região, permite o aumento do °Brix próximo ou maior em relação às regiões com destaque na produção de vinhos finos, como por exemplo nos trabalhos de Di Filippo e Vila (2011) em Mendonza - Argentina e Souza et al. (2021) em Videira-SC, também sob Paulsen 1103, com teores médio de 23,5 e 18,3 °Brix, respectivamente. Os valores de °Brix apresentados pelas cultivares irão proporcionar vinhos finos com teores alcoólicos dentro dos padrões exigidos pela Lei nº 10.970, e pela nova Instrução Normativa (IN 14), que passam a considerar vinhos nobres aqueles com teores alcoólicos entre 14% e 16%, em decorrência do aumento do teor de açúcar total nas bagas.

Analisando a AT, as cultivares apresentaram concentrações médias finais de 5,11 g.L<sup>-1</sup> para ‘Cabernet Franc’ e 6,01 g.L<sup>-1</sup> para ‘Malbec’, respeitando os resultados dos padrões estabelecidos no Brasil, e pela Comunidade Europeia (Regulamento CE nº 479/2008), com valores entre 3 a 9,75 g.L<sup>-1</sup>. Com relação ao pH, os valores ficaram em torno de 4 para as duas cultivares. De modo geral, o pH do mosto no Brasil oscila entre 3,4 a 3,8, o que garante uma cor mais vermelha e brilhante nos vinhos, proteção contra deterioração microbiana e evolução da fermentação malolática (Giovaninni e Manfroi, 2013). A coloração é influenciada pelo pH, sendo que valores acima de 4,5, a forma catiônica (vermelha) começa a ser convertida e uma cor violeta a azul se torna mais presente (Brouillard et al., 1989; Giovaninni e Manfroi, 2013). Os valores de pH mais elevados nas bagas e vinhos de inverno podem estar relacionados com a técnica de inversão de ciclo, que permite uma maturação mais longa, e associada à maior amplitude térmica, mantém durante as noites frescas/frias, baixa taxa respiratória e conservação do ácido málico (Conde et al., 2007). Embora, a cultivar Malbec não tenha apresentado dessecamento da ráquis, este também pode contribuir para elevação do pH, em função do possível excesso de potássio nas bagas e engaços, levando à precipitação do ácido



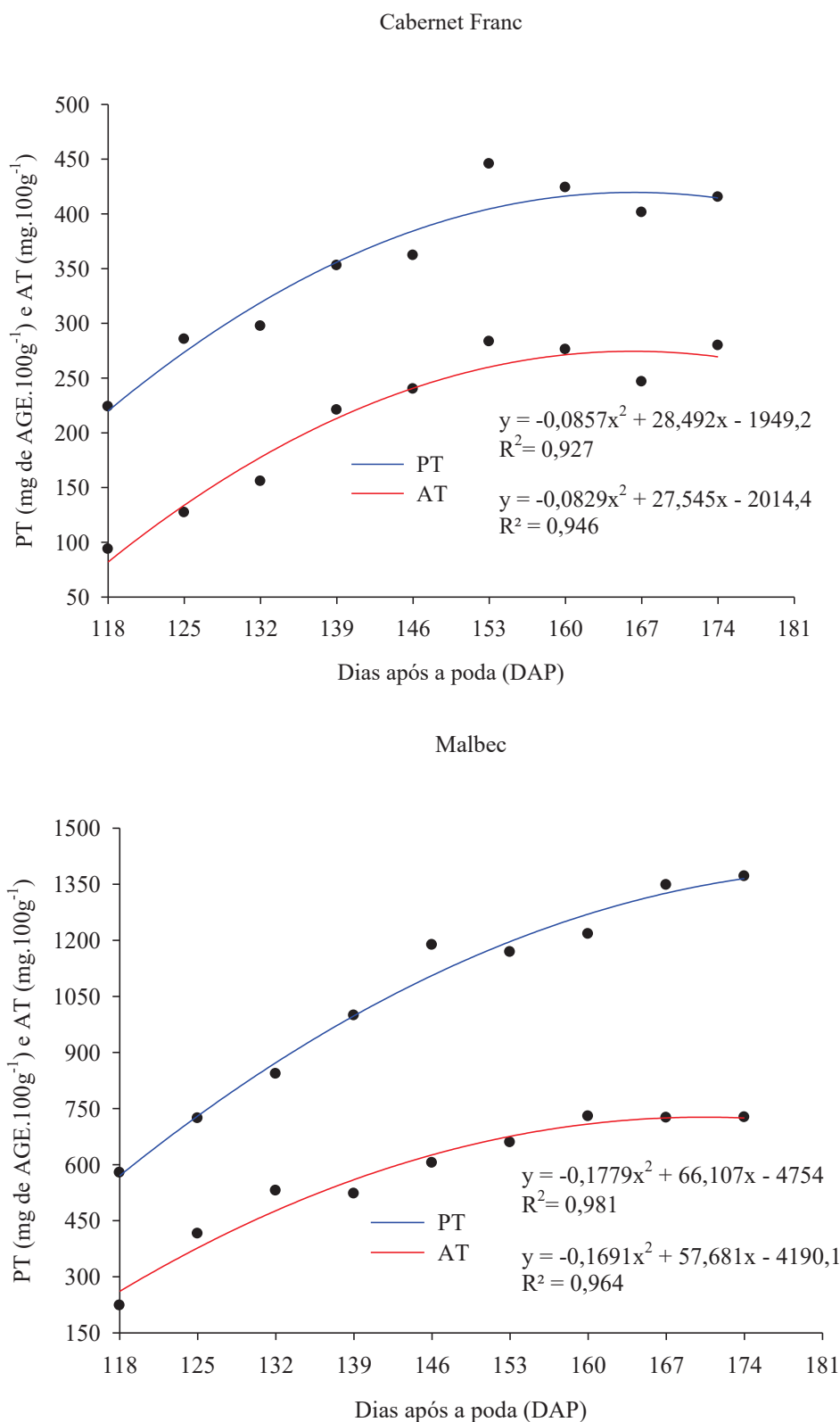
tartárico na forma de bitartarato de potássio (Mpelasoka et al., 2003). Além disso, outros fatores como excesso de adubação e aplicações foliares também podem afetar o equilíbrio e fisiologia da planta, interferindo nas propriedades físico-químicas das bagas e desenvolvimento de doenças.

Essa tendência de pH mais elevado no mosto em decorrência da técnica de inversão de ciclo, já pode ser observada em outros trabalhos. Os resultados de AT e pH são semelhantes aos encontrados com ‘Syrah’ sobre Paulsen 1103 em Três Corações - MG, com inversão de ciclo, porém com °Brix menor, em torno de 19 (Mota et al., 2009). Estudos com cultivares como Pinot Noir, Tempranillo, Cabernet Sauvignon, Chardonnay e Sauvignon Blanc sobre o mesmo porta-enxerto, com ciclo de inverno, obtiveram °Brix > 20,4 e pH e AT próximos ao presente estudo (Mota et al., 2010).

A composição fenólica das bagas está intimamente relacionada com as características sensoriais do vinho e sua capacidade de envelhecimento. As concentrações dos compostos fenólicos variam de acordo com as condições edafoclimáticas, manejo e genética das cultivares. A técnica de inversão de ciclo busca unir esses fatores e possibilitar o desenvolvimento e maturação de uvas com grande potencial enológico, associado à boa amplitude térmica encontrada na região de São Roque - SP e baixos índices pluviométricos.

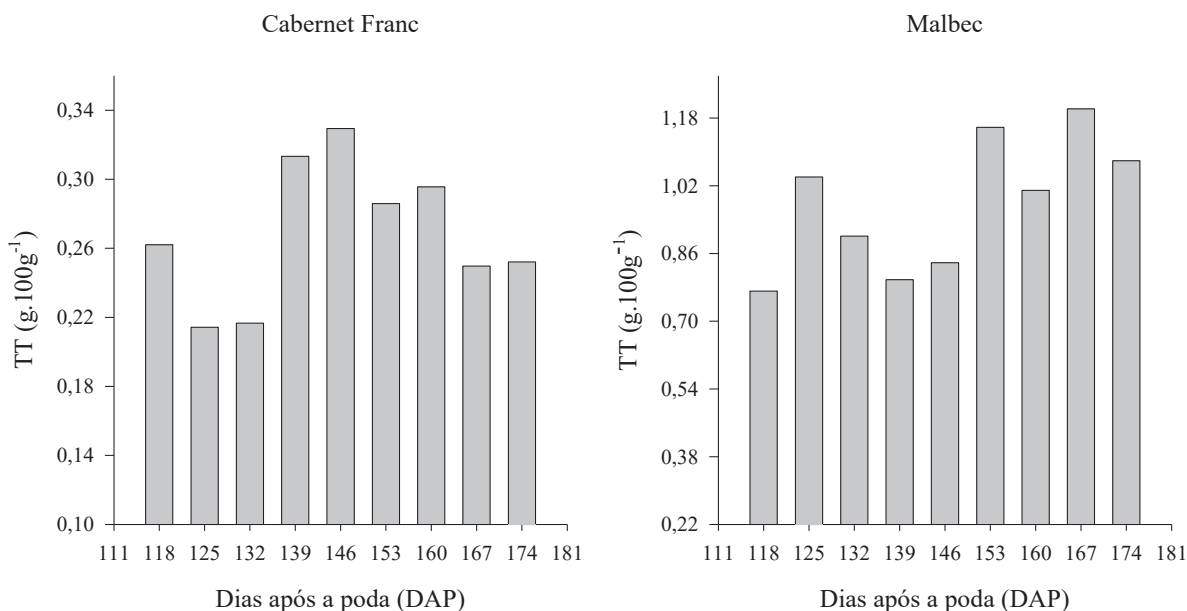
A evolução da maturação fenólica das cultivares (Figuras 3 e 4) apresentou um acúmulo de concentrações de polifenóis totais (PT) e antocianinas totais (AT) no decorrer da maturação, atingindo um patamar e tendência de leve queda depois de 160 dias após a poda, sendo um indicativo ideal de uma colheita próxima (Magalhães, 2015). Já os taninos totais (TT), oscilaram ao longo da maturação até a colheita em função da extratibilidade e protocolo de extração, mas se mantêm dentro de uma faixa de 0,27 g.L<sup>-1</sup> para ‘Cabernet Franc’ e 0,98 g.L<sup>-1</sup> para ‘Malbec’. Além disso, de acordo com Bogs et al. (2005), verificou-se que após o estágio de mudança de cor, os genes relacionados com a síntese de taninos não foram encontrados, explicando de forma parcial a oscilação das concentrações e valores em torno do início da curva, indicando possivelmente um acúmulo antes deste estágio e início do processo de frutificação.

Figura 3. Concentração de polifenóis totais (PT) (mg de ácido gálico equivalente.100g<sup>-1</sup>) e antocianinas totais (AT) (mg.100g<sup>-1</sup>) de bagas de ‘Cabernet Franc’ e ‘Malbec’ produzidas com inversão de ciclo, na média das safras 2020, 2021, 2022 e 2023, a partir do estágio de mudança de cor (BBCH 81) até a colheita (BBCH 89).



Fonte: o autor (2024).

Figura 4. Concentração de taninos totais (TT) ( $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) de bagas de ‘Cabernet Franc’ e ‘Malbec’ produzidas com inversão de ciclo, na média das safras 2020, 2021, 2022 e 2023, a partir do estágio de mudança de cor (BBCH 81) até a colheita (BBCH 89).



Fonte: o autor (2024).

Segundo Zamorra (2003), os valores encontrados no final da maturação fenólica, mesmo com o extrato alcoólico não sendo exatamente um vinho, estão dentro do intervalo habitual para os vinhos jovens, sendo a faixa de 200-1200  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de antocianinas, IPT 280 de 20-80 (iniciando em 550  $\text{mgEAG}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e TT de 1-5  $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ . Para ‘Cabernet Franc’ mesmo com IPT 280 de 15,12 e TT de 0,25  $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  ou 0,25  $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  (Tabela 3), valores um pouco abaixo dos padrões estabelecidos, mas que poderiam ter um acréscimo caso houvesse um processo de vinificação. Os valores baixos de taninos, também se relacionam em parte, com o extrato obtido apenas com a película das uvas, sendo que as maiores concentrações são encontradas nas sementes e engaços (Giovaninni e Manfroi, 2013; Magalhães, 2015).

Tabela 3. Teor de sólidos solúveis totais (°Brix), pH, acidez total (g.L<sup>-1</sup>), acidez total (meq.L<sup>-1</sup>), índice de polifenóis totais a 280 nm (IPT 280), polifenóis totais (mg de ácido gálico equivalente.100g<sup>-1</sup>), antocianinas totais (mg.100g<sup>-1</sup>) e taninos totais (g.100g<sup>-1</sup>) de bagas de ‘Cabernet Franc’ e ‘Malbec’ produzidas com inversão de ciclo, na média das safras 2020, 2021, 2022 e 2023, durante a colheita (BBCH 89).

Cultivar	SST (°Brix)	pH	AT (g.L <sup>-1</sup> )	AT (meq.L <sup>-1</sup> )
Cabernet Franc	21,45 ± 2,21	4,08 ± 0,12	5,11 ± 0,89	68,08 ± 11,87
Malbec	21,30 ± 1,20	4,01 ± 0,11	6,01 ± 1,06	80,08 ± 14,22

Cultivar	IPT 280	PT (mgEAG.100g <sup>-1</sup> )	AT (mg.100g <sup>-1</sup> )	TT (g.100g <sup>-1</sup> )
Cabernet Franc	15,12 ± 2,91	415,28 ± 79,99	279,67 ± 100,03	0,25 ± 0,12
Malbec	49,46 ± 5,46	1371,06 ± 149,92	726,18 ± 108,15	1,08 ± 0,16

± Desvio padrão.

Fonte: o autor (2024).

Os resultados encontrados com relação à evolução da maturação fenólica serão muitas vezes diferentes dos encontrados na literatura em função dos métodos de extração dos compostos e metodologias de análise utilizadas.

As bagas da cultivar ‘Syrah’ em Andradas - MG, submetidas à técnica de inversão de ciclo, apresentaram valores médios de PT de 319,65 mg.100g<sup>-1</sup> e AT 124,6 mg.100g<sup>-1</sup> (Dias et al., 2017) inferiores aos encontrados para ambas cultivares deste estudo, com média de 415,28 mg.100g<sup>-1</sup> e 279,67 mg.100g<sup>-1</sup> para ‘Cabernet Franc’, e 1371,06 mg.100g<sup>-1</sup> e 726,18 mg.100g<sup>-1</sup> para Malbec. E também relata-se tendência de maiores concentrações do que as encontradas nas cidades da Região Sudeste com ‘Syrah’: Três Corações - MG, Três Pontas - MG, Cordislândia - MG, São Sebastião do Paraíso - MG, Andradas - MG, Itobi - SP e Espírito Santo do Pinhal - SP (Brant et al., 2021).

Com um ciclo médio de 174 dias para ambas cultivares em estudo, a definição da maturação ótima das bagas depende do estilo de vinho desejado. Os resultados no ponto de colheita (Tabela 3), podem ser observados com o intuito de facilitar a compreensão do processo de maturação. Tradicionalmente, o ponto de colheita é determinado quando se obtém, dentro de um padrão fitossanitário, altos teores de açúcares, baixa acidez e altos teores de compostos fenólicos. A maturação tecnológica e a maturação fenólica são variáveis independentes, que podem ou não terem a mesma tendência de evolução mas que devem ser levadas em consideração na decisão do ponto de colheita.

## 2.4 CONCLUSÕES

A cultivar ‘Cabernet Franc’ se caracteriza por ter cachos soltos e massa média de 64 g e bagas pequenas de 0,8 g. Já a ‘Malbec’ apresenta cachos compactos com média de 114 g e com bagas de 1,7 g. Ambas cultivares apresentam Índice de Ravaz abaixo de 5, indicando relação entre produção e vigor desequilibrada, com necessidade de ajuste no manejo agronômico.

A utilização da técnica de inversão de ciclo, com as cultivares Cabernet Franc e Malbec, promove melhorias na maturação tecnológica e fenólica, que associada à amplitude térmica e baixa pluviosidade durante o processo de maturação, atingem valores satisfatórios e com potencial enológico para elaboração de vinhos de inversão de ciclo ou vinho de colheita de inverno.

## REFERÊNCIAS

Abramides, P. L. G., Brunini, O., Pedro júnior, M. J., Camargo, M. B. P., Ernandes, E. S., Blani, G. C., Brunini, A. P. C., Brigante, R. S., and Santos, L. CIIAGRO. [Acessado 25 dez 2019]. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/>.

Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Moraes Gonçalves, J. L., and Sparovek, G. (2013). Köppen's climate identification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22, 711-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

Bogs, J., Downey, M. O., Harvey, J. S., Ashton, A. R., Tanner, G. J. and Robinson, S. P. (2005). Proanthocyanidin synthesis and expression of genes encoding leucoanthocyanidin reductase and anthocyanidin reductase in developing grape berries and grapevine leaves. *Plant Physiology*, 139, 652–663. <https://doi.org/10.1104/pp.105.064238>.

Brant, L. A. C., Souza, C. R., Mota, R. V., Fernandes, F. P., Gonçalves, M. G. M., Menezes, M. D., Peregrino, I., Curi, N., and Regina, M. A. (2021). Macro scale analysis of Syrah vineyards under winter growing cycles: Agronomical and ecophysiological responses. *Scientia Agricola*, 78. <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2020-0055>.

Brouillard, R., Mazza, G., Saad, Z., Albrecht-Gary, A. M. and Cheminat, A. (1989). The copigmentation reaction of anthocyanins: a microprobe for the structural study of aqueous solutions. *Journal of the American Chemical Society*, 111, 2604-2610.

Chen, W-K., He, F., Xang, Y-X., Liu, X., Duan, C-Q. and Wang, J. (2018). Influences of berry size on fruit composition and wine quality of *Vitis vinifera* L. cv. 'Cabernet Sauvignon' grapes. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 39. <https://doi.org/10.21548/39-1-2439>.

Conde, C., Silva, P., Fontes, N., Dias, A. C. P., Tavares, R. M., Sousa, M. J., Agasse, A., Delrot, S. And Gerós, H. (2007). Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. *Food*, 1.

Delrot, S., Medrano, H., Or, E., Bavaresco, L., and Granado, S. (2010). *Methodologies and Results in Grapevine Research*. Netherlands: Springer, 2010.

Di Filippo, M. and Vila, H. (2011). Influence of different rootstocks on the vegetative and reproductive performance of *Vitis vinifera* L. Malbec under irrigated conditions. *Journal international des sciences de la vigne et du vin*, 45. <https://doi.org/10.20870/oenone.2011.45.2.1487>.

Dias, F. A. N., Mota, R. V., Souza, C. R., Pimentel, R. M. A., Souza, L.C., Souza, A. L., and Regina, M. A. (2017). Rootstock on vine performance and wine quality of 'Syrah' under double pruning management. *Scientia Agricola*, 74, 134-141. <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2015-0384>.

Dreier, L.P., Stoll, G. S., and Ruffner, H. P. (2000). Berry ripening and evapotranspiration in *Vitis vinifera* L. *American Journal of Enology and Viticulture*, 51, 340-346. <https://doi.org/10.5344/ajev.2000.51.4.340>.

Favero, A. C., Amorim, D. A., Mota, R. V., Soares, A. M., Souza, C. R., and Regina, M. A. (2011). Double-pruning of "Syrah" grapevines: a management strategy to harvest wine grapes during the winter in the Brazilian Southeast. *Vitis - Journal of Grapevine Research*, 50, 151-158. <https://doi.org/10.5073/vitis.2011.50.151-158>.

Giovaninni, E. and Manfro, V. (2013). *Viticultura e enologia: elaboração de grandes vinhos nos terroirs brasileiros*. Bento Gonçalves: IFRS.

Hernandes, J. L., Pedro Júnior, M. J., Blain, G. C., and Bardin-Camparotto, L. (2016). Raleio de cachos em videiras cabernet sauvignon e cabernet franc submetidas ao regime de dupla poda sequencial. *Scientia Vitae*, 4, 23-29.

Jackson, D. I. and Lombardi, P. B. (1993). Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality - a review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 44, 409-430. <https://doi.org/10.5344/ajev.1993.44.4.409>.

Kliewer, M. and Dokoozlian, N. (2005). Leaf area/crop weight ratios of grapevines: influence on fruit composition and wine quality. *American Journal of Enology and Viticulture*, 56, 170-181. <https://doi.org/10.5344/ajev.2005.56.2.170>.

Krasnow, M. N., Matthews, M. A., Smith, R. J., Benz, J., Weber, E. and Shackel, K. A. (2010). Distinctive symptoms differentiate four common types of berry shrivel disorder in grape. *California Agriculture*, 64, 155-159. <https://doi.org/10.3733/ca.v064n03p155>.

Latorre, B. A., Elfar, K., and Ferrada, E. E. (2015). Gray mold caused by *Botrytis cinerea* limits grape production in Chile. *Ciencia Investigación Agraria*, 42, 305-330. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-16202015000300001>.

Lorenz, D. H., Eichhorn, K. W., Bleiholder, H., Klose, R., Meier, U. and Weber, E. (1995). Phenological growth stages of grapevine (*Vitis vinifera* L. spp. *vinifera*): codes and descriptions according to the extended BBCH scale. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 1, 100-110. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.1995.tb00085.x>.

Lopes C.M. and Pinto P.A. (2000). Estimation de la surface foliaire principale et secondaire d'un rameau de vigne. *Progrès Agricole et Viticole*, 117, 160-166.

Magalhães, N. (2015). *Tratado de Viticultura - A Videira, A Vinha E O "Terroir"*. 2 ed. Lisboa: Esfera Poética, PT.

Marcon Filho, J. L., Hipólito, J. S., Macedo, T. A., Kretschmar, A. A., and Rufato, L. (2015). Raleio de cachos sobre o potencial enológico da uva 'Cabernet Franc' em duas safras. *Ciência Rural*, 45, 2150-2156. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140995>.

Mota, R. V., Amorim, D. A., Fávero, A. C., Gloria, M. B. A., and Regina, M. A. (2009). Caracterização físico-química e aminas bioativas em vinhos da cv. Syrah I - Efeito do ciclo de produção. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 29, 380-385. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612009000200023>.

Mota, R. V., Silva, C. P. C., Favero, A. C., Purgatto, E., Shiga, T. M., and Regina, M. A. (2010). Composição físico-química de uvas para vinho fino em ciclos de verão e inverno. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32, 1127-1137. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011005000001>.

Mpelasoka, B. S., Schachtman, D. P., Treeby, M. T. and Thomas, M. R. (2003). A review of potassium nutrition in grapevines with special emphasis on berry accumulation. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 9, 154-168. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2003.tb00265.x>.

[OIV] International Organisation of Vine and Wine. (2024). Compendium of international methods of wine and must analysis. [Acessado 02 fev. 2024]. Disponível em: [https://www.oiv.int/sites/default/files/publication/2023-05/Compendium%20MA%20complet\\_EN.pdf](https://www.oiv.int/sites/default/files/publication/2023-05/Compendium%20MA%20complet_EN.pdf).

Pereira, G. E., Gaudillere, J-P, Van Leeuwen, C., Hilbert, G., Lavialle, O., Maucourt, M., Deborde, C., Moing, A. and Rolim, D. (2005). <sup>1</sup>H NMR and Chemometrics to characterize mature grape berries in four wine-growing areas in Bordeaux, France. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 6382-6389. <https://doi.org/10.1021/jf058058q>.

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. and Oberholster, A. (2020). 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*, 11, 1-19. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00707>.

Pereira, G. E., Peccin, E.G., Riste, U. S., Deconti, G. S., Oliveira, J. B., Santos, F. C., Santana, D. P., Albuquerque Filho, M. R. and Figueiredo, A. B. A. (2023). Caracterização agrônômica de videiras e enológica de uvas e vinhos de inverno no cerrado brasileiro. *Embrapa Uva e Vinho*. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1154337/1/BolPesqDes-23-o.pdf>.

Pereira, G. E., Tonietto, J., Zanus, M. C., Santos, H. P., Protas, J. F., and Mello, L. M. R. (2020). Vinhos no Brasil: contrastes na geografia e no manejo das videiras nas três viticulturas do país. *Embrapa Uva e Vinho*. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/219851/1/Doc121-21.pdf>.

Rizzon, L. A. and Miele, A. (2004). Avaliação da cv. Tannat para elaboração de vinho tinto. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 24, 223-229. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612004000200011>.

Rossi, M. (2017). Mapa pedológico do Estado de São Paulo revisado e ampliado. São Paulo: Editora Instituto Florestal, BR.

Regina, M.A., Mota, R.S., Fávero, A.C., Shiga, T.M., Silva, L.H.J., Souza, W.C., Novelli, F.A.D., and Souza, C.R. (2011). Caracterização físico-química de uvas viníferas cultivadas em dupla poda no nordeste de São Paulo. *Revista Brasileira de Viticultura e Enologia*, 3, 84-92.

Rizzon, L. A. (2010). Metodologia para análise de vinho. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.

Rural Clima. (2024). Soluções agrometeorológicas. [Acessado 10 jan. 2023]. Disponível em: <https://ruralclima.com.br/>.



Souza, A. L. K., Camargo, S. S., Souza, E. L., Feldberg, N. P., and Bender, A. (2021). Influence of grafting production method on agronomic performance of wine grape varieties. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 43, e-020. <https://doi.org/10.1590/0100-29452021020>.

Taiz, L. and Zeiger, E. (2013). *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Editora Artmed.

Tecchio, M. A., Silva, M., J. R., Sanchez, C. A. P. C., Callili, D., Vedoato, B. T. F., Hernandez, J. L. and Moura, M. F. (2022). Yield performance and quality of wine grapes (*Vitis vinifera*) grafted onto different rootstocks under subtropical conditions. *Bragantia*, 81. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20210214>.

Tello, J. and Ibáñez, J. (2014). Evaluation of indexes for the quantitative and objective estimation of grapevine bunch compactness. *Vitis - Journal of Grapevine Research*, 53, 9-16. <https://doi.org/10.5073/vitis.2014.53.9-16>.

Würz, D. A., Bonin, B. F., Brighenti, A. F., Canossa, A. T., Reinehr, J., Allebrandt, R., Bem, B. P., Rufato, L., and Kretzschmar, A. A. (2020). Maior carga de gemas da videira resulta em melhora dos índices produtivos e vegetativos da videira ‘Cabernet Franc’ cultivada em região de elevada altitude. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 19, 171-177. <https://doi.org/10.5965/223811711922020171>.

Zamorra, F.(2003). *Elaboración y crianza del vino tinto: aspectos científicos y prácticos*. 1ªed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

### **3 CAPÍTULO 2 - MODELOS ALOMÉTRICOS PARA ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR E VALIDAÇÃO DO CEPTÔMETRO NA DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR EM CULTIVARES DE *VITIS VINIFERA* COM INVERSÃO DE CICLO**

#### **RESUMO**

A área foliar é um parâmetro importante para análise do crescimento e desenvolvimento da videira. Métodos não-destrutivos diretos são utilizados para obtenção desta, através de modelos matemáticos estabelecidos na relação entre a área foliar avaliada e estimada. Desta forma, o objetivo do estudo foi ajustar e validar equações matemáticas para estimativas de área foliar das cultivares Cabernet Franc e Malbec, sustentadas em espaldeira e submetidas à técnica de inversão de ciclo, em São Roque - SP. Além de validar o uso do ceptômetro AccuPAR na determinação do índice de área foliar. Para tanto, foram coletadas folhas aleatoriamente de diferentes tamanhos, e as nervuras centrais e laterais de cada uma foram mensuradas, sendo a área foliar real obtida pelo sistema WinRHIZO®. Foram testados modelos lineares e não lineares, na qual a equação quadrática para 'Cabernet Franc' e de potência para 'Malbec', tiveram os melhores ajustes, com coeficientes de determinação  $\geq 90\%$ . Na validação, todos os modelos apresentaram correlação e sem diferenças estatísticas com a área foliar avaliada. Portanto, foi possível obter dados da área foliar utilizando método simples e não-destrutivo. Para 'Cabernet Franc' a equação sugerida foi ( $y = 0,5215 x^2 - 4,473 x + 32,235$ ), e para 'Malbec' ( $y = 0,5428 x^{1,8599}$ ). Com relação à obtenção do índice de área foliar de modo indireto com o uso do ceptômetro AccuPAR®, os valores de IAF fornecidos no estágio de maturação foram subestimados.

Palavras - chave: dupla-poda; vinhos de inverno; método não-destrutivo; modelos matemáticos.

#### **3.1 INTRODUÇÃO**

Na vitivinicultura, a análise do equilíbrio entre o crescimento vegetativo e produtivo é um dos aliados no manejo do dossel com foco na obtenção de uvas sadias, com elevado teor de açúcares e compostos fenólicos.

As características do dossel de uma videira, comumente são analisadas pelo parâmetro fisiológico do índice de área foliar (IAF), sendo correlacionado com produção, capacidade fotossintética, indicativos de crescimento e desenvolvimento, translocação de fotoassimilados, absorção e evapotranspiração de água, necessidade hídrica, dentre muitos outros (Teixeira e Lima Filho, 1997; Reynolds e Vanden Heuvel, 2009; Buttaro et al., 2015; Sanchez-Rodriguez

et al., 2016). No entanto, é indispensável o conhecimento da área foliar para obtenção dos mais diversos dados e análises, como a determinação de ataques de pragas e doenças, obtenção do próprio IAF e a correlação da área foliar com a produção.

A avaliação da área foliar a campo pode ser realizada através de métodos destrutivos e não-destrutivos indiretos ou não-destrutivos diretos. O primeiro envolve a remoção de folhas e posterior leitura em medidores/programas específicos, porém, traz como desvantagem o dano às plantas, além de ser demorado e trabalhoso. No segundo método, de forma indireta, é possível a utilização da detecção remota ou sensoriamento remoto (Dobrowski et al., 2002) e a imagem digital (Leite et al., 2021). Com relação ao modo direto, existem medidores portáteis, ou dados obtidos através das relações entre a área foliar e medições lineares, capazes de fornecer informações durante todo o ciclo da cultura, utilizando equações conhecidas e estabelecidas na literatura.

Modelos matemáticos desenvolvidos costumam ser precisos e trazem agilidade nas avaliações a campo (Carbonneau 1976; Tregoat et al., 2001; Junges e Anzanello, 2021), contudo, equações específicas e ajustadas são necessárias para diferentes espécies, cultivares, sistemas de condução e sustentação, em função da variação morfológica foliar. O estabelecimento de equações matemáticas em plantas cultivadas foi descrita por vários autores e pode ser realizada através das medidas das nervuras centrais e largura das folhas (Montero et al., 2000; Demirsoy et al., 2004; Buttaro et al., 2015; Sachet et al., 2015), além de outros métodos, como por exemplo o diâmetro da folha (Permanhani et al., 2014) ou envolvendo as nervuras laterais (Carbonneau, 1976).

No Brasil, a estimativa da área foliar utilizando as medidas das nervuras das folhas vem sendo realizada nos vinhedos. Estudos de Junges e Anzanello (2021) estabeleceram com a nervura central, modelos para as cultivares Chardonnay e Cabernet Sauvignon em diferentes sistemas de sustentação na Serra Gaúcha, já em São Joaquim - SC, Borghezán et al. (2010) determinaram equações através da nervura central para cultivar Merlot e, da nervura central/lateral para 'Cabernet Sauvignon' e 'Sauvignon Blanc', conduzidas em espaldeira.

Assim como a área foliar, o IAF também é mensurado através de métodos destrutivos e não-destrutivos, com as mesmas vantagens e desvantagens apresentadas. Os métodos não-destrutivos envolvem equipamentos específicos ou equações matemáticas estabelecidas para estimativa do índice. Para a obtenção de índices por método indireto temos como exemplos, a utilização de imagens térmicas (Banerjee et al., 2018), imagens por UAV (unmanned aerial vehicle) (Vélez et al., 2021), sensoriamento remoto e sensor portátil ceptômetro (AccuPAR®

L-80, Decagon Devices, USA). O uso do ceptômetro é uma alternativa na avaliação do IAF, sendo realizada de forma rápida e indireta por meio da interceptação de luz.

Na região de São Roque, ainda não existem trabalhos validando equações matemáticas universais ou elaborando novos modelos que estimem a área foliar em videiras submetidas à técnica de inversão de ciclo, responsáveis pela produção dos vinhos de colheita de inverno. Da mesma forma, a importância do uso do ceptômetro AccuPAR como uma das tecnologias utilizadas em pesquisas envolvendo a radiação fotossinteticamente ativa, que também fornece de maneira indireta dados de IAF. Apesar da rapidez na geração de dados, existe a necessidade em trazer mais segurança e direcionamento no uso do equipamento, tendo em vista que o seu uso ainda não tenha sido validado nesse novo sistema de poda para estima do IAF.

O objetivo do trabalho foi ajustar e validar modelos matemáticos para estimar a área foliar das cultivares Cabernet Franc e Malbec, sustentadas em espaldeira e com inversão de ciclo, em São Roque - São Paulo, assim como validar o uso do equipamento AccuPAR® na determinação do índice de área folia.

### **3.2 MATERIAL E MÉTODOS**

O ajuste dos modelos matemáticos para estimativa da área foliar, contou com folhas das cultivares Cabernet Franc (clone 214) e Malbec (clone 596), coletadas em vinhedo comercial não irrigado no município de São Roque - SP, com altitude de 890 metros acima do nível do mar e clima segundo Koppen, Cfb - clima subtropical úmido sem estação seca e verão temperado (Alvares et al., 2013), com temperaturas médias variando entre 23,1°C e 15,5°C (Abramides et al., 2019). A região tem como classe de solo PVA15 - Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado ou proeminente, textura média, argilosa ou média/argilosa, fase relevo ondulado e forte ondulado (Rossi, 2017).

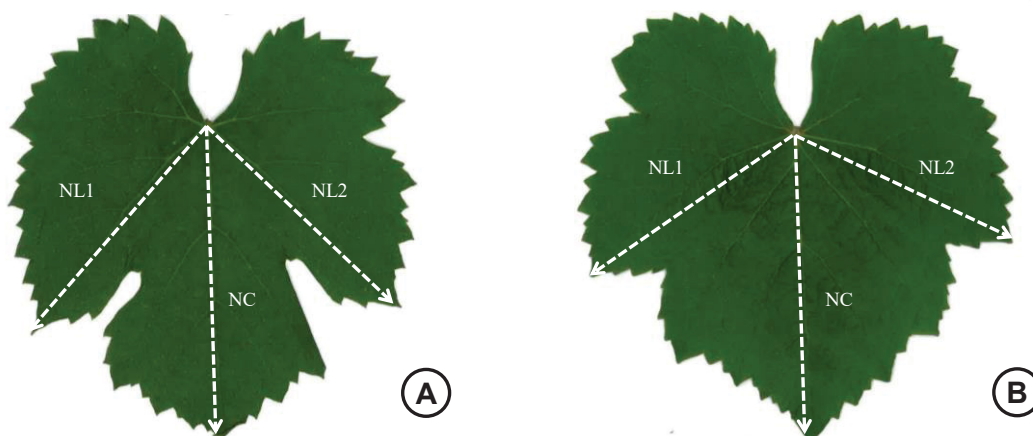
Para a construção dos modelos, as folhas de ‘Cabernet Franc’ e ‘Malbec’ foram coletadas em vinhedo implantado em 2011 sobre o porta-enxerto Paulsen 1103, com espaçamento de 1,5 m entre plantas e 2,5 m entre linhas. As cultivares foram sustentadas em espaldeira com altura do primeiro fio de arame de 0,9 m, conduzidas em cordão duplo esporonado e submetidas à técnica de inversão de ciclo. O manejo do dossel constituiu na remoção de folhas em torno dos cachos durante o estágio 73 (grão chumbinho) de acordo com a escala Biologische Bundesanstalt für Land und Forstwirtschaft, Bundessortenamt und Chemische Industrie (BBCH) (Lorenz et al., 1995); sem desponte; utilização de tela

antigranizo branca envolta dos cachos a partir do estágio de mudança de cor (BBCH 81) para proteção contra pragas e animais silvestres.

Um total de 200 folhas completas, sadias e com diferentes tamanhos para cada cultivar foram coletadas, de forma aleatória nas safras 2021, 2022 e 2023, durante o estágio de maturação (BBCH 83-85). Foram preparadas exsiccatas, sem os pecíolos, de todo material amostrado, e armazenamento para avaliações posteriores. As folhas com nervuras  $\leq 3$  cm não foram utilizadas, conforme recomendações de Lopes e Pinto (2000).

No Laboratório de Fitotecnia da Universidade Federal do Paraná, as nervuras centrais (NC) e laterais (NL1 e NL2) foram medidas usando uma régua graduada (em milímetros) (Figura 5), enquanto a área foliar foi mensurada através do programa computacional WinRHIZO®. Os modelos lineares e não lineares foram avaliados através da relação entre a área foliar de cada folha avaliada e o comprimento da NC; entre a área foliar avaliada e o  $NC^2$ ; entre a área foliar avaliada e a soma da NL1 e NL2 ( $\sum NL$ ); entre a área foliar avaliada e o quadrado do comprimento médio das NL ( $\bar{x} NL^2$ ). O ajuste dos modelos selecionados foi feito pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

Figura 5. Folhas e dimensões avaliadas nas cultivares Cabernet Franc (A) e Malbec (B), sustentadas em espaldeira e submetidas à técnica de inversão de ciclo, em São Roque -SP.



Fonte: o autor (2024).

Para a validação dos modelos matemáticos de regressão de cada cultivar, foram coletadas 31 folhas sadias (BBCH 83-85), completas e com diferentes tamanhos, de forma aleatória na safra 2023. Após a realização da exsiccata, a área foliar de todas as folhas foram mensuradas através do WinRHIZO® e estimadas através do modelo matemático de melhor ajuste para cada cultivar. Além disso, também foi testado o modelo geral proposto por

Cabonneau (1976), através da fórmula:  $AF = (0,305 \times SNL^2) + (1,605 \times SNL) - 6,885$ ; onde AF = área foliar e SNL = soma das nervuras laterais.

O ceptômetro (AccuPAR® L-80, Decagon Devices, USA), utilizado principalmente para determinar a radiação fotossinteticamente ativa através da interceptação da luz solar, também estima de forma indireta o índice de área foliar. Foram realizadas leituras em cinco plantas de cada cultivar nas safras 2021 e 2023, entre as 11h00 e 13h00 no estádio de maturação (BBCH 81-83), com uso do sensor externo. As leituras foram realizadas paralelas a linha de poda (cordão esporonado) (adaptado de WURZ et al., 2019), sendo cada valor obtido proveniente da média de três leituras. O índice de área foliar foi calculado através da média de todas as leituras.

O índice de área foliar real foi determinado através da seleção de um ramo da parte central de cada planta, na safra 2021 e 2023 (BBCH 81-83), com objetivo de não danificar à planta inteira. Desta forma, todas as folhas, sadias e inteiras do ramo, foram coletadas e avaliadas com o equipamento WinRHIZO®. A área foliar total por planta, foi obtida da relação entre a área foliar total por ramo sob a área da superfície ocupada [espaço médio entre um esporão e outro (0,08 m), e a largura média do duplo fio de arame (0,18 m), totalizando uma área de  $0,0144 \text{ m}^2$  por ramo] e a área total da planta [comprimento médio do cordão esporonado (1,5 m) e a largura média do duplo fio de arame (0,18 m), ocupando uma área de  $0,27 \text{ m}^2$ ]. O índice de área foliar por planta foi baseado em equação definida por Watson (1947), calculado através da fórmula:  $IAF = \text{área foliar total} \text{ m}^2 \cdot 0,27 \text{ m}^{-2}$ .

Os modelos matemáticos foram desenvolvidos através da análise de regressão com melhor ajuste. Para validação das equações, os dados coletados foram transformados ( $\log x$ ), submetidos ao teste de normalidade de Shapiro Wilk e análise de variância, seguido de comparação de médias entre a área foliar avaliada, estimada e modelo geral proposto por Cabonneau (1976), pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com uso do programa R®.

Para validação do ceptômetro, os dados do índice de área foliar de ambas as cultivares, obtidos pelo método destrutivo e não-destrutivo foram submetidas à análise de variância e teste Tukey a 5% de probabilidade.

### **3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Houve relação entre a área foliar com o comprimento das nervuras das folhas das cultivares Cabernet Franc e Malbec, submetidas à inversão de ciclo, de acordo com o coeficiente de determinação. A melhor relação existente ocorreu através das somas das

nervuras laterais, sendo representadas por modelos não lineares para as duas cultivares (Tabela 4).

Tabela 4. Estimativa dos parâmetros (coeficiente de determinação –  $R^2$ ) dos modelos lineares e não lineares entre a área foliar ( $\text{cm}^2$ ) avaliada e o comprimento das nervuras central e laterais (cm) das folhas de ‘Cabernet Franc’ e ‘Malbec’, sustentadas em espaldeira e submetidas à inversão de ciclo, em São Roque - SP.

Cabernet Franc						
Tratamento	Parâmetro	Modelo				
		Linear	Logarítmico	Quadrático	Potência	Exponencial
Nervura central	$R^2$	0,813	0,789	0,823	0,794	0,793
Nervura central <sup>P</sup>	$R^2$	0,822	0,789	0,823	0,794	0,779
Nervuras laterais	$R^2$	0,890	0,864	0,903	0,894	0,892
Nervuras laterais <sup>2</sup>	$R^2$	0,902	0,864	0,903	0,894	0,877

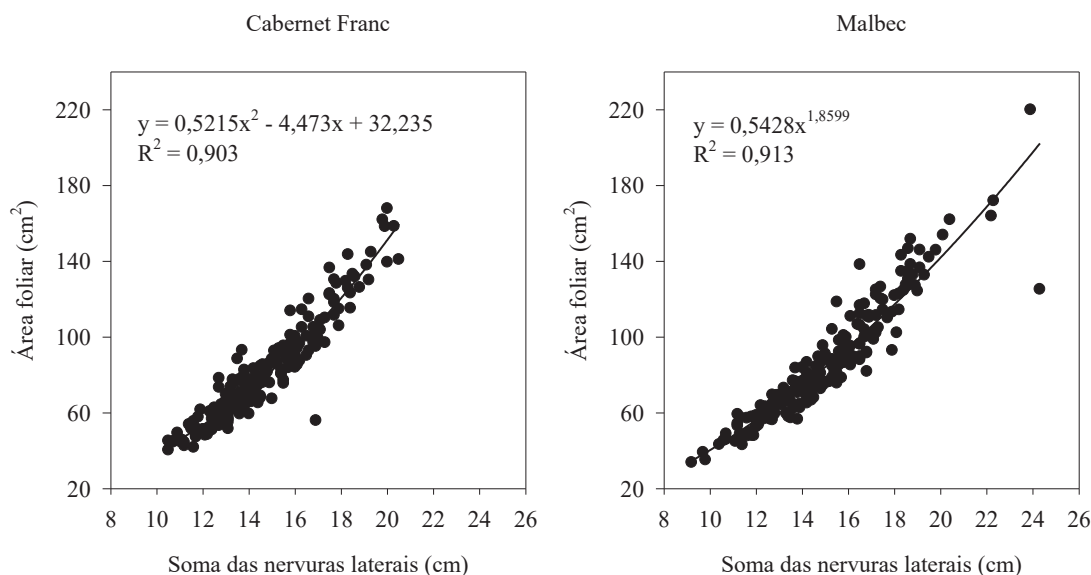
Malbec						
Tratamento	Parâmetro	Modelo				
		Linear	Logarítmico	Quadrático	Potência	Exponencial
Nervura central	$R^2$	0,829	0,802	0,830	0,843	0,834
Nervura central <sup>P</sup>	$R^2$	0,822	0,802	0,838	0,843	0,786
Nervuras laterais	$R^2$	0,882	0,855	0,884	0,913	0,898
Nervuras laterais <sup>2</sup>	$R^2$	0,879	0,855	0,889	0,913	0,851

Fonte: o autor (2024).

Altos coeficientes de determinação indicam ajustes mais finos nos modelos desenvolvidos. Neste trabalho os  $R^2$  selecionados são elevados e estão próximos ou dentro do esperado para esse tipo de estudo, como visto nos trabalhos de Permanhani et al. (2014) e Junges e Anzanello (2021), com coeficientes acima de 90%. Para ‘Cabernet Franc’ o melhor modelo foi o quadrático, com  $R^2$  de 0,903. Embora a  $\bar{x}$  NL<sup>2</sup> também tenha apresentado um mesmo  $R^2$ , a escolha se deu pela simplificação da equação e cálculos matemáticos. A mesma situação ocorreu com a cultivar Malbec, porém selecionado o modelo de potência, com  $R^2$  de 0,913.

Equações matemáticas que estabelecem relações com a área foliar são descritas por vários autores e em diferentes culturas, apenas com medidas das folhas, sejam elas das nervuras, diâmetros ou larguras (Buttaro et al., 2015; Oliveira et al., 2017; Vieira et al., 2022). A área foliar estimada utilizando as equações que representam o melhor ajuste (Figura 6), a partir das medidas das nervuras laterais, são consistentes e de alta precisão.

Figura 6. Equação quadrática e de potência com coeficientes de determinação ( $R^2$ ) dos modelos para estimativa da área foliar ( $\text{cm}^2$ ) das cultivares Cabernet Franc e Malbec, sustentadas em espaldeira e submetidas à técnica de inversão de ciclo, em São Roque -SP.



Fonte: o autor (2024).

A comparação de médias entre a área foliar avaliada e estimada (Tabela 5), utilizando as equações sugeridas para ‘Cabernet Franc’ ( $y = 0,5215 x^2 - 4,473 x + 32,235$ ) e para ‘Malbec’ ( $y = 0,5428 x^{1,8599}$ ), além de uma universal proposta por Carbonneau (1976), ( $y = 0,305 x^2 + 1,605 x - 6,885$ ), na qual “x” representa a soma do comprimento das nervuras laterais, demonstrou não haver diferenças significativas.

Tabela 5. Comparação entre as médias da área foliar avaliada, estimada pelo modelo matemático sugerido e pelo modelo de Carbonneau, das cultivares Cabernet Franc e Malbec, sustentadas em espaldeira e submetidas à inversão de ciclo, em São Roque - SP.

Cultivar	Área foliar avaliada ( $\text{cm}^2$ )	Área foliar estimada ( $\text{cm}^2$ ) (Modelo sugerido)	Área foliar estimada ( $\text{cm}^2$ ) (Modelo Carbonneau)
Cabernet Franc	94,35 a	94,52 a	96,37 a
CV (%)		6,16	
Malbec	104,58 a	98,97 a	101,79 a
CV (%)		7,28	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: o autor (2024).



Esse resultado valida a equação geral proposta por Carbonneau (1976), mas também a nova proposta, que passa ser mais uma opção na determinação da área foliar a campo em videiras submetidas à técnica de inversão de ciclo. Em diversos outros estudos, modelos não lineares também foram propostos, como o modelo de potência indicado para as cultivares Chardonnay, Cabernet Sauvignon e Merlot sustentadas em espaladeira e em latada, na Serra Gaúcha (Junges e Anzanello, 2021); ‘Cabernet Sauvignon’ e ‘Sauvignon Blanc’, produzidas em espaladeira em São Joaquim - SC (Borghesan et al., 2010); além de outras culturas como: pimentão (Leite et al., 2021), banana (Vieira et al., 2022) e cassava (Trachta et al., 2020). No entanto, outras modelagens podem ser encontradas e adequadas para cada região e sistema de cultivo, como modelos lineares para a lichieira em Linhares - ES (Oliveira et al., 2017) e a Niagara Rosada em Cardoso Moreira - RJ (Permanhani et al., 2014); assim como o modelo logarítmico para papaya (Campostrini e Yamanish, 2001); dentre outras possibilidades.

Embora equações matemáticas possam trazer precisão nas avaliações da área foliar a campo, a mesma é uma estimativa que pode variar de acordo com: a morfologia das folhas, curvatura das nervuras, erros durante a mensuração das medidas, condições atípicas das plantas em função das condições climáticas e de manejo; o que pode ocasionar variações caso sejam utilizadas equações gerais ou de outras cultivares semelhantes. O uso de modelos que se aproximem da cultivar/cultura sob estudo e que não foram desenvolvidos para região de cultivo são utilizáveis, porém faz-se necessário a sua validação em função do objetivo estabelecido. A ampelografia permite o uso de modelos gerais, uma vez que o padrão foliar que distingue cada cultivar ou variedade não muda, apenas o seu tamanho em função das condições naturais e humanas aplicadas.

A área foliar obtida a campo através de métodos não-destrutivos diretos é uma alternativa barata e rápida, e que serve de base para mensuração da área foliar total por planta e índice de área foliar, além de estudos envolvendo danos fitossanitários, aspectos fisiológicos e produtivos.

Assim como a área foliar, o índice de área foliar é um parâmetro muito utilizado para avaliar o desenvolvimento das plantas ao longo do tempo, e também auxiliar e verificar a eficiência do manejo aplicado. Na morfologia das folhas, embora exista um padrão específico para cada cultivar, podem ocorrer variações de tamanho em função da adubação, solo, temperatura, porta-enxerto, época de poda, dentre outros fatores, que acabam por influenciar nos valores de IAF. Embora em cada safra seja possível obter um IAF, a tendência é, sob o mesmo manejo agrônomico e com plantas saudáveis, apresentarem ano após ano valores semelhantes no estágio de desenvolvimento avaliado.

Através da área foliar total, pode-se obter o valor de IAF em função de uma área específica. No entanto, técnicas modernas podem ser utilizadas para obtenção do IAF de forma indireta e não-destrutiva, como é o caso do sensor portátil ceptômetro. A questão no uso do ceptômetro é saber se realmente os dados informados estão condizentes com o dossel avaliad. Dados comparativos entre o índice de área foliar avaliado ou real (IAFa) e o índice de área foliar com o uso do ceptômetro (IAFc) (Tabela 6) demonstram valores subestimados com o uso do ceptômetro para ambas as cultivares em estudo.

Tabela 6. Médias dos índices de área foliar avaliada (IAFa) e índices de área foliar mensurados pelo ceptômetro (IAFc) das cultivares Cabernet Franc e Malbec, sustentadas em espaldeira e submetidas à inversão de ciclo, em São Roque - SP.

Cultivar	IAFa	IAFc
Cabernet Franc	6,25 a	2,86 b
CV (%)	18,45	
Malbec	6,81 a	2,90 b
CV (%)	27,86	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: o autor (2024).

A média do IAFa apresentou valores de 6,25 para ‘Cabernet Franc’ e 6,85 para ‘Malbec’, valores um pouco além do dobro daquele encontrado com o uso do IAFc, sendo de 2,86 e 2,90, respectivamente. Essa situação também pôde ser observada em estudo com pastagem permanente, na qual verificou-se tanto para o sensor AccuPAR quanto para o LAI-2200C, valores subestimados (Klingler et al., 2020). O erro de leitura causado pelo sensor deve ser considerado, uma vez que dependendo da posição das folhas, e havendo sobreposição destas, como no caso de uma videira no estádio de maturação conduzida em espaldeira, a quantidade de sombra projetada seria semelhante mesmo com o aumento no número de folhas. A perda de sensibilidade em IAF maiores em função das pequenas mudanças na sombra é relatada pelo próprio fabricante, necessitando ajustes no posicionamento da barra do sensor, como da posição em relação ao sol, e estrutura e orientação das plantas e suas folhas, com intuito de reduzir as taxas de erro.

A posição do sol influencia na confiabilidade dos dados de IAF em função do sombreamento. Protocolos e fatores de correção veem sendo desenvolvidos e estudados para diferentes culturas na tentativa de reduzir interferências nos resultados. Estudo de López-

Lozano e Casterad (2012) testaram em videiras conduzidas verticalmente, diferentes posicionamentos da barra do sensor do ceptômetro Sunscan em relação aos diferentes horários, e identificaram que próximo ao zênite solar e com o sensor paralelo a linha das plantas, existe a vantagem de evitar heterogeneidade da copa, porém obtém-se como resultado um IAF da linha, sendo necessário uma conversão com base nas medidas de largura das fileiras. A criação de fatores de correção ou aplicações de fórmulas de ajustes são observados em outros trabalhos também, como a utilização da altura do dossel da soja, da cana-de-açúcar e do milho como medida de calibração para evitar valores superestimados de IAF (Gonçalves et al., 2020).

Embora o uso do ceptômetro, sob o protocolo utilizado neste trabalho e em sistema de poda diferenciado - inversão de ciclo, ocasione valores de IAF abaixo do esperado e não seja validado, ainda assim, seu uso continua sendo uma alternativa rápida na obtenção de resultados ao longo do ciclo da cultura. Como o equipamento fornece outros dados além do IAF, dentre eles a radiação fotossinteticamente ativa, seu uso não se torna excludente desde que se mantenha um padrão de avaliação, sem alternância ou mistura de metodologias e outras ferramentas de análise. Desta forma, testar novos protocolos ou utilizar fórmulas de correção apresentadas na literatura são opções abertas e plausíveis na busca de otimizar resultados e mais próximos da realidade.

### **3.4 CONCLUSÕES**

A área foliar das cultivares Cabernet Franc e Malbec submetidas a técnica de inversão de ciclo na região de São Roque - SP, podem ser estimadas pelo método não- destrutivo direto utilizando as medidas das nervuras laterais. Tanto a equação sugerida para ‘Cabernet Franc’ ( $y = 0,5215 x^2 - 4,473 x + 32,235$ ) e para ‘Malbec’ ( $y = 0,5428 x^{1,8599}$ ), além de uma universal proposta por Carbonneau (1976), ( $y = 0,305 x^2 + 1,605 x - 6,885$ ), se mostram ajustadas e adequadas para estimação da área foliar.

O uso do ceptômetro AccuPAR® para obtenção do IAF de modo indireto e não-destrutivo, subestima os valores reais de IAF na condição do protocolo estabelecido.

## REFERÊNCIAS

- Abramides, P. L. G., Brunini, O., Pedro júnior, M. J., Camargo, M. B. P., Ernandes, E. S., Blani, G. C., Brunini, A. P. C., Brigante, R. S., and Santos, L. CIIAGRO. [Acessado 25 dez 2019]. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/>.
- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Moraes Gonçalves, J. L., and Sparovek, G. (2013). Köppen's climate identification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22, 711-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
- Banerjee, K., Krishnan, P., and Mridha, N. (2018). Application of thermal imaging of wheat crop canopy to estimate leaf area index under different moisture stress conditions. *Biosystems Engineering*, 166, 13-27. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.10.012>.
- Borghezan, M., Gavioli, O., Pit, F.A., and Silva, A.L. (2010). Modelos matemáticos para a estimativa da área foliar de variedades de videira a campo (*Vitis vinifera* L.). *Ciência e Técnica Vitivinícola*, 25, 1-7.
- Buttaro, D., Roupshael, Y., Rivera, C.M., Colla, G. and Gonnella, M. (2015). Simple and accurate allometric model for leaf area estimation in *Vitis vinifera* L. genotypes. *Photosynthetica*, 53, 342-348. <https://doi.org/10.1007/s11099-015-0117-2>.
- Campostrini, E. and Yamanishi, O.K. (2001). Estimation of papaya leaf area using the central vein length. *Scientia Agricola*, São Paulo, 58, 39-42. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162001000100007>.
- Carbonneau, A. (1976). Principes et methodes de mesure de la surface foliare. Essai de caracterizacion des types de feviles dans le genre *Vitis*. *Annales de Amelioration des Plantes*, 26, 327-343.
- Demirsoy, H., Demirsoy, L., Uzun, S. and Ersoy, B. (2004). Non-destructive leaf area estimation in peach. *European Journal of Horticultural Science*, 69, 144-146.
- Dobrowski, S. Z., Ustin, S.L. and Wolpert, J.A. (2002). Remote estimation of vine canopy density in vertically shoot-positioned vineyards: determining optimal vegetation indexes. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 8, 117-125. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2002.tb00220.x>.
- Gonçalves, A. O., Silva, E. H. F. M., Gasparotto, L. G., Rosa, J. M., Carmo, S., Fattori Júnior, I. M. and Marin, F. R. (2020). Improving indirect measurements of the leaf area index using canopy height. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 55, 2020. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2020.v55.01894>.

Junges, A. H. and Anzanello, R. Non-destructive simple model to estimate the leaf area through midvein in cultivars of *Vitis vinifera*. (2021). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 43, 1-12. <https://doi.org/10.1590/0100-29452021795>.

Klingler, A., Schaumberger, A., Vuolo, F., Kalmár, L. B. and Potsch, E. M. (2020). Comparison of direct and indirect determination of leaf area index in permanent grassland. *Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science*, 88, 369-378. <https://doi.org/10.1007/s41064-020-00119-8>.

Leite, M. L. M. V., Moura, G. A., Moura, E. A., Lucena, L. R. R., Sales, A. T. and Sampaio, E. V. S. B. (2021). Comparison of methods for estimating leaf area in pornunça (*Manihot* sp.). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 25, 733-740. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v25n11p733-740>.

Lorenz, D. H., Eichhorn, K. W., Bleiholder, H., Klose, R., Meier, U. and Weber, E. (1995). Phenological growth stages of grapevine (*Vitis vinifera* L. spp. *vinifera*): codes and descriptions according to the extended BBCH scale. *Australia Journal of Grape and Wine Research*, 1, 100-110. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.1995.tb00085.x>.

Lopes C.M. and Pinto P.A. (2000). Estimation de la surface foliaire principale et secondaire d'un rameau de vigne. *Progrès Agricole et Viticole*, 117, 160-166.

López-Lozano, R. and Casterad, M. A. (2012). Comparison of different protocols for indirect measurement of leaf area index with ceptometers in vertically trained vineyards. *Australia Journal of Grape and Wine Research*, 19, 116-122. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12005>.

Montero, F.J., Juan, J.A., Cuesta, A. and Brasa, A. (2000). Nondestructive methods to estimate leaf area in *Vitis vinifera* L. *HortScience*, 35, 696-698. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.35.4.696>.

Oliveira, P. S., Silva, W., Costa, A. A. M., Schmildt, E. R. and Vitória, E. L. (2017). Leaf area estimation in litchi by means of allometric relationships. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 39. <https://doi.org/10.1590/0100-29452017403>.

Permanhani, M., Vasconcellos, M.A.S., Souza, R.T. and Martelleto, L.A.P. (2014). Estimativa de área foliar da videira 'Niágara rosada' conduzida em sistema de latada, região Norte Fluminense. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36, 1034-1040. <https://doi.org/10.1590/0100-2945-314/13>.

Reynolds, A.G. and Vanden Heuvel, J.E. (2009). Influence of grapevine training systems on vine growth and fruit composition: a review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 60, 251-268. <https://doi.org/10.5344/ajev.2009.60.3.251>.

Rossi, M. (2017). Mapa pedológico do Estado de São Paulo revisado e ampliado. São Paulo: Editora Instituto Florestal.

Sachet, M. R., Penso, G. A., Pertille, R. H., Guerrize, M. T. and Citadin, I. (2015). Estimativa da área foliar de pessegueiro por método não-destrutivo. *Ciência Rural*, 45, 2161-2163. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140185>.

Sanchez-Rodriguez, L. A., Dias, C. T. S. and Spósito, M. B. (2016). Fisiologia e produção da videira 'Niágara Rosada' nos sistemas de condução em espaladeira e em Y. *Revista Agropecuária Brasileira*, 51, 1948-1956. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016001200005>.

Teixeira, A.H.C. and Lima Filho, J. M. P. (1997). Relações entre o índice de área foliar e a radiação solar na cultura da videira. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 5, 143-146.

Trachta, M. A., Zanon, A. J., Alves, A. F., Freitas, C. P. O., Streck, N. A., Cardoso, P. S., Santos, A. T. L., Nascimento, M. F., Rossato, I. G., Simões, G. P., Amaral, K. E. F., Streck, I. L. and Rodrigues, L. B. (2020). Leaf area estimation with nondestructive method in cassava. *Bragantia*, 79, 472-484. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20200018>.

Tregoat, O., Ollat, N., Grenier, G. and Leeuwen, C.V. (2001). Etude comparative de la précision et de la rapidité de mise en oeuvre de différentes méthodes d'estimation de la surface foliaire de la vigne. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 35, 31-39.

Vélez, S., Poblete-Echeverría, C., Rubio, J. A., Vacas, R. and Barajas, E. (2021). Estimation of leaf area index in vineyards by analysing projected shadows using UAV imagery. *OENO one*, 55. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2021.55.4.4639>.

Vieira, J. G. V., Zucoloto, M., Oliveira, V. S. and Oliveira, F. L. (2022). Use of mathematical models to estimate the total leaf area of banana. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 44. <https://doi.org/10.1590/0100-29452022119>.

Watson, D. J. (1947). Comparative physiological studies on the growth of field crops: I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. *Annals of Botany*, 11, 41-76. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a083148>.

Wurz, D. A., Bonin, B. F., Brighenti, A. F., Canossa, A. T., Reinehr, J., Allebrandt, R., Pereira de Bem, B., Rufato, L. and Kretschamar, A. A. (2019). Efeito da carga de gemas da videira 'Cabernet Franc' na interceptação da radiação solar e na fertilidade de gemas. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 18, 453-458. <https://doi.org/10.5965/223811711842019453>.

## **4 CAPÍTULO 3 - INTENSIDADE DE DESFOLHA ASSOCIADA À TÉCNICA DE INVERSÃO DE CICLO NAS CULTIVARES CABERNET FRANC E MALBEC**

### **RESUMO**

A técnica de inversão de ciclo na videira foi desenvolvida para obtenção de uvas com qualidade (teor de sólidos solúveis, acidez total, pH e polifenóis totais) e produção dos vinhos de inverno, sendo implementada principalmente na Região Sudeste, Brasil. A transferência da colheita, que ocorre tradicionalmente no verão, para o período mais seco no outono/inverno, conduz as plantas à completa maturação, colaborando na elaboração de vinhos finos de qualidade e com competitividade no mercado. O manejo da desfolha associado à técnica, podem trazer melhorias durante o processo da maturação tecnológica e fenólica das bagas, além de melhores condições fitossanitárias. Desta forma, objetivou-se com o estudo definir a intensidade de desfolha ideal, associada à técnica de inversão de ciclo, para a produção de vinhos de inverno e avaliar a tipicidade destes com as cultivares Cabernet Franc e Malbec em São Roque - SP, Brasil. Foram avaliados diferentes intensidades de desfolha (sem desfolha, 20%, 30%, 40% e 50%) em duas safras. Os resultados obtidos com o aumento do nível de desfolha, demonstraram incrementos no conteúdo de polifenóis nas bagas, em função das diferentes radiações incidentes nos cachos. A produção por planta apresentou tendência de redução a partir do nível 40% de desfolha para ambas cultivares. Por outro lado, a composição química básica dos mostos não apresentaram diferenças significativas entre os níveis de desfolha em relação ao teor de sólidos solúveis e pH. A identidade fenólica dos vinhos foi a mesma para as duas cultivares e através da análise sensorial, os vinhos de Cabernet Franc foram melhores classificados com 40% e 50% de desfolha, enquanto os de Malbec com 30%.

Palavras - chave: *Vitis vinifera*; dupla-poda; vinhos de inverno; vinificação; análise sensorial.

### **4.1 INTRODUÇÃO**

A técnica de inversão de ciclo, também chamada de dupla-poda ou ainda de poda extemporânea, foi desenvolvida e aprimorada nos anos 2000 pela EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - Brasil), com objetivo de transferir a colheita tradicionalmente realizada no verão, período com altas pluviosidades e temperaturas, para meses com temperaturas mais amenas, baixo volume de chuvas e maior amplitude térmica (Favero et al., 2011; Regina et al., 2011). A colheita de uvas na estação outono/inverno favorece maiores concentrações de açúcares e compostos fenólicos, além de maior sanidade (Favero et al., 2011; Regina et al., 2011). A técnica vem sendo implantada em regiões de clima tropical de altitude e subtropical de altitude, principalmente na região sul de Minas Gerais e norte de São Paulo, sendo que atualmente tem se expandido para outras regiões e

estados, como o centro da Bahia e Rio de Janeiro (Pereira et al., 2020). Com o aumento da produção e reconhecimento dessa técnica por gerar vinhos finos típicos de alto padrão, passou-se a caracterizá-los como vinhos de colheita de inverno.

Na cidade de São Roque - SP, estudos vem sendo realizados para caracterizar a região, e conhecer o comportamento das cultivares e a qualidade da matéria-prima produzida com a técnica de inversão de ciclo. Estudo de Dal'Osto et al. (2016) demonstrou que a região tem condições para que cultivares sejam submetidas à técnica, e produzam uvas e vinhos finos de qualidade, permitindo aos produtores, mesmo aqueles sem tradição no setor, produzirem vinhos de colheita de inverno competitivos no mercado.

A prática da desfolha constitui uma intervenção em verde, que consiste em remover folhas excedentes ou que estejam prejudicando a entrada de luz e aeração dos cachos, assim colaborando no aumento das concentrações fenólicas, de açúcares e redução de fungos fitopatogênicos (Risco et al., 2013; Magalhães, 2015; Wurz et al., 2018). Além disso, influencia positivamente na fertilidade das gemas, que passam a ser estimuladas pela radiação fotossinteticamente ativa (Wurz et al., 2019). A resposta fisiológica da videira frente à desfolha e suas consequências sobre qualidade e rendimento produtivo, depende do estágio de desenvolvimento em que é aplicada, devendo-se evitar o período antes da floração e na redução do crescimento vegetativo, que torna-se mais lento no estágio de mudança de cor (Magalhães, 2015).

A prática da desfolha é realizada na zona de frutificação das videiras, mesmo assim, seu refinamento pode ser observado em vários estudos, podendo haver ganhos positivos na qualidade dos vinhos mesmo com desfolhas precoces, antes do florescimento (Verdenal et al., 2019), assim como, depois da mudança de cor ou pré-colheita (Tessarini et al., 2022). Porém, extrapolar resultados para outras regiões é um risco, necessitando de estudos e testes locais para que não aconteçam perdas produtivas, comprometimento das safras seguintes, redução do acúmulo de carboidratos na planta, dentre outras possibilidades.

Tanto a técnica de inversão de ciclo, quanto a prática de desfolha tradicional em videiras, proporcionam melhorias na qualidade e sanidade das bagas através da aeração, interceptação da radiação solar e facilidade do manejo fitossanitário (Favero et al., 2011; Magalhães, 2015; Wurz et al., 2018). Entretanto, não está estabelecido o nível de desfolha associado à técnica de inversão de ciclo e seus efeitos na produção e composição química das bagas. A intensidade adequada de desfolha, deve colaborar no processo de maturação tecnológica e fenólica das bagas, com aumento dos teores de açúcares, redução da acidez total



e aumento da concentração dos compostos fenólicos, produzindo matéria-prima de qualidade e com potencial enológico na elaboração de vinhos finos de colheita de inverno.

Vários são os parâmetros que podem ser utilizados para identificação e reconhecimento da qualidade de um vinho, sendo a análise sensorial um método importante de avaliação. A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) é um dos métodos importante e útil na determinação e conhecimento das características de qualidades e suas intensidades no produto avaliado. Por conseguinte, os resultados da análise podem ser usados desde a relação com as análises físico-químicas, até mesmo na observação das preferências do consumidor (Stone e Sidel, 2004).

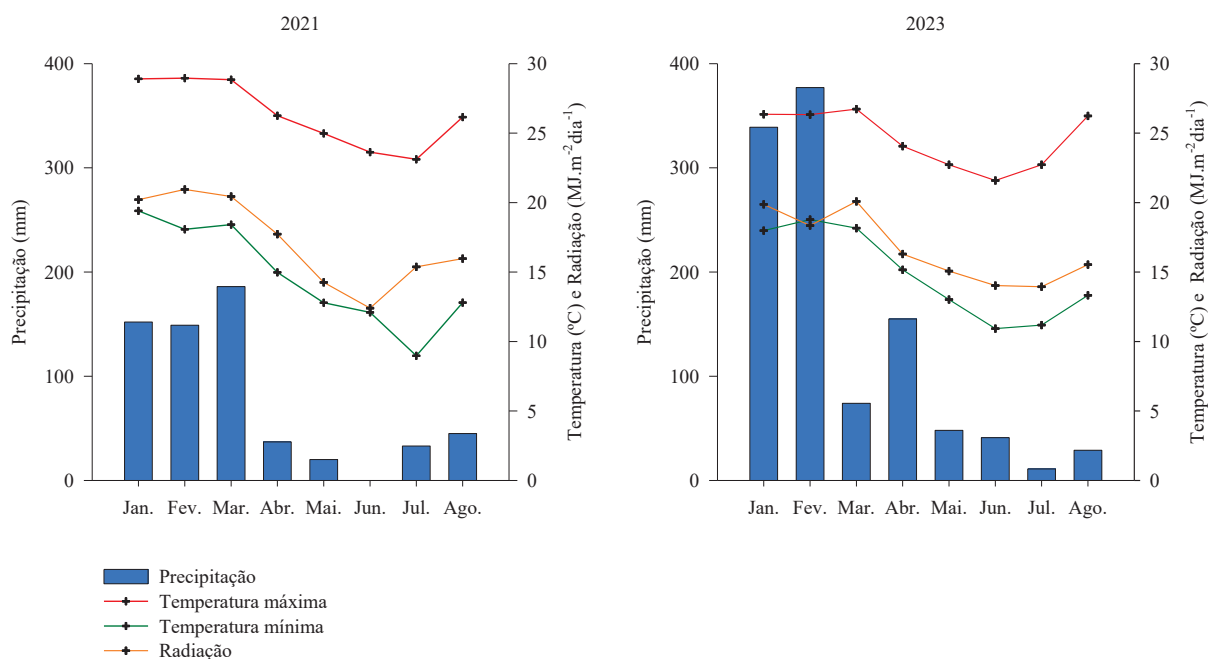
Sendo assim, o objetivo deste estudo foi definir a intensidade de desfolha ideal associada a técnica de inversão de ciclo, para a produção de vinhos de inverno com melhor qualidade. Além de avaliar a tipicidade destes vinhos elaborados com as cultivares Cabernet Franc e Malbec em São Roque - SP, Brasil.

## **4.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.2.1 Área experimental**

O experimento foi conduzido em vinhedo comercial não irrigado no município de São Roque - SP, Brasil, sob as coordenadas 23°35'37,5'' S e 47°9'40'' O e com altitude de 890 metros, nas safras 2021 e 2023. O clima da região é, segundo Koppen, Cfb - clima subtropical úmido sem estação seca e verão temperado (Alvares et al., 2013), com temperaturas médias variando entre 23,1°C e 15,5°C (Abramides et al., 2019). A classe de solo da região é PVA15 - Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado ou proeminente, textura média, argilosa ou média/argilosa, fase relevo ondulado e forte ondulado (Rossi, 2017). Os dados meteorológicos durante o período de estudo, referentes às temperaturas e radiações solares, foram obtidos da NASA Power através do Rural Clima (2024), sendo a precipitação coletada *in locu* (Figura 7).

Figura 7. Médias mensais das temperaturas máximas, temperaturas mínimas, pluviosidades e radiação solar em São Roque - SP, durante as safras 2021 e 2023.



Fonte: o autor (2024).

A técnica de inversão de ciclo foi realizada por meio de duas podas distintas. A primeira poda foi a de formação, deixando duas gemas por esporão, realizada em setembro, com remoção das inflorescências provenientes das brotações. A segunda poda foi de produção, com uma poda longa, deixando de seis a oito gemas por vara, realizada entre o fim de dezembro a meados de janeiro, com aplicação localizada de cianamida hidrogenada nas duas gemas apicais.

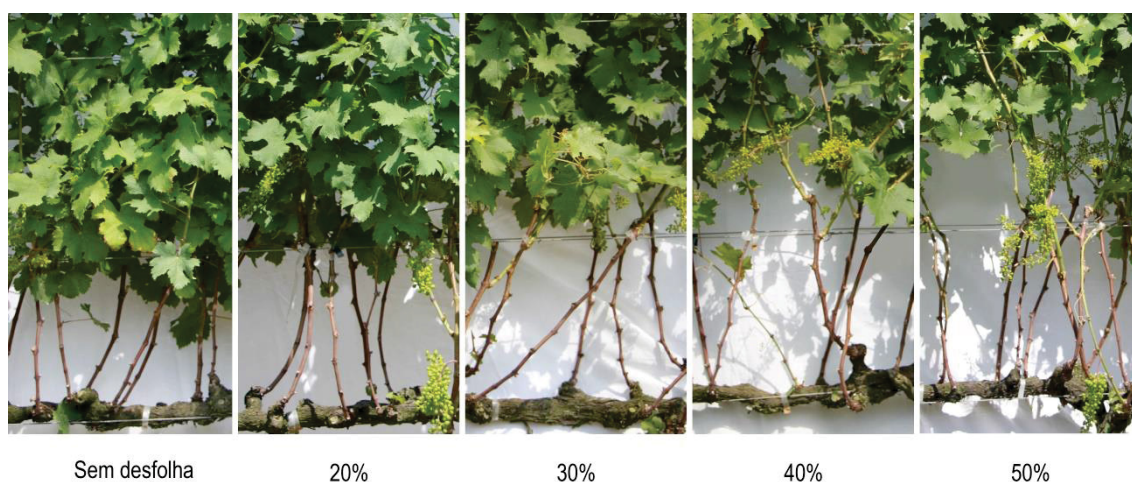
A safra 2021 teve a poda de produção, para ambas cultivares, realizada no dia 08/01/2021, com colheitas nos dias 19/06/2021 para 'Malbec' e 26/06/2021 para 'Cabernet Franc'. Na safra 2023, a poda de produção ocorreu no dia 20/02/2023 para 'Cabernet Franc' e 27/02/2023 para 'Malbec', no entanto, somente a cultivar Cabernet Franc foi avaliada e colhida no dia 13/08/2023. O crescimento e desenvolvimento desuniforme da brotação da 'Malbec', inviabilizou o manejo da desfolha.

As cultivares avaliadas foram a Cabernet Franc (clone 214) e Malbec (clone 596), introduzidas em 2011 sobre o porta-enxerto Paulsen 1103, com espaçamento de 1,5 x 2,5 metros. As plantas foram conduzidas em cordão duplo esporonado, sustentadas em espaldeira com altura do primeiro fio de arame de 0,9 m, e submetidas à técnica de inversão de ciclo. As

entre linhas foram mantidas com cobertura espontânea e roçadas, e as linhas foram mantidas limpas. Aplicações de inseticidas ou fungicidas, assim como adubações, foram realizadas de acordo com recomendações técnicas, além da utilização de tela anti granizo branca para cobrir a região dos cachos contra ataques de pragas e animais silvestres, a partir do estágio 81 (mudança de cor) de acordo com a escala Biologische Bundesanstalt für Land und Forstwirtschaft, Bundessortenamt und Chemische Industrie (BBCH) (Lorenz et al., 1995).

O manejo do dossel se constituiu na aplicação manual de quatro níveis de desfolha (20, 30, 40 e 50%), além do controle (sem desfolha), no estágio de grão chumbinho (BBCH 73) (Figura 8), em função do número de folhas nos ramos. Todos os tratamentos tiveram um desponse no estágio entre o grão ervilha (BBCH 75) e a mudança de cor (BBCH 81), e uma conferência no nível de desfolha para possíveis ajustes de acordo com o crescimento vegetativo.

Figura 8. Aspectos visuais das diferentes intensidades de desfolha (sem desfolha, 20%, 30%, 40% e 50%).



Fonte: o autor (2024).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC), com quatro blocos e cinco tratamentos (quatro níveis de desfolha, além de um controle) para cada cultivar. Os blocos foram compostos por quatro fileiras (ruas) adjacentes com 25 plantas cada, sendo cinco plantas por unidade experimental, totalizando 100 plantas por cultivar.

#### 4.2.2 Radiação fotossinteticamente ativa

A radiação fotossinteticamente ativa (RFA) foi mensurada através do ceptômetro (AccuPAR L-80, Decagon Devices, USA), com leituras realizadas entre as 11h e 13h nos estádios de grão chumbinho (BBCH 73) e mudança de cor (BBCH 81) em cada planta avaliada. As leituras foram realizadas paralela ao cordão esporonado (adaptado de WURZ et al., 2019), sendo cada valor obtido proveniente da média de três leituras. O índice de área foliar foi estimado de forma indireta pelo próprio ceptômetro durante as avaliações.

#### 4.2.3 Variáveis produtivas

A produção por planta foi determinada por uma balança mecânica de plataforma no momento da colheita. Foram avaliados os seguintes parâmetros produtivos: massa total dos cachos por planta, número de cachos por planta, massa média dos cachos e produtividade por hectare. Além do índice de Ravaz (IR), obtido através da fórmula:  $IR = \frac{\text{produção (kg)}}{\text{massa dos ramos podados}^{-1}}$  (kg).

#### 4.2.4 Microvinificação

O processo de microvinificação foi realizado em propriedade rural familiar e constituiu na união dos blocos um com o dois e três com o quatro, criando-se duas repetições biológicas de cada tratamento. No entanto, na safra 2023, devido às condições climáticas adversas, a produção foi prejudicada e foi necessário a união de todos os blocos para compor uma única microvinificação de cada tratamento. Desta forma, foram colhidos 14 kg de uvas por tratamento. A maturação tecnológica foi avaliada a partir do mosto obtido pela maceração das bagas, na qual foram analisados os sólidos solúveis totais (SST) (°Brix), potencial hidrogeniônico (pH) e acidez total titulável a pH 7 expresso em ácido tartárico (AT) (g.L<sup>-1</sup>), conforme a metodologia da OIV (2024).

Os vinhos de cada intensidade de desfolha, além do controle, foram elaborados por meio do sistema clássico de vinificação em tinto. Inicialmente, as uvas desengaçadas e esmagadas manualmente foram transferidas para um recipiente de 20 L, adicionando-se metabissulfito de potássio (100 mg.kg<sup>-1</sup>), enzima pectolítica (2 g.100L<sup>-1</sup> Colorpect VRC; Amazon Group; Brasil), levedura seca ativa (30 g.100L<sup>-1</sup> *Saccharomyces cerevisiae*, Zymaflore RX 60; Laffort; França) e nutrientes para levedura (40 g.100L<sup>-1</sup> Gesferm Plus;

Amazon Group; Brasil). Durante a maceração e fermentação, na qual teve duração de oito dias com temperaturas médias mantidas entre 20°C e 22°C, duas *pigeages* (afundamento do bagaço com auxílio de um bastão) por dia foram realizadas. Após descuba, o mosto foi transferido para recipientes de vidro com capacidade de 4,6 L. A fermentação malolática ocorreu de forma espontânea, em um período de 50 a 60 dias em média com posterior correção do SO<sub>2</sub> livre para 35 mg.L<sup>-1</sup>. Após um tempo médio de 70 dias, o SO<sub>2</sub> livre foi corrigido a 40 mg.L<sup>-1</sup> para ser acondicionado em garrafas de vidro de 750 mL. As avaliações dos vinhos ocorreram em média 12 meses após a colheita/vinificação.

#### 4.2.5 Fenólicos totais

O conteúdo de fenólicos totais foi determinado pelo método colorimétrico de *Folin Ciocalteu* descrito por Singleton e Rossi (1965). A absorvância foi medida a 765 nm em um espectrofotômetro UV-Vis Helios Epsilon (Thermo Scientific, Madison, WI, EUA). Os resultados foram expressos em miligramas de ácido gálico (AG) equivalente por ml de vinho.

#### 4.2.6 Perfil fenólico – antocianinas individuais

O perfil fenólico dos vinhos foi avaliado de acordo com protocolo descrito por Nishioka et al. (2021). Os vinhos foram filtradas em filtros PTFE (Millipore Ltda., Bedford, USA) de 0,45 µm e analisadas por HPLC (Cromatografia Líquida de Alta Eficiência) (Prominence, Shimadzu, Japão) acoplado ao espectrômetro de massa tipo qTOF, modelo Compact (Bruker Daltonics, Alemanha), e por UPLC-Nexera LC-30AD (Shimadzu, Quioto, Japão) acoplado à um espectrômetro de massa EVOQ™ de quadrupolo triplo (Bruker Daltonics). A separação dos compostos foi realizada através de uma coluna Poroshell 120 C18 (partícula de 2,7 µm, 100 × 3,0 mm) (Agilent, CA, EUA), equipada com uma coluna de proteção de 20 mm × 4,0 mm. As fases móveis utilizadas foram (A) água/ácido fórmico (99 : 1, v/v) e (B) acetonitrilo. O gradiente de concentração do solvente para B foi de 5% no início, 18% aos 7 min, 28% aos 17 min, 50% aos 17 min e 10 s, 90% aos 20 min, 90% aos 20 min e 20 s, e 5% aos 26 min, com taxa de vazão de 0,5 mL.min<sup>-1</sup> e uma temperatura de coluna a 25 °C. As amostras foram monitorizadas a 280 nm e 525 nm por um por um detetor de díodos (DAD) e, subsequentemente, por um detetor de ionização-espetrometria de massa (ESI-MS). Além disso, o espectrômetro de massa foi operado em modo negativo, na tensão de fonte a 3500 V, temperatura do cone a 350 °C, fluxo de gás do cone a 20 L.min<sup>-1</sup>, com aquecimento

da temperatura da sonda a 350 °C, fluxo de gás da sonda de 40 unidades e fluxo de gás do nebulizador a 50 unidades. Os fenólicos foram identificados por similaridade do perfil de massa espectral comparados com dados da literatura.

#### 4.2.7 Capacidade antioxidante

A capacidade antioxidante foi avaliada através de dois métodos: (1) DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) (Brand-Williams et al., 1995) com resultados expressos como Trolox equivalente.mL<sup>-1</sup> de vinho, e (2) ORAC (*Oxygen radical absorbance capacity*) (Prior et al., 2003), com resultados expressos em mM Trolox equivalente.ml<sup>-1</sup> de vinho.

#### 4.2.8 Conteúdo de açúcares solúveis totais

Os açúcares solúveis (glicose, sacarose e frutose) foram analisados de acordo com Cordenunsi et al. (2008). As amostras foram filtradas em filtros PTFE (Millipore Ltda., Bedford, USA) de 0,45 µm e analisadas por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) acoplado a um detector pulsoamperométrico (Dionex, DX500, Sunnyvale, CA, USA). Padrões externos de sacarose, frutose e glicose (Sigma-Aldrich®, St. Louis, MO, EUA) foram utilizados para a construção das curvas de calibração. Os resultados foram expressos como mg.mL<sup>-1</sup> de vinho.

#### 4.2.9 Análise sensorial

A análise sensorial de cada safra, aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) da Universidade Federal do Paraná sob o número do Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) 60284722.1.0000.0102 (Anexo 1), foi realizada após o processo de microvinificação de cada intensidade de desfolha aplicada, através da ADQ. A ficha de degustação empregada (Apêndice 2) seguiu o modelo de intensidade relativa (Stone e Sidel, 2004), 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 foram baseados em características quanto à aparência, aroma, e sabor, sendo eles: intensidade de cor, intensidade do aroma, aroma e sabor de frutas vermelhas, aroma e sabor vegetal, acidez, adstringência, corpo/estrutura, persistência, qualidade olfativa e qualidade gustativa, além de uma nota geral sobre a qualidade dos vinhos, dentro de uma escala de 0 a

100, onde zero é a menor nota e 100 a maior. A avaliação contou com 12 provadores, composta por homens e mulheres treinados.

A degustação ocorreu às cegas, na sede da Vitivinícola Góes Ltda, em sala climatizada (18°C) e iluminada, com aleatorização das amostras codificadas por um conjunto de três dígitos aleatórios e não viciados. As amostras foram servidas à temperatura de 18°C de modo monádico sequencial (uma amostra por vez), em taças de cristal ISO com capacidade de 250 mL, com tempo de avaliação de três minutos para cada amostra.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com duas repetições biológicas, contendo em cada uma, todos os tratamentos de intensidade de desfolha aplicados (20%, 30%, 40% e 50%) e o controle (sem desfolha).

#### 4.2.10 Estatística

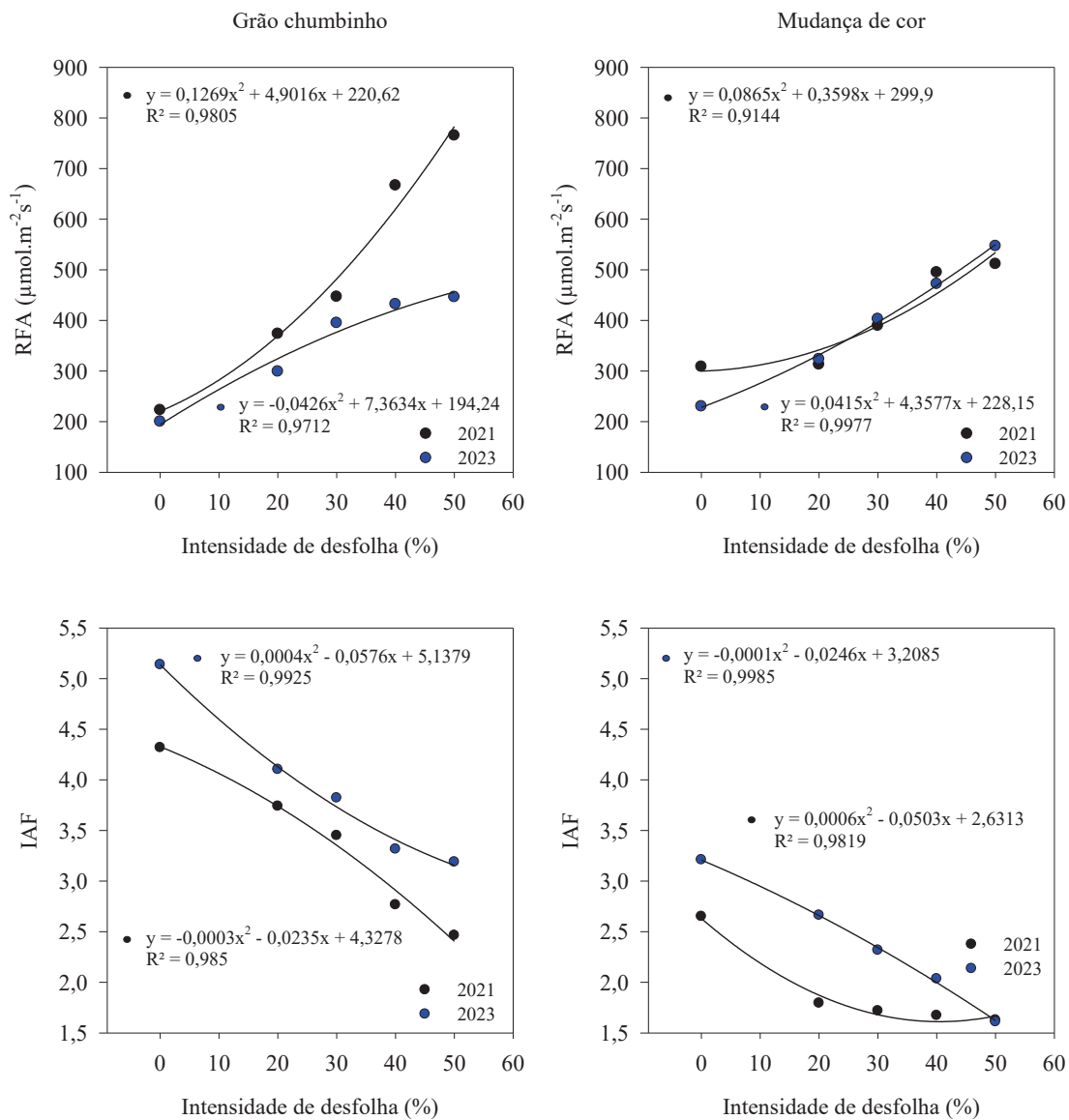
Os dados coletados de produção, índice de Ravaz, maturação tecnológica e açúcares solúveis foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, seguidos de análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade, através do programa R®. As variáveis radiação fotossinteticamente ativa, índice de área foliar, polifenóis totais e capacidade antioxidante foram submetidos à regressão com melhor ajuste. Os dados da análise sensorial foram avaliados de forma descritiva através do diagrama teia de aranha, composto pelas notas médias dos avaliadores.

### 4.3 RESULTADOS

#### 4.3.1 Radiação fotossinteticamente ativa

A RFA observada nos estádios de grão chumbinho e mudança de cor, evidenciou que a radiação incidente aumentou em função das diferentes intensidades de desfolha (sem desfolha, 20%, 30%, 40% e 50%) nas duas cultivares e safras avaliadas. Por outro lado, o IAF apresentou decréscimo conforme o avanço do nível de desfolha aplicado (Figuras 9 e 10). A relação entre os níveis de desfolha e as variáveis avaliadas, apresentaram valores de coeficiente de determinação elevados, acima de 91% para ‘Cabernet Franc’ e 84% para ‘Malbec’.

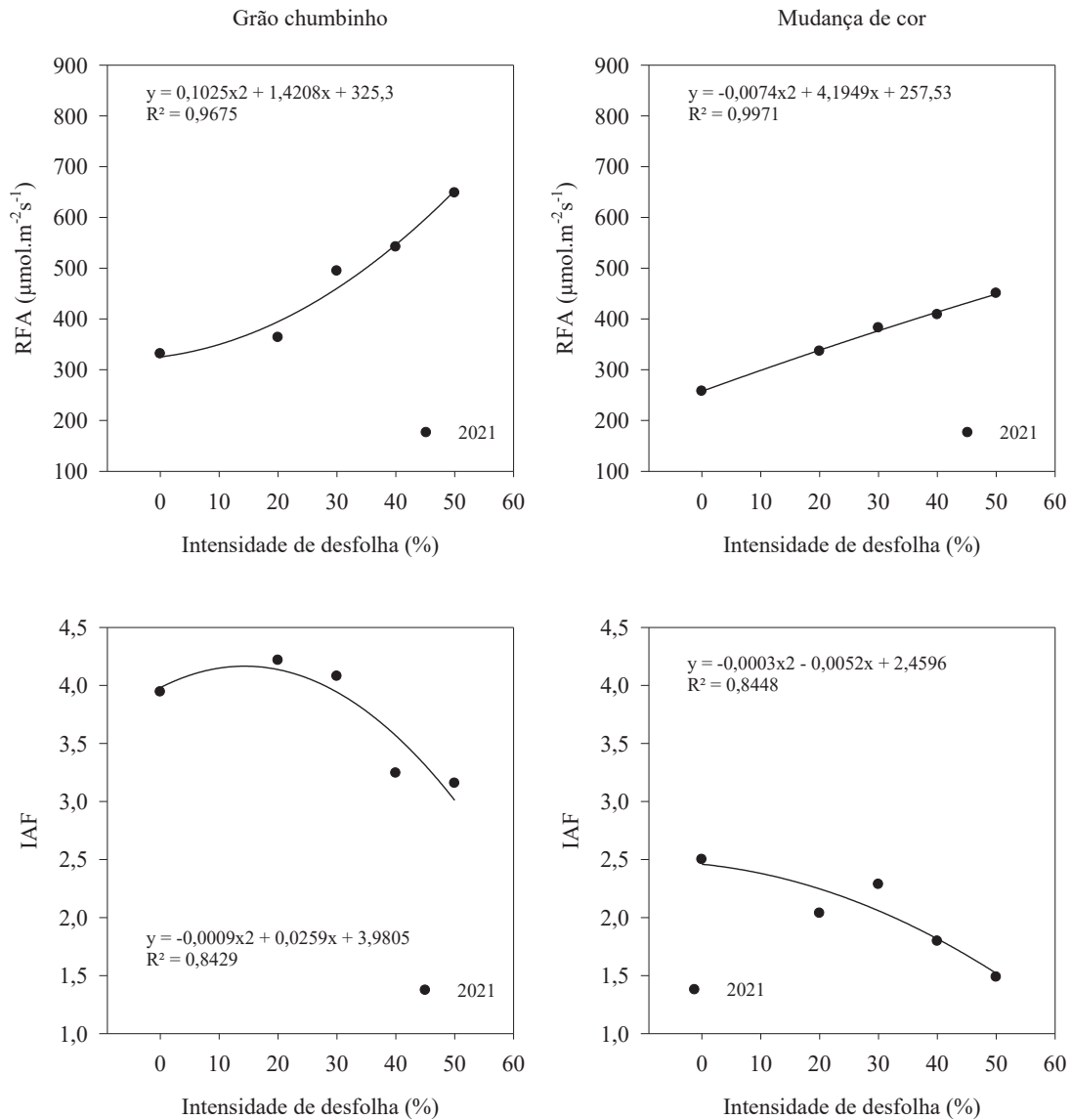
Figura 9. Médias da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) ( $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) e índice de área foliar (IAF) da cultivar Cabernet Franc produzida com inversão de ciclo, nos estádios estádios fenológicos grão chumbinho (BBCH 73) e mudança de cor (BBCH 81), durante as safras 2021 e 2023.



Fonte: o autor (2024).



Figura 10. Médias da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) ( $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) e índice de área foliar (IAF) da cultivar Malbec produzida com inversão de ciclo, nos estádios estádios fenológicos grão chumbinho (BBCH 73) e mudança de cor (BBCH 81), durante a safra 2021.



Fonte: o autor (2024).

Na safra 2021, os valores de RFA no estágio de grão chumbinho para ‘Cabernet Franc’, foram de  $222,91 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$  até  $765,14 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$  no último nível de desfolha, permanecendo esse gradiente no estágio de mudança de cor, porém, com intervalo de  $308,51 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$  a  $511,51 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ . Já o IAF foi de 4,3 para 2,4, e 2,6 para 1,6, respectivamente para cada estágio de desenvolvimento. Em 2023, o mesmo padrão foi observado, mas com valores diferentes, decorrentes da data de poda de produção. Para a cultivar ‘Malbec’, na safra

2021, os valores de RFA no estágio de grão chumbinho, foram de 331,23  $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$  até 648,14  $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , sendo na mudança de cor, uma variação entre 257,61  $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$  a 450,50  $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ . Em relação ao IAF, este decaiu de 3,9 para 3,1, e 2,5 para 1,5, para cada estágio avaliado.

#### 4.3.2 Variáveis produtivas

A caracterização das cultivares quanto aos aspectos produtivo e de equilíbrio vegetativo e produtivo, em relação aos diferentes níveis de desfolha, demonstrou tendência de queda da produção a partir do nível de 40%, refletindo na produtividade e massa dos cachos.

Na safra 2021 (Tabela 7), a produção por planta da ‘Cabernet Franc’ foi de 2,68 kg no tratamento sem desfolha, não diferindo estatisticamente dos níveis 20% e 30%. Já o maior nível de desfolha, que obteve a menor produção, com 1,90 kg, não diferiu do nível 20% e 40%, sendo que esses resultados acabam refletindo na produtividade. Com relação ao número de cachos, o tratamento sem desfolha diferiu do tratamento de 40%, com 34 cachos e 28 cachos, respectivamente. Em relação à massa média dos cachos, a desfolha de 50% embora não tenha se diferenciado de 40%, foi a que obteve a menor massa, de 62,01 g. Os demais resultados foram semelhantes, com média em torno de 76 g. Por outro lado, os valores de IR não apresentaram diferenças entre os níveis, com média geral de 2. Na safra 2023 (Tabela 7), a tendência dos resultados foi semelhante, porém com a produção por planta sendo superior no tratamento sem desfolha, de 2,35 kg, além do maior número de cachos, com média de 31 cachos. Quanto ao IR, o tratamento sem desfolha obteve o maior índice, sendo os menores encontrados nos níveis de 30%, 40% e 50%.

Tabela 7. Médias da Produção por planta (kg), número de cachos por planta, massa dos cachos (g), produtividade (t.ha<sup>-1</sup>) e índice de Ravaz (IR) (g) da cultivar Cabernet Franc, produzida com inversão de ciclo na safra 2021 e 2023.

2021					
Intensidade de desfolha	Produção.planta <sup>-1</sup>	Nº de cachos	Massa média dos cachos (g)	Produtividade (t.ha <sup>-1</sup> )	IR
Sem desfolha	2,68 a	33,80 a	79,84 a	7,15 a	2,16 a
20%	2,42 abc	29,85 ab	81,92 a	6,45 abc	2,14 a
30%	2,46 ab	32,50 ab	75,90 a	6,56 ab	2,12 a
40%	2,01 bc	28,45 b	70,92 ab	5,36 bc	1,72 a
50%	1,90 c	30,65 ab	62,01 b	5,06 c	1,65 a
CV (%)	10,78	6,18	9,09	10,78	12,01
2023					
Intensidade de desfolha	Produção.planta <sup>-1</sup>	Nº de cachos	Massa média dos cachos (g)	Produtividade (t.ha <sup>-1</sup> )	IR
Sem desfolha	2,35 a	30,55 a	76,66 a	6,27 a	2,15 a
20%	1,46 b	22,99 b	63,11 ab	3,89 b	1,43 b
30%	1,30 bc	22,45 b	57,51 bc	3,45 bc	1,28 bc
40%	0,97 bc	17,59 b	53,14 bc	2,58 bc	1,03 c
50%	0,80 c	18,49 b	43,33 c	2,14 c	0,91 c
CV (%)	18,73	12,28	10,9	18,73	12,22

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: o autor (2024).

A cultivar Malbec na safra 2021 (Tabela 8), com o nível de desfolha 20% obteve destaque, com uma produção média de 5,48 kg por planta, produtividade de 14,62 t.ha<sup>-1</sup> e IR de 5,4, no entanto, não diferiu estatisticamente do tratamento sem desfolha e de 30% e 40% de desfolha. Assim como em ‘Cabernet Franc’, observou-se tendência na redução da produção com o avanço da intensidade de desfolha a partir do nível de 40%, sendo o nível de 50% aquele que apresentou a menor produção, com 4,03 kg por planta, uma produtividade de 10,73 t.ha<sup>-1</sup> e um IR de 4,2.

Tabela 8. Médias da Produção por planta (kg), número de cachos por planta, massa dos cachos (g), produtividade (t.ha<sup>-1</sup>) e índice de Ravaz (IR) (g) da cultivar Malbec, produzida com inversão de ciclo na safra 2021.

2021					
Intensidade de desfolha	Produção.planta <sup>-1</sup>	Nº de cachos	Massa média dos cachos (g)	Produtividade (t.ha <sup>-1</sup> )	IR
Sem desfolha	5,04 ab	35,56 a	141,45 a	13,44 ab	4,83 ab
20%	5,48 a	41,76 a	131,67 a	14,62 a	5,44 a
30%	5,17 ab	39,65 a	129,63 a	13,75 ab	5,05 ab
40%	4,30 bc	41,20 a	104,38 b	11,47 bc	4,70 ab
50%	4,03 c	40,15 a	100,36 b	10,73 c	4,23 b
CV (%)	8,30	8,40	6,86	8,30	10,16

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: o autor (2024).

#### 4.3.3 Composição química do mosto

A composição química do mosto das uvas de Cabernet Franc (Tabela 9) dos respectivos tratamentos de desfolha, não diferiram estatisticamente entre si na safra 2021, independente da intensidade de desfolha. O SST apresentou média de 23,6 °Brix, pH de 3,74 e AT de 7,06 g.L<sup>-1</sup>, também representado por 94,1 meq.L<sup>-1</sup>. Já na safra 2023, o controle apresentou média de 18°Brix e AT 13,16 g.L<sup>-1</sup> ou 175 meq.L<sup>-1</sup>, e pH 3,46, já os níveis intermediários (20%, 30% e 40%) obtiveram resultados semelhantes. Por sua vez, o nível de desfolha 50%, obteve valores de 20,2 °Brix, pH de 3,64 e AT de 10,65 g.L<sup>-1</sup> ou 142 meq.L<sup>-1</sup>.

Tabela 9. Médias do Teor de sólidos solúveis totais (SST) (°Brix), pH, acidez total (g.L<sup>-1</sup>) e acidez total (meq.L<sup>-1</sup>) do mosto de bagas de ‘Cabernet Franc’, produzidas com inversão de ciclo nas safras 2021 e 2023.

2021				
Intensidade de desfolha	SST (°Brix)	pH	AT (g.L <sup>-1</sup> )	AT (meq.L <sup>-1</sup> )
Sem desfolha	23,3 a	3,70 a	7,39 a	98,5 a
20%	23,5 a	3,72 a	7,43 a	99,0 a
30%	23,6 a	3,74 a	7,24 a	96,5 a
40%	23,9 a	3,75 a	6,46 a	86,0 a
50%	24 a	3,80 a	6,79 a	90,5 a
CV (%)	0,90	0,65	4,10	4,10
2023				
Intensidade de desfolha	SST (°Brix)	pH	AT (g.L <sup>-1</sup> )	AT (meq.L <sup>-1</sup> )
Sem desfolha	18,0	3,46	13,16	175,0
20%	19,2	3,53	12,23	163,0
30%	19,0	3,53	11,63	155,0
40%	19,2	3,52	12,00	160,0
50%	20,2	3,64	10,65	142,0

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Safra 2023 composta pela média de todas as parcelas.

Fonte: o autor (2024).

A cultivar Malbec apresentou na safra 2021 (Tabela 10), o mesmo padrão da ‘Cabernet Franc’, porém, com diferenças estatísticas em relação à acidez total. O SST e pH não diferiram entre os tratamentos, com valor médio final de 22,5 °Brix e 3,67, respectivamente. A AT mais elevada foi encontrada no tratamento controle, com média de 7,99 g.L<sup>-1</sup> ou 106,5 meq.L<sup>-1</sup>, mas sem diferença estatística com o nível 20% de desfolha. Por outro lado, não diferindo das desfolhas de 30% e 40%, a AT mais baixa foi verificada no nível de 50%, com valor médio de 7,02 g.L<sup>-1</sup> ou 93,5 meq.L<sup>-1</sup>.

Tabela 10. Médias do teor de sólidos solúveis totais (SST) (°Brix), pH, acidez total (g.L<sup>-1</sup>) e acidez total (meq.L<sup>-1</sup>) do mosto de bagas de ‘Malbec’, produzidas com inversão de ciclo na safra 2021.

2021				
Intensidade de desfolha	SST (°Brix)	pH	AT (g.L <sup>-1</sup> )	AT (meq.L <sup>-1</sup> )
Sem desfolha	23,3 a	3,69 a	7,99 a	106,5 a
20%	21,4 a	3,68 a	7,65 ab	102,0 ab
30%	22,6 a	3,64 a	7,34 bc	96,5 bc
40%	22,9 a	3,67 a	7,17 bc	95,5 bc
50%	22,3 a	3,69 a	7,02 c	93,5 c
CV (%)	2,61	0,85	1,87	1,87

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: o autor (2024).

#### 4.3.4 Composição química dos vinhos

As concentrações dos açúcares solúveis, na forma de glicose, frutose e sacarose, dos vinhos elaborados com diferentes intensidades de desfolha, não diferiram estatisticamente entre si na safra 2021, tanto para a cultivar Cabernet Franc (Tabela 11) quanto para Malbec (Tabela 12).

Tabela 11. Médias das concentrações de glicose (mg.L<sup>-1</sup>), frutose (mg.L<sup>-1</sup>), sacarose (mg.L<sup>-1</sup>) e açúcares totais (mg.L<sup>-1</sup>), dos vinhos cv. Cabernet Franc produzidos com inversão de ciclo e diferentes intensidades de desfolha (sem desfolha, 20%, 30%, 40% e 50%), da safra 2021.

2021				
Intensidade de desfolha	Glicose (mg.mL <sup>-1</sup> )	Frutose (mg.mL <sup>-1</sup> )	Sacarose (mg.mL <sup>-1</sup> )	Açúcares totais (mg.mL <sup>-1</sup> )
Sem desfolha	0,17 a	0,10 a	0,22 a	0,49 a
20%	0,18 a	0,18 a	0,21 a	0,57 a
30%	0,17 a	0,34 a	0,27 a	0,78 a
40%	0,18 a	0,23 a	0,26 a	0,67 a
50%	0,18 a	0,34 a	0,27 a	0,79 a
CV (%)	6,09	32,97	9,03	10,07

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: o autor (2024).

Tabela 12. Médias das concentrações de glicose ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), frutose ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), sacarose ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) e açúcares totais ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), dos vinhos cv. Malbec produzidos com inversão de ciclo e diferentes intensidades de desfolha (sem desfolha, 20%, 30%, 40% e 50%), da safra 2021.

2021				
Intensidade de desfolha	Glicose ( $\text{mg.mL}^{-1}$ )	Frutose ( $\text{mg.mL}^{-1}$ )	Sacarose ( $\text{mg.mL}^{-1}$ )	Açúcares totais ( $\text{mg.mL}^{-1}$ )
Sem desfolha	0,07 a	0,05	0,24 a	0,34 a
20%	0,12 a	–	0,28 a	0,39 a
30%	0,15 a	–	0,21 a	0,36 a
40%	0,15 a	–	0,25 a	0,41 a
50%	0,05 a	–	0,30 a	0,35 a
CV (%)	22,44	–	17,63	13,54

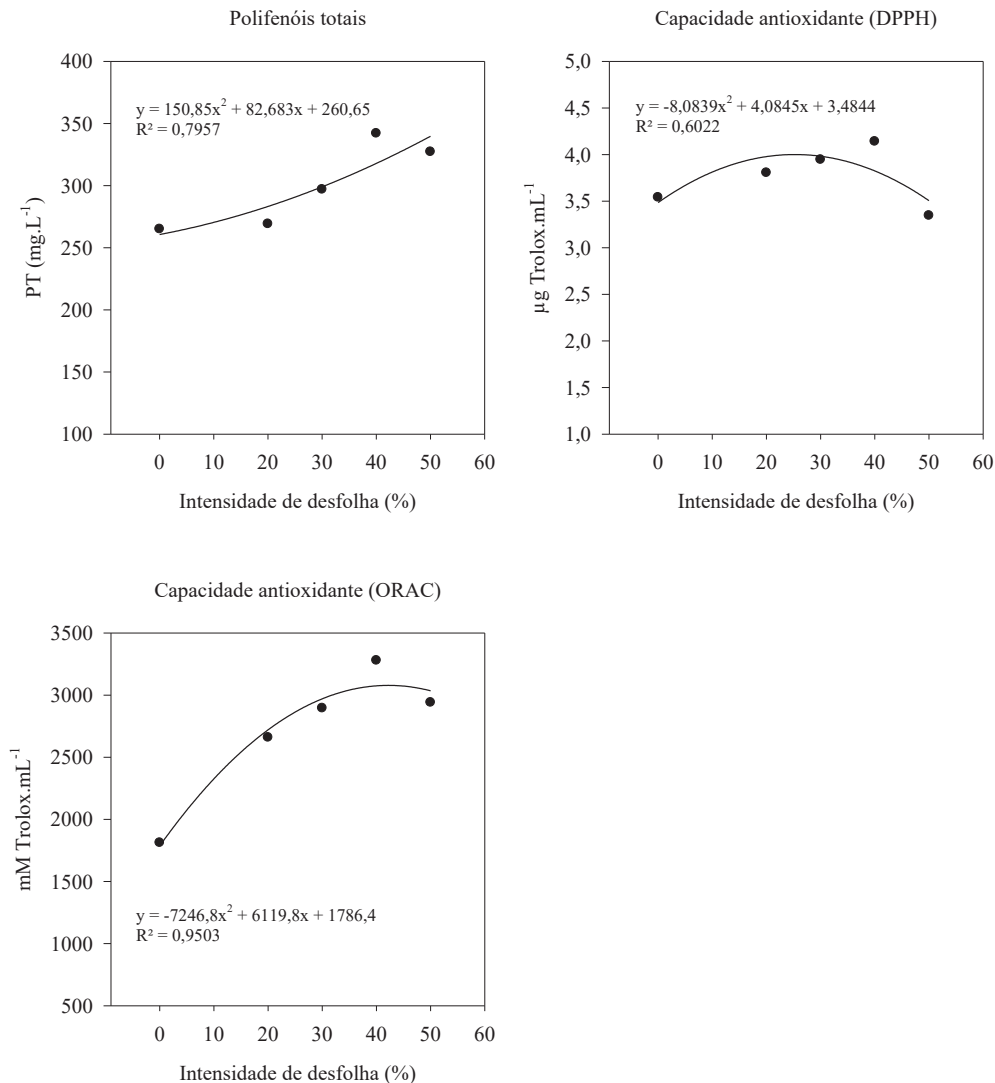
Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: o autor (2024).

Os vinhos de Cabernet Franc apresentaram médias de  $0,17 \text{ mg.L}^{-1}$  de glicose,  $0,24 \text{ mg.L}^{-1}$  de frutose e  $0,25 \text{ mg.L}^{-1}$  de sacarose, totalizando  $0,66 \text{ mg.L}^{-1}$  de açúcares totais. Por sua vez, os vinhos de Malbec apresentaram médias de  $0,11 \text{ mg.L}^{-1}$  de glicose,  $0,05 \text{ mg.L}^{-1}$  de frutose, encontrada somente no tratamento sem desfolha, e  $0,26 \text{ mg.L}^{-1}$  de sacarose, com um total de  $0,42 \text{ mg.L}^{-1}$  de açúcares totais.

Os polifenóis totais dos vinhos Cabernet Franc (Figura 11), apresentaram tendência de aumento conforme a intensificação da desfolha, com início de  $265,05 \text{ mg.L}^{-1}$  no tratamento sem desfolha, e atingindo o valor de  $327,05 \text{ mg.L}^{-1}$  ao nível de 50%. Essa tendência também pode ser observada na capacidade antioxidante pelo método ORAC (Figura 11), no qual iniciou com valores de  $1812,3 \text{ mM trolox.mL}^{-1}$ , chegando em  $2940,5 \text{ mM trolox.mL}^{-1}$  com nível de 50% de desfolha. Já pelo método DPPH, também ocorreu um incremento, porém com 50% de desfolha os valores foram inferiores em relação ao tratamento sem desfolha, representados por  $3,35$  e  $3,54 \text{ } \mu\text{g trolox.mL}^{-1}$ , respectivamente.

Figura 11. Médias das concentrações de polifenóis totais (PT), capacidade antioxidante (DPPH) e capacidade antioxidante (ORAC), dos vinhos cv. Cabernet Franc produzidos com inversão de ciclo e diferentes intensidades de desfolha (sem desfolha, 20%, 30%, 40% e 50%), da safra 2021.



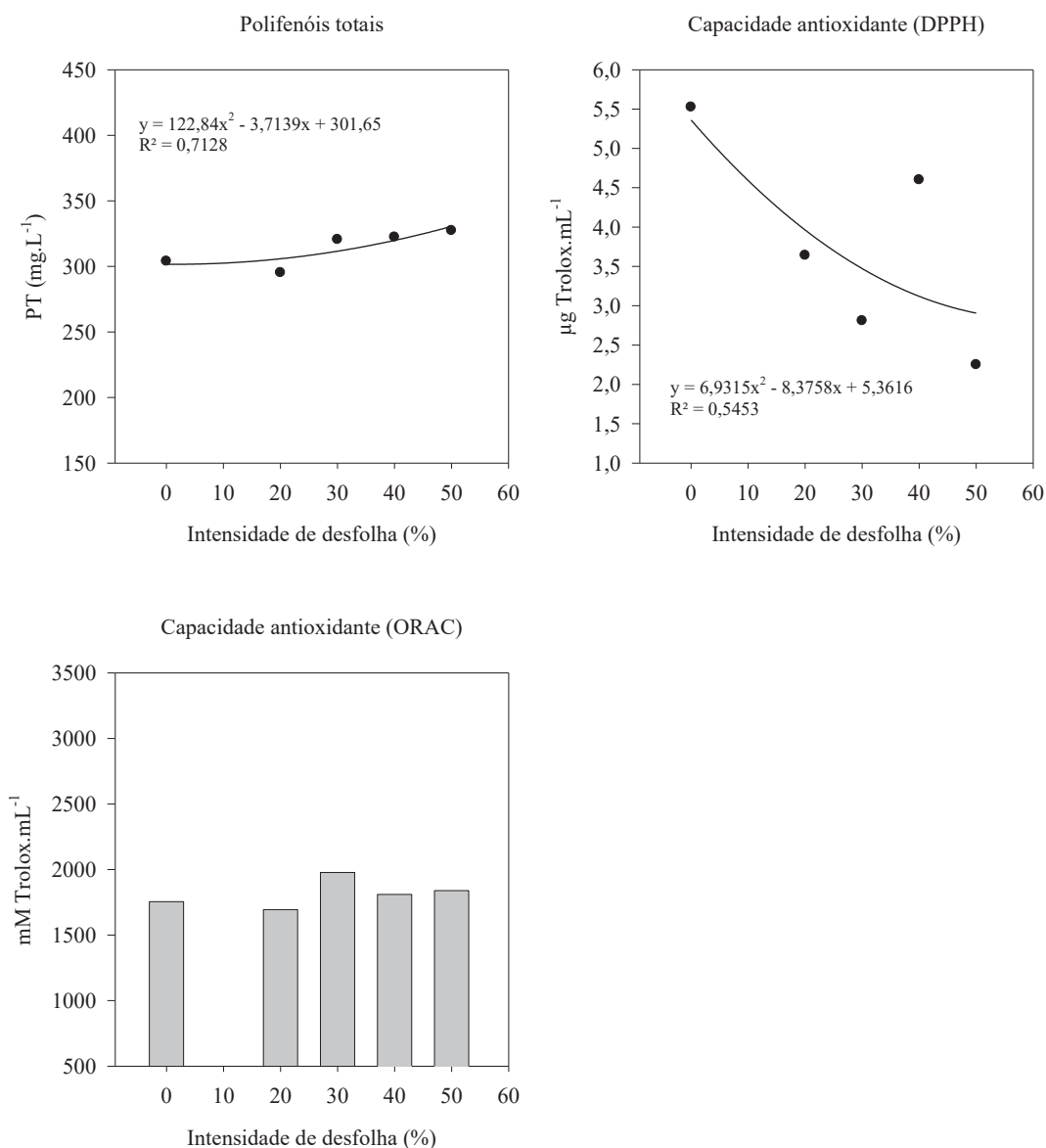
Fonte: o autor (2024).

Com relação aos vinhos de Malbec (Figura 12), os polifenóis também apresentaram tendência de aumento nas concentrações conforme a intensificação da desfolha, iniciando-se com valores de 303,95 mg.L<sup>-1</sup> e finalizando com 327,35 mg.L<sup>-1</sup> no nível de 50% de desfolha. Por outro lado, a capacidade antioxidante pelo método ORAC (Figura 12) apresentou um comportamento oscilante ao longo dos níveis de desfolha, sendo o nível de 30% o que obteve o maior valor, com 1977,9 mM trolox.mL<sup>-1</sup>. Já pelo método DPPH, houve uma tendência de redução conforme a intensificação da desfolha, iniciando com valores mais elevados no



tratamento sem desfolha de  $5,5 \mu\text{g trolox.mL}^{-1}$ , e finalizando com o menor valor no nível de 50%, de  $2,3 \mu\text{g trolox.mL}^{-1}$ .

Figura 12. Médias das concentrações de polifenóis totais (PT), capacidade antioxidante (DPPH) e capacidade antioxidante (ORAC), dos vinhos cv. Malbec produzidos com inversão de ciclo e diferentes intensidades de desfolha (sem desfolha, 20%, 30%, 40% e 50%), da safra 2021.



Fonte: o autor (2024).

O perfil dos vinhos elaborados (Tabela 13) a partir dos diferentes níveis de desfolha, demonstrou que não há diferença entre as intensidades de desfolha e nem entre as cultivares. Foram identificados nos vinhos de Cabernet Franc e Malbec a presença de três antocianinas

(delfinidina 3-glucosídeo, petunidina 3-glucosídeo e Malvidina 3-glucosídeo) e 11 compostos derivados das antocianinas, as piranoantocianinas.

Tabela 13. Espectro de massas de antocianinas e piranoantocianinas dos vinhos cv. Cabernet Franc e Malbec, produzidos com inversão de ciclo e diferentes intensidades de desfolha (sem desfolha, 20%, 30%, 40% e 50%), da safra 2021.

Pico	RT	[M] <sup>+</sup> (m/z)	MS/MS	Identidade
1	5.1	4.651.052	3.030.515	Delfinidina 3-glucosídeo
2	5.9	4.791.216	3.179.678	Petunidina 3-glucosídeo
3	6.9	4.931.360	3.310.827	Malvidina 3-glucosídeo
3a	7.8	5.310.970	3.690.489	Duvidoso devido ao RT
4	8.0	5.611.276	3.990.738	10-Carboxy-pymv-3-glc (vitisin A)
5	8.8	6.031.378	3.990.731	10 carboxy-pymv-3-acglc (ac-Vitsin A)
		5.211.328	3.170.683	Petunidin-3-acgly
6	9.7	6.091.628	3.010.725	Peonidin 3-cmglc
		5.351.482	3.310.522	Malvidin-3-acglc
7	11.0	7.071.621	3.990.721	10-Carboxy-pymv-3-cmglc (cm-vitisin A)
	11.1	6.771.530	3.690.624	10-Carboxy-pypn-3-cmglc
8	12.0	6.251.523	463.1045/331.0833	10-DHP-pymv 3glc
		6.691.820	3.310.824	unknow
9	12.6	6.091.623	4.471.087	10-HP-pymc 3glc
10	13.4	6.511.739	4.471.098	10-HP-pymv-3-acglc
11	14.3	7.551.988	4.471.087	10-HP-pymv-3-cmglc

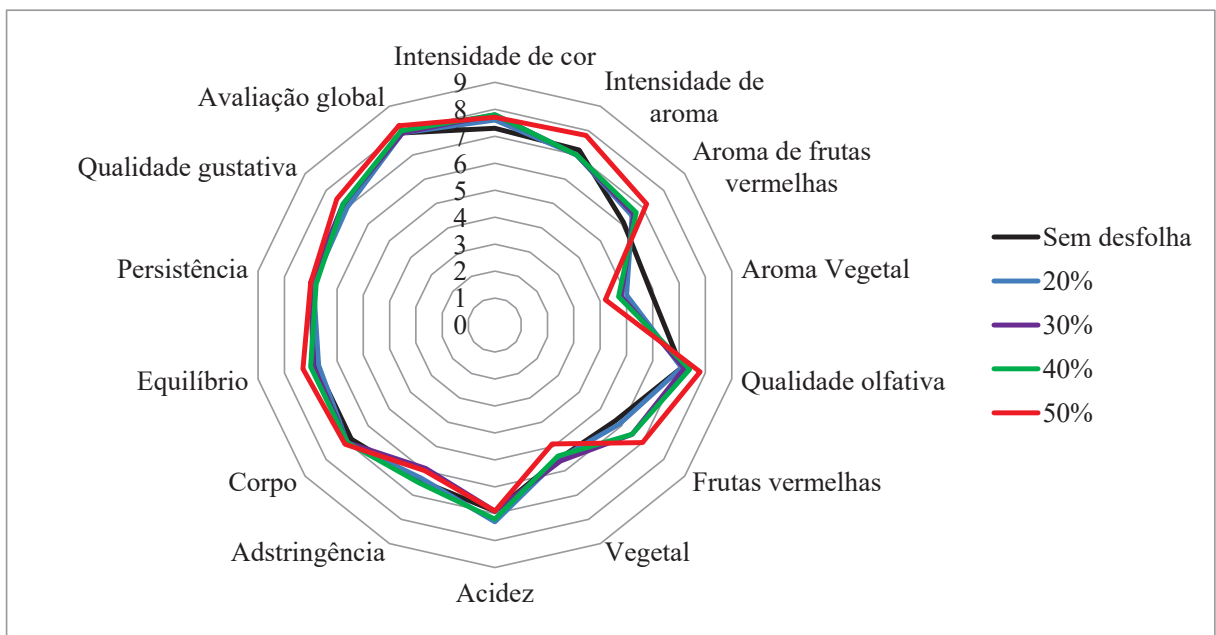
RT = tempode retenção (min); glc = glucoside; acglc = 6"-acetyl-glycoside; cmglc = (6-p-coumaroyl) glycoside; pymv = pyranomalvidin; pypn = pyranopeonidin; pypt = pyranopetunidin; pydp =pyranodelfinidin.

#### 4.3.5 Análise sensorial dos vinhos

O perfil sensorial dos vinhos obteve ganhos qualitativos conforme a intensificação do nível de desfolha. Para os vinhos Cabernet Franc (Figura 13), os níveis de desfolha 40% e 50% apresentaram ganhos na qualidade olfativa, principalmente com a redução do aroma e sabor vegetal, no entanto, também observou-se incrementos no aroma e sabor de frutas vermelhas, além do melhor equilíbrio e avaliação global.

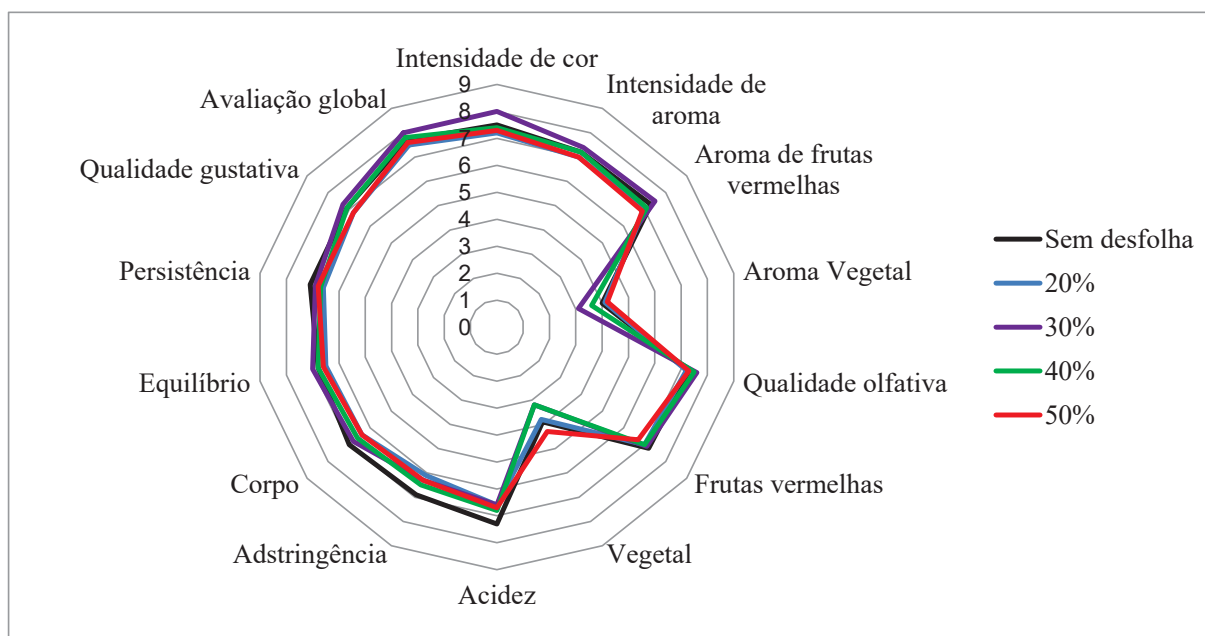
Já com relação aos vinhos Malbec (Figura 14), esses ganhos também foram verificados, porém nas desfolhas de 40% e 30%, sendo que o menor nível de desfolha apresentou os melhores resultados.

Figura 13. Valores dos pontos médios da avaliação sensorial dos vinhos cv. Cabernet Franc da safra 2021, produzidos com a técnica de inversão de ciclo e diferentes intensidades de desfolha ( sem desfolha, 20%, 30%, 40% e 50%). Notas de 0 a 9 dos critérios de intensidade de cor, intensidade de aroma, aromas de frutas vermelhas e vegetal, qualidade olfativa, gosto de frutas vermelhas e vegetal, acidez, adstringência, corpo equilíbrio, persistência, qualidade gustativa. Notas de 0 a 10 para avaliação global.



Fonte: o autor (2024).

Figura 14. Valores dos pontos médios da avaliação sensorial dos vinhos cv. Malbec da safra 2021, produzidos com a técnica de inversão de ciclo e diferentes intensidades de desfolha ( sem desfolha, 20%, 30%, 40% e 50%). Notas de 0 a 9 dos critérios de intensidade de cor, intensidade de aroma, aromas de frutas vermelhas e vegetal, qualidade olfativa, gosto de frutas vermelhas e vegetal, acidez, adstringência, corpo equilíbrio, persistência, qualidade gustativa. Notas de 0 a 10 para avaliação global.



Fonte: o autor (2024).

#### 4.4 DISCUSSÃO

A técnica de inversão de ciclo é responsável pela transferência da colheita das uvas finas, que tradicionalmente é realizada no verão na região Sudeste, para as estações outono/inverno. Essa mudança afeta o ciclo produtivo das videiras em função das condições climáticas, com uma brotação ocorrendo no verão sob temperaturas elevadas e alta pluviosidade, e uma maturação em períodos mais secos e com maior amplitude térmica. As condições meteorológicas das safras 2021 e 2023 (Figura 7) evidenciaram esse comportamento climático e justificam esse novo sistema de poda na região de São Roque - SP, Brasil.

Tanto a safra 2021 quanto a de 2023, apresentaram condições ótimas para o crescimento e desenvolvimento das videiras, assim como condições favoráveis à fotossíntese, com temperaturas médias acima dos 18°C (Jackson e Lombardi, 1993; Magalhães, 2015). No entanto, no período de maturação, temperaturas acima dos 35°C podem inviabilizar o acúmulo de antocianinas ou até mesmo promover sua degradação (Drappier et al., 2019). Na

safr 2023, o regime de chuvas elevado no verã fez com que a poda de produã fosse transferida para meados de fevereiro, e alã disso a brotaã, em especial da ‘Malbec’, acabou sendo desuniforme. Tal condiãõ pode estar relacionada com a poda de produã mais tardia que a ‘Cabernet Franc’, e maior influãncia da radiaã solar no perõdo aplicado (Figura 7), de  $18,3 \text{ MJ.m}^{-2}\text{dia}^{-1}$ , que em comparaã com a safr 2021, apresentou no mês da segunda poda uma radiaãõ de  $20,2 \text{ MJ.m}^{-2}\text{dia}^{-1}$ . A baixa intensidade luminosa, acaba atuando de forma independente da temperatura (Magalhães, 2015), onde há ocorrãncia de dias nublados mas com altas temperaturas.

A amplitude térmica tem potencial positivo sobre a composiãõ fenólica das bagas e a intensidade dos aromas, sendo um dos fatores significativos no processo de maturaãõ mais lento das bagas e acúmulo de compostos fenólicos (Mota et al., 2009; Magalhães, 2015). Desta forma, verifica-se que quanto menor a amplitude térmica, menor serãõ os ganhos em relaãõ à qualidade da maturaãõ fenólica (cor e estrutura) (Mota et al., 2009). No presente estudo, a safr 2021 apresentou uma amplitude térmica média maior que da safr 2023, de  $11,42^{\circ}\text{C}$  e  $9,98^{\circ}\text{C}$ , respectivamente, podendo trazer diferenãas sensoriais e de estrutura nos vinhos elaborados.

Ao analisar a radiaãõ fotossinteticamente ativa e a estimativa do índice de área foliar das cultivares em dois estádios fenológicos distintos (grãõ chumbinho e mudanãa de cor), nota-se que a radiaãõ incidente na zona dos cachos, independente da cultivar avaliada, apresentou crescimento em funãõ do nível de desfolha, consequentemente houve reduãõ dos valores de IAF em funãõ do menor número de folhas de acordo com a intensificaãõ da desfolha. Práticas culturais, como a desfolha, que aumentam a exposiãõ direta da radiaãõ nos cachos, conjuntamente com a temperatura e amplitude térmica, favorecem a síntese de antocianinas e acúmulo de compostos fenólicos nas bagas (Pirie e Mullins, 1977; Magalhães, 2015), resultando em vinhos mais complexos. Embora os resultados tenham apresentado aumento benéfico da radiaãõ em relaãõ ao nível de desfolha, a escolha da intensidade adequada e tempo de maturaãõ ficariam a critério do enólogo e profissionais envolvidos no processo de vinificaãõ segundo os objetivos da vinícola.

Compostos fenólicos possuem grande influãncia nas propriedades organolépticas e na qualidade dos vinhos. Existem três formas do conteúdo de polifenóis ser modificado: na microvinificaãõ, no armazenamento do vinho e no manejo do vinhedo (Gutiérrez-Escobar et al., 2021). Por si só a técnica de inversãõ de ciclo promove ganhos fenólicos nas bagas, sendo que quando associado ao manejo da desfolha, há potencializaãõ desse acúmulo. Neste estudo, verificou-se que quanto maior o nível de desfolha, maior foi a concentraãõ de

compostos fenólicos nos vinhos (Figuras 11 e 12), independente da cultivar. Isto ocorreu como consequência da maior exposição à luz solar e estresse imposto com a remoção das folhas, que exigiu das folhas remanescentes efeito compensatório na capacidade fotossintética e na indução da síntese de compostos fenólicos (Pirie e Mullins, 1977; Magalhães, 2015; Drenjančević et al., 2023). Os vinhos de Cabernet Franc com níveis de desfolha de 40% e 50%, e os vinhos de Malbec acima  $\geq 30\%$ , apresentaram valores mais elevados de polifenóis, resultados que se relacionam com a análise sensorial, sendo os vinhos com esses tratamentos os que obtiveram destaque de acordo com todos os parâmetros avaliados.

Os compostos fenólicos são reconhecidos por sua capacidade antioxidante, capazes de eliminar radicais livres, quelar metal intracelular e outras ações, que em conjunto tem sido associados à redução dos riscos de doenças cardiovasculares e neurológicas (Singh et al., 2008). Desta forma, os teores de polifenóis podem se relacionar com a capacidade antioxidante e expressar maior ou menor grau em função do nível de desfolha aplicado. Comparar dados na literatura não é uma tarefa fácil, devido à existência de metodologias adaptadas e resultados que podem ser expressos em diferentes unidades (Stratil et al., 2008). Levando em consideração os benefícios dos compostos fenólicos, quanto maior seu valor, mais interessante pode ser o vinho, independente do método (ORAC ou DPPH). Muitas vezes valores elevados de polifenóis totais, dependendo da metodologia, podem gerar resultados com baixa correlação, em função do perfil fenólico diferenciado de cada vinho (Di Majo et al., 2008; Gallice et al., 2011). Nessa perspectiva, este estudo apresentou para Cabernet Franc sob os dois métodos, uma tendência de aumento dos teores conforme a intensificação da desfolha, com uma queda ao nível de 50%. Já para cultivar Malbec, o método DPPH apresentou queda dos valores em função do nível da desfolha, porém pelo ORAC houve flutuação dos valores e sem muita distinção. A redução dos teores em DPPH pode estar relacionado com o processo de polimerização dos compostos fenólicos. De acordo com Pellegrini et al. (2000), dentre os compostos fenólicos, as antocianinas monoméricas são convertidas em formas poliméricas com o envelhecimento do vinho, resultando na queda da biodisponibilidade dos polifenóis e consequente redução da capacidade antioxidante. Neste estudo, mesmo o vinho analisado sendo jovem, apresentou redução da capacidade antioxidante, o que pode estar ligado à espécies polifenólicas características e aumento da polimerização conforme a intensificação da desfolha. Embora o método ORAC não tenha apresentado a mesma tendência, foi possível observar com os participantes da análise sensorial, aumento da maciez em função do nível de desfolha nos vinho de Malbec quando comparados com os vinhos de Cabernet Franc.

Os vinhos elaborados a partir de bagas produzidas com inversão de ciclo e associadas à diferentes intensidades de desfolha, indicaram que o teor de sólidos solúveis e pH dos mostos não se diferenciaram estatisticamente. Esses resultados são semelhantes aos de outros experimentos envolvendo o manejo da desfolha, como no Vale de Shenandoah - USA com ‘Cabernet Franc’ e ‘Petit Verdot’ (Hickey e Wolf, 2018), e em Dayton - USA com ‘Pinot Noir’ (Feng et al., 2015). Valores acima de 21°Brix e pH em torno de 3,6 em uvas produzidas com a inversão de ciclo, são notórios e divulgados em outros trabalhos (Mota et al., 2010; Favero et al., 2011; Brant et al., 2021), reforçando o efeito de uma maturação mais longa e grande potencial enológico.

O fato dos níveis de desfolha não apresentarem diferenças significativas no acúmulo de açúcares, indicam que a maturação tecnológica pode estar muito mais ligada ao potencial genético de cada cultivar e a influência das condições ambientais, do que ao nível de estresse gerado pela desfolha e radiação solar incidente. Embora a velocidade de acúmulo de açúcares possa ser diferente entre os níveis de desfolha, e mesmo que no final do ciclo todas atinjam seu potencial, somente com estudos específicos como a curva de maturação tecnológica e fenólica, outras hipóteses poderão ser esclarecidas.

A produção de vinhos é marcada pelo processo fermentativo dos açúcares através das leveduras, convertendo principalmente a glicose e frutose em álcool etílico com liberação de gás carbônico. Entretanto, considera-se que nem todo açúcar será utilizado, sendo os açúcares remanescentes considerados residuais. Neste estudo, independente do nível de desfolha, os vinhos apresentaram para cada nível, teores residuais semelhantes de glicose, frutose e sacarose. Com relação a glicose, a legislação brasileira (Decreto 8.198, 20 de Fevereiro de 2014) rotula um vinho seco com residual de até 4 g.L<sup>-1</sup>, o que confere à todos os vinhos elaborados como secos. Em termos de consequência para produção de vinhos, as concentrações de açúcares solúveis afetam diretamente no perfil, aroma e doçura.

Com relação ao perfil dos vinhos em função das diferentes intensidades de desfolha, foi observado que tanto para ‘Cabernet Franc’ quanto para ‘Malbec’, o perfil fenólico envolvendo antocianinas, foi o mesmo. Foram identificadas apenas três antocianinas, e as demais como polimerizações (piranoantocianinas), sendo moléculas mais estáveis à luz. Essa mudança no comportamento das antocianinas ao longo do tempo após o engarrafamento, já foi relatada na literatura, evidenciando que mesmo após novas conformações moleculares, continuam presentes no teor de polifenóis totais, na qual sofrem pouca ou nenhuma variação em sua quantidade (Mota et al., 2021). Possivelmente, em análises futuras, as proporções dos teores das antocianinas individuais e de piranoantocianinas poderão ser distintas entre os

níveis de desfolha e diferentes cultivares, em função do potencial genético e enológico de cada uma. A identidade dos vinhos apresentou essa composição, no entanto, poderá variar conforme região e sistemas de cultivo, como em estudo de Agazzi et al. (2018) com diferentes vinhos comerciais de Mendoza - Argentina e da Califórnia - USA, nas quais foram identificadas, além das antocianinas presentes neste trabalho, a peonidina-3-glucosídeo.

A prática da desfolha quando realizada no estágio de grão chumbinho, tem efeitos como: o aumento da resistência das bagas às queimaduras solares, emissão de netas que podem ajudar na fotossíntese no período de maturação e a possibilidade de melhorar a qualidade das bagas, refletindo na produção (Magalhães, 2015). Os parâmetros produtivos avaliados em função das diferentes intensidades de desfolha, indicaram que no nível de 40% e 50% houve sutil redução da produção por planta. Outros trabalhos envolvendo a desfolha na região dos cachos, a partir da fecundação, não observaram mudanças na produtividade (Feng et al., 2015; Leão et al., 2016; Hickey e Wolf, 2018). A produção por planta de 'Cabernet Franc', principalmente na safra 2023, sofreu por complicações do dessecamento da ráquis durante o estágio de maturação, interferindo na produtividade e outros parâmetros como IR.

O dessecamento da ráquis é um distúrbio fisiológico ocasionado, geralmente, após o estágio de mudança de cor das bagas, afetando o transporte de açúcares e água. Dentre as principais causas, além de relatos envolvendo efeito do genótipo com diversas cultivares (Cabernet Sauvignon, Blauer Zweigelt, Pinot noir, Pinot Blanc, Durif, Sémillon, Sauvignon Blanc, Grüner Veltliner, Nebbiolo, Chasselas, Humagne Rouge, Gewürztraminer, Melon, Merlot e Cornalin) (Griesser et al., 2024), cita-se o desequilíbrio nutricional envolvendo potássio e magnésio e sua baixa relação (abaixo de 2), excesso de nitrogênio, composições do metabolismo no nitrogênio (putrescina), baixa temperatura no florescimento, dentre outros fatores (Jackson e Coombe, 1988; Krasnow et al., 2010; Magalhães, 2015). Neste estudo, a análise de solo na safra 2021 (Apêndice 1), indicava altos níveis de nutrientes na camada 10-20 cm, porém a relação potássio/magnésio se encontrava abaixo de 2. O teor de potássio nas bagas e ráquis não foi verificado, se tornando alvo de novos estudos para analisar sua relação com o dessecamento da ráquis. Independente disso, altos teores de potássio no solo, podem contribuir, juntamente com o ciclo mais longo proporcionado pela inversão de ciclo, a elevação do pH do mosto, em função do decréscimo do ácido tartárico livre e sua precipitação em forma de bitartarato de potássio (Mpelasoka et al., 2003). Além disso, em função da técnica de poda transferir a colheita para as estação outono/inverno, a redução da radiação a partir de março e um florescimento fora de época, podem contribuir também com o surgimento do dessecamento da ráquis.



Desta forma, a ‘Cabernet Franc’ apresentou, independente do nível de desfolha, média geral do peso dos cachos de 74,18 g na safra 2021 e 58,75 g na safra 2023, valores abaixo dos encontrados na região nordeste de São Paulo com a técnica de inversão de ciclo, onde plantas com dois anos de idade, obtiveram média de 121 g (Regina et al., 2011). Os resultados produtivos de ‘Cabernet Franc’, indicaram com o IR para qualquer nível de desfolha e safra, plantas desequilibradas, demonstrando uma maior produção de lenha do que frutos, o que aponta a necessidade de ajustes no manejo. Já a cultivar Malbec na safra 2021, apresentou melhor equilíbrio vegetativo produtivo, com índice de Ravaz em torno de 5.

A técnica de inversão de ciclo é uma ferramenta capaz de modificar a qualidade das uvas produzidas, e quando associada ao manejo da desfolha, potencializa seus efeitos. Pesquisas futuras deverão ser desenvolvidas visando melhorar o manejo agrônomico da desfolha , incluindo a relação copa porta-enxerto, as adubações e efeitos nas safras subsequentes.

#### **4.5 CONCLUSÕES**

A remoção de folhas no estágio de grão chumbinho efetivamente modifica as condições microclimáticas do dossel e a composição das bagas.

A técnica de inversão de ciclo, associada às diferentes intensidades de desfolha, promove ganhos fenólicos consideráveis a partir do nível 30%. Entretanto, os teores de açúcares e pH do mosto não são modificados, independente do grau de desfolha. Já os parâmetros produtivos apresentam variações sutis entre os níveis, mas com tendência de redução produtiva a partir da desfolha de 40%.

Os vinhos elaborados de Cabernet Franc com as desfolhas de 40% e 50% indicam sensorialmente, no conjunto dos atributos analisados, os mais bem avaliados. Por sua vez, com relação aos vinhos de Malbec, a desfolha de 30% obteve o destaque.

#### **REFERÊNCIAS**

Abramides, P. L. G., Brunini, O., Pedro júnior, M. J., Camargo, M. B. P., Ernandes, E. S., Blani, G. C., Brunini, A. P. C., Brigante, R. S., and Santos, L. CIAGRO. [Acessado 25 dez 2019]. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/>.

Agazzi, F. M., Nelson, J., Tanabe, C. K., Doyle, C., Boulton, R. B., and Buscema, F. (2018). Aging of Malbec wines from Mendoza and California: evolution of phenolic and elemental composition. *Food Chemistry*, 269, 103–110. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.06.142>.

Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Moraes Gonçalves, J. L., and Sparovek, G. (2013). Koppen's climate identification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22, 711-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., and Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28, 25-30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5).

Brant, L. A. C., Souza, C. R., Mota, R. V., Fernandes, F. P., Gonçalves, M. G. M., Menezes, M. D., Peregrino, I., Curi, N., and Regina, M. A. (2021). Macro scale analysis of Syrah vineyards under winter growing cycles: Agronomical and ecophysiological responses. *Scientia Agricola*, 78. <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2020-0055>.

Cordenunsi, B. R., Shiga, T. M., and Lajolo, F. (2008). Non-starch polysaccharide composition of two cultivars of banana (*Musa acuminata* L. cvs Mysore and Nanicão). *Carbohydrate Polymers*, 71, 26-31. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2007.05.009>.

Dal'Osto, M. C., Bassi, A. P. G., Melo, R. T., Amaral, L. B. A., Barros, A. L., Dal'Osto, M. F. (2016). Caracterização química e sensorial das variedades Malbec, Cabernet Sauvignon e Cabernet Franc com colheita de inverno para a elaboração de vinhos finos de qualidade em São Roque, SP. *Scientia Vitae*, 4, 6-12.

Di Majo, D., La Guardia, M., Giammanco, S., La Neve, L., and Giammanco, M. (2008). The antioxidant capacity of red wine in relationship with its polyphenolic constituents. *Food Chemistry*, 111, 45-49. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.03.037>.

Drenjančević, M., Kujundžić, T., Jukić, V., Karnaš, M., Braun, U., Schwander, F., Teklić, T., and Rastija, T. (2023). Impact of leaf removal as a source of stresses on grapevine yields, chemical characteristics, and anthocyanin content in the grapevine variety Babica. *Annals of Applied Biology*, 183, 45-52. <https://doi.org/10.1111/aab.12832>.

Drappier, J., Tibon, C., Rabot, A., and Geny-Denis, L. (2019). Relationship between wine composition and temperature: Impact on Bordeaux wine typicity in the context of global warming - review. *Critical Reviews Food Science and Nutrition*, 59, 14–30. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1355776>.

- Favero, A. C., Amorim, D. A., Mota, R. V., Soares, A. M., Souza, C. R., and Regina, M. A. (2011). Double-pruning of “Syrah” grapevines: a management strategy to harvest wine grapes during the winter in the Brazilian Southeast. *Vitis - Journal of Grapevine Research*, 50, 151-158. <https://doi.org/10.5073/vitis.2011.50.151-158>.
- Feng, H., Yuan, F., Skinkis, P. A., and Qian, M. C. (2015). Influence of cluster zone leaf removal on Pinot noir grape chemical and volatile composition. *Food Chemistry*, 173, 414-423. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.149>.
- Gallice, W. C., Messerschmidt, I. And Peralta-Zamorra, P. (2011). Caracterização espectroscópica multivariada do potencial antioxidante de vinhos. *Química Nova*, 34, 397-403. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422011000300006>.
- Griesser, M., Savoi, S., Bondada, B., Forneck, A. and Keller, M. (2024). Berry shrivel in grapevine: a review considering multiple approaches. *Journal of Experimental Botany*, 75, 2196-2213. <https://doi.org/10.1093/jxb/erae001>.
- Gutiérrez-Escobar, R., Aliaño-González, M. J., and Cantos-Villar, E. (2021). Wine Polyphenol Content and Its Influence on Wine Quality and Properties: A Review. *Molecules*, 26. <https://doi.org/10.3390/molecules26030718>.
- Hickey, C. C. and Wolf, T. K. (2018). Leaf removal effects on Cabernet franc and Petit Verdot: I. Crop yield components and primary fruit composition. *American Journal of Enology and Viticulture*, 69, 221-230. <https://doi.org/10.5344/ajev.2018.17106>.
- Jackson, D. I. and Coombe, B. G. (1988). Early bunchstem necrosis in grapes - a cause of poor fruit set. *Vitis*, 27, 57-61.
- Jackson, D. I. and Lombardi, P. B. (1993). Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality - a review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 44, 409-430. <https://doi.org/10.5344/ajev.1993.44.4.409>.
- Krasnow, M. N., Matthews, M. A., Smith, R. J., Benz, J., Weber, E. and Shackel, K. A. (2010). Distinctive symptoms differentiate four common types of berry shrivel disorder in grape. *California Agriculture*, 64, 155-159. <https://doi.org/10.3733/ca.v064n03p155>.
- Leão, P.C.S., Nunes, B.T.G., and Lima, M.A.C. (2016). Canopy management effects on ‘Syrah’ grapevines under tropical semi-arid conditions. *Scientia Agricola*, 73, 209-216. <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0408>.
- Lorenz, D. H, Eichhorn, K. W., Bleiholder, H., Klose, R., Meier, U., and Weber, E. (1995). Phenological growth stages of grapevine (*Vitis vinifera* L. spp. *vinifera*): codes and descriptions according to the extended BBCH scale. *Australia Journal of Grape and Wine Research*, 1, 100-110. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.1995.tb00085.x>.

Magalhães, N. (2015). *Tratado de Viticultura - A Videira, A Vinha E O “Terroir”*. 2 ed. Lisboa: Esfera Poetica, PT.

Mota, R. V., Amorim, D. A., Fávero, A. C., Gloria, M. B. A., and Regina, M. A. (2009). Caracterização físico-química e amins bioativas em vinhos da cv. Syrah I - Efeito do ciclo de produção. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 29, 380-385. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612009000200023>.

Mota, R. V., Peregrino, I., Riviera, S. P. T., Hassimotto, N. M. A., Souza, A. L., and Souza, C. R. (2021). Characterization of Brazilian Syrah wines at bottling abd after ageing. *Scientia Agricola*, 78. <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2019-0233>.

Mota, R.V., Silva, C. P. C., Favero, A. C., Purgatto, E., Shiga, T. M., and Regina, M. A. (2010). Composição físico-química de uvas para vinho fino em ciclos de verão e inverno. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32, 1127-1137. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011005000001>.

Mpelasoka, B. S., Schachtman, D. P., Treeby, M. T. and Thomas, M. R. (2003). A review of potassium nutrition in grapevines with special emphasis on berry accumulation. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 9, 154-168. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2003.tb00265.x>.

Nishioka, A., Tobaruela, E. D. C., Fraga, L. N., Tomás-Barberán, F. A., Lajolo F, M. and Hassimotto, N. M. A. (2021). Stratification of volunteers according to flavanone metabolite excretion and phase II metabolism profile after single doses of ‘Pera’ orange and ‘Moro’ blood orange juices. *Nutrients*, 13. <https://doi.org/10.3390/nu13020473>.

[OIV] International Organisation of Vine and Wine. (2024). Compendium of international methods of wine and must analysis. [Acessado 02 fev. 2024]. Disponível em: [https://www.oiv.int/sites/default/files/publication/2023-05/Compendium%20MA%20complet\\_EN.pdf](https://www.oiv.int/sites/default/files/publication/2023-05/Compendium%20MA%20complet_EN.pdf).

Pellegrini, N., Simonetti, P., Gardana, C., Brenna, O., Brighenti, F. and Pietta, P. (2000). Polyphenol content and total antioxidant activity of vini novelli (young red wines). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 732-735. <https://doi.org/10.1021/jf990251v>.

Pereira, G. E., Tonietto, J., Zanús, M. C., Santos, H. P., Protas, J. F., and Mello, L. M. R. (2020). Vinhos no Brasil: contrastes na geografia e no manejo das videiras nas três viticulturas do país. *Embrapa Uva e Vinho*. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/219851/1/Doc121-21.pdf>.

Pirie, A. and Mullins, M.G. (1977). Interrelationships of sugars, anthocyanins, total phenols and dry weight in the skin of grape berries during ripening. *American Journal of Enology and viticulture*, 28, 204–209. <https://doi.org/10.5344/ajev.1977.28.4.204>.

Prior, R. L., Hoang, H., Gu, L., Wu, X., Bacchiocca, M., Howard, L., Hampsch-Woodill, M., Huang, D., Ou, B., and Jacob, R. (2003). Assays for hydrophilic and lipophilic antioxidant Capacity (oxygen radical absorbance capacity (ORACFL)) of plasma and other biological and food samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 3273-3279, 2003. <https://doi.org/10.1021/jf0262256>.

Regina, M. A., Mota, R. S., Fávero, A.C., Shiga, T.M., Silva, L.H.J., Souza, W.C., Novelli, F.A.D., and Souza, C.R. (2011). Caracterização físico-química de uvas viníferas cultivadas em dupla poda no nordeste de São Paulo. *Revista Brasileira de Viticultura e Enologia*, 3, 84-92.

Risco, D., Pérez, D., Yeves, A., Castel, J. R., and Intrigliolo, D. S. (2013). Early defoliation in a temperate warm and semi-arid Tempranillo vineyard: vine performance and grape composition. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 20, 111-122. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12049>.

Rossi, M. (2017). Mapa pedológico do Estado de São Paulo revisado e ampliado. São Paulo: Editora Instituto Florestal, BR.

Rural Clima. (2024). Soluções agrometeorológicas. [Acessado 10 jan. 2023]. Disponível em: <https://ruralclima.com.br/>.

Singh, M., Arseneault, M., Sanderson, T., Murthy, V., and Ramassamy, C. (2008). Challenges for research on polyphenols from foods in Alzheimer's disease: bioavailability, metabolism, and cellular and molecular mechanisms. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 56, 4855-4873. <https://doi.org/10.1021/jf0735073>.

Stone, H. S. and Sidel, J. L. *Sensory Evaluation Practices*. 3<sup>a</sup> ed. Food Science and Technology, San Diego, Academic Press, 2004.

Stratil, P., Kubáň, V. and Fojtová, J. (2008). Comparison of the phenolic content and total antioxidant activity in wines as determined by spectrophotometric methods. *Czech Journal of Food Sciences*, 26, 242-253. <https://doi.org/10.17221/1119-CJFS>.

Tessarín, P., Ricci, A., Baraldi, G., Lombini, A., Parpinello, G. P., and Rombolà, A. D. (2022). Beneficial effects of bunch-zone late defoliations and shoot positioning on berry composition and colour components of wines undergoing aging in an organically-managed and rainfed Sangiovese vineyard. *OENO One*, 56, 13-27. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2022.56.4.5377>.

Verdenal, T., Zufferey, V., Dienes-Nagy, A., Bourdin, G., Gindro, K., Viret, O., and Spring, J. (2019). Timing and intensity of grapevine defoliation: an extensive overview on five cultivars in Switzerland. *American Journal of Enology and viticulture*, 70, 427-434. <https://doi.org/10.5344/ajev.2019.19002>.

Wurz, D.A., Allebrandt, R., Marcon Filho, J. L., Bem, B. P., Brighenti, A. F., Rufato, L., and Kretschamar, A. A. (2018). Época de desfolha e sua influência no desempenho vitícola da uva ‘Sauvignon Blanc’ em região de elevada altitude. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 17, 91-99. <https://doi.org/10.5965/223811711712018091>.

Wurz, D. A., Bonin, B. F., Brighenti, A. F., Canossa, A. T., Reinehr, J., Allebrandt, R., Bem, B. P., Rufato, L., and Kretschmar, A. (2019). Efeito da carga de gemas da videira ‘Cabernet Franc’ na interceptação da radiação solar e na fertilidade de gemas. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 18, 453-458. <https://doi.org/10.5965/223811711842019453>.

## REFERÊNCIAS GERAIS

Abramides, P. L. G., Brunini, O., Pedro júnior, M. J., Camargo, M. B. P., Ernandes, E. S., Blani, G. C., Brunini, A. P. C., Brigante, R. S., and Santos, L. CIIAGRO. [Acessado 25 dez 2019]. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/>.

Agazzi, F. M., Nelson, J., Tanabe, C. K., Doyle, C., Boulton, R. B., and Buscema, F. (2018). Aging of Malbec wines from Mendoza and California: evolution of phenolic and elemental composition. *Food Chemistry*, 269, 103–110. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.06.142>.

Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Moraes Gonçalves, J. L., and Sparovek, G. (2013). Köppen's climate identification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22, 711-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

Banerjee, K., Krishnan, P., and Mridha, N. (2018). Application of thermal imaging of wheat crop canopy to estimate leaf area index under different moisture stress conditions. *Biosystems Engineering*, 166, 13-27. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.10.012>.

Bogs, J., Downey, M. O., Harvey, J. S., Ashton, A. R., Tanner, G. J. and Robinson, S. P. (2005). Proanthocyanidin synthesis and expression of genes encoding leucoanthocyanidin reductase and anthocyanidin reductase in developing grape berries and grapevine leaves. *Plant Physiology*, 139, 652–663. <https://doi.org/10.1104/pp.105.064238>.

Borghezán, M., Gavioli, O., Pit, F.A., and Silva, A.L. (2010). Modelos matemáticos para a estimativa da área foliar de variedades de videira a campo (*Vitis vinifera* L.). *Ciência e Técnica Vitivinícola*, 25, 1-7.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., and Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28, 25-30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5).

Brant, L. A. C., Souza, C. R., Mota, R. V., Fernandes, F. P., Gonçalves, M. G. M., Menezes, M. D., Peregrino, I., Curi, N., and Regina, M. A. (2021). Macro scale analysis of Syrah vineyards under winter growing cycles: Agronomical and ecophysiological responses. *Scientia Agricola*, 78. <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2020-0055>.

Brouillard, R., Mazza, G., Saad, Z., Albrecht-Gary, A. M. and Cheminat, A. (1989). The copigmentation reaction of anthocyanins: a microprobe for the structural study of aqueous solutions. *Journal of the American Chemical Society*, 111, 2604-2610.

Buttaro, D., Roupshael, Y., Rivera, C.M., Colla, G. and Gonnella, M. (2015). Simple and accurate allometric model for leaf area estimation in *Vitis vinifera* L. genotypes. *Photosynthetica*, 53, 342-348. <https://doi.org/10.1007/s11099-015-0117-2>.

Campostrini, E. and Yamanishi, O.K. (2001). Estimation of papaya leaf area using the central vein length. *Scientia Agricola*, São Paulo, 58, 39-42. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162001000100007>.

Chen, W-K., He, F., Xang, Y-X., Liu, X., Duan, C-Q. and Wang, J. (2018). Influences of berry size on fruit composition and wine quality of *Vitis vinifera* L. cv. 'Cabernet Sauvignon' grapes. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 39. <https://doi.org/10.21548/39-1-2439>.

Carbonneau, A. (1976). Principes et methodes de mesure de la surface foliari. Essai de caracterizacion des types de feviles dans le genre *Vitis*. *Annales de Amelioration des Plantes*, 26, 327-343.

Conde, C., Silva, P., Fontes, N., Dias, A. C. P., Tavares, R. M., Sousa, M. J., Agasse, A., Delrot, S. And Gerós, H. (2007). Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. *Food*, 1.

Cordenunsi, B. R., Shiga, T. M., and Lajolo, F. (2008). Non-starch polysaccharide composition of two cultivars of banana (*Musa acuminata* L. cvs Mysore and Nanicão). *Carbohydrate Polymers*, 71, 26-31. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2007.05.009>.

Dal'Osto, M. C., Bassi, A. P. G., Melo, R. T., Amaral, L. B. A., Barros, A. L., Dal'Osto, M. F. (2016). Caracterização química e sensorial das variedades Malbec, Cabernet Sauvignon e Cabernet Franc com colheita de inverno para a elaboração de vinhos finos de qualidade em São Roque, SP. *Scientia Vitae*, 4, 6-12.

Delrot, S., Medrano, H., Or, E., Bavaresco, L., and Granado, S. (2010). *Methodologies and Results in Grapevine Research*. Netherlands: Springer, 2010.

Di Filippo, M. and Vila, H. (2011). Influence of different rootstocks on the vegetative and reproductive performance of *Vitis vinifera* L. Malbec under irrigated conditions. *Journal international des sciences de la vigne et du vin*, 45. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2011.45.2.1487>.

Di Majo, D., La Guardia, M., Giammanco, S., La Neve, L., and Giammanco, M. (2008). the antioxidant capacity of red wine in relationship with its polyphenolic constituents. *food chemistry*, 111, 45-49. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.03.037>.



Dias, F. A. N., Mota, R. V., Souza, C. R., Pimentel, R. M. A., Souza, L.C., Souza, A. L., and Regina, M. A. (2017). Rootstock on vine performance and wine quality of ‘Syrah’ under double pruning management. *Scientia Agricola*, 74, 134-141. <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2015-0384>.

Demirsoy, H., Demirsoy, L., Uzun, S. and Ersoy, B. (2004). Non-destructive leaf area estimation in peach. *European Journal of Horticultural Science*, 69, 144-146.

Dobrowski, S.Z., Ustin, S.L. and Wolpert, J.A. (2002). Remote estimation of vine canopy density in vertically shoot-positioned vineyards: determining optimal vegetation indexes. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 8, 117-125. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2002.tb00220.x>.

Drappier, J., Tibon, C., Rabot, A., and Geny-Denis, L. (2019). Relationship between wine composition and temperature: Impact on Bordeaux wine typicity in the context of global warming - review. *Critical Reviews Food Science and Nutrition*, 59, 14–30. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1355776>.

Dreier, L.P., Stoll, G. S., and Ruffner, H. P. (2000). Berry ripening and evapotranspiration in *Vitis vinifera* L. *American Journal of Enology and Viticulture*, 51, 340-346. <https://doi.org/10.5344/ajev.2000.51.4.340>.

Drenjančević, M., Kujundžić, T., Jukić, V., Karnaš, M., Braun, U., Schwander, F., Teklić, T., and Rastija, T. (2023). Impact of leaf removal as a source of stresses on grapevine yields, chemical characteristics, and anthocyanin content in the grapevine variety Babica. *Annals of Applied Biology*, 183, 45-52. <https://doi.org/10.1111/aab.12832>.

Favero, A. C., Amorim, D. A., Mota, R. V., Soares, A. M., Souza, C. R., and Regina, M. A. (2011). Double-pruning of “Syrah” grapevines: a management strategy to harvest wine grapes during the winter in the Brazilian Southeast. *Vitis - Journal of Grapevine Research*, 50, 151-158. <https://doi.org/10.5073/vitis.2011.50.151-158>.

Feng, H., Yuan, F., Skinkis, P. A., and Qian, M. C. (2015). Influence of cluster zone leaf removal on Pinot noir grape chemical and volatile composition. *Food Chemistry*, 173, 414-423. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.149>.

Gallice, W. C., Messerschmidt, I. And Peralta-Zamorra, P. (2011). Caracterização espectroscópica multivariada do potencial antioxidante de vinhos. *Química Nova*, 34, 397-403. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422011000300006>.

Giovaninni, E. and Manfroi, V. (2013). *Viticultura e enologia: elaboração de grandes vinhos nos terroirs brasileiros*. Bento Gonçalves: IFRS.

Gonçalves, A. O., Silva, E. H. F. M., Gasparotto, L. G., Rosa, J. M., Carmo, S., Fattori Júnior, I. M. and Marin, F. R. (2020). Improving indirect measurements of the leaf area index using canopy height. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.55, 2020. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2020.v55.01894>.

Gutiérrez-Escobar, R., Aliaño-González, M. J., and Cantos-Villar, E. (2021). Wine Polyphenol Content and Its Influence on Wine Quality and Properties: A Review. *Molecules*, 26. <https://doi.org/10.3390/molecules26030718>.

Griesser, M., Savoi, S., Bondada, B., Forneck, A. and Keller, M. (2024). Berry shrivel in grapevine: a review considering multiple approaches. *Journal of Experimental Botany*, 75, 2196-2213. <https://doi.org/10.1093/jxb/erae001>.

Hernandes, J. L., Pedro Júnior, M. J., Blain, G. C., and Bardin-Camparotto, L. (2016). Raleio de cachos em videiras cabernet sauvignon e cabernet franc submetidas ao regime de dupla poda sequencial. *Scientia Vitae*, 4, 23-29.

Hickey, C. C. and Wolf, T. K. (2018). Leaf removal effects on Cabernet franc and Petit Verdot: I. Crop yield components and primary fruit composition. *American Journal of Enology and Viticulture*, 69, 221-230. <https://doi.org/10.5344/ajev.2018.17106>.

Jackson, D. I. and Coombe, B. G. (1988). Early bunchstem necrosis in grapes - a cause of poor fruit set. *Vitis*, 27, 57-61.

Jackson, D. I. and Lombardi, P. B. (1993). Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality - a review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 44, 409-430. <https://doi.org/10.5344/ajev.1993.44.4.409>.

Junges, A. H. and Anzanello, R. Non-destructive simple model to estimate the leaf area through midvein in cultivars of *Vitis vinifera*. (2021). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 43, 1-12. <https://doi.org/10.1590/0100-29452021795>.

Kliewer, M. and Dokoozlian, N. (2005). Leaf area/crop weight ratios of grapevines: influence on fruit composition and wine quality. *American Journal of Enology and Viticulture*, 56, 170-181. <https://doi.org/10.5344/ajev.2005.56.2.170>.

Klingler, A., Schaumberger, A., Vuolo, F., Kalmár, L. B. and Potsch, E. M. (2020). Comparison of direct and indirect determination of leaf area index in permanent grassland. *Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science*, 88, 369-378. <https://doi.org/10.1007/s41064-020-00119-8>.

Krasnow, M. N., Matthews, M. A., Smith, R. J., Benz, J., Weber, E. and Shackel, K. A. (2010). Distinctive symptoms differentiate four common types of berry shrivel disorder in grape. *California Agriculture*, 64, 155-159. <https://doi.org/10.3733/ca.v064n03p155>.

Latorre, B. A., Elfar, K., and Ferrada, E. E. (2015). Gray mold caused by *Botrytis cinerea* limits grape production in Chile. *Ciencia Investigación Agraria*, 42, 305-330. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-16202015000300001>.

Leão, P.C.S., Nunes, B.T.G., and Lima, M.A.C. (2016). Canopy management effects on 'Syrah' grapevines under tropical semi-arid conditions. *Scientia Agricola*, 73, 209-216. <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0408>.

Leite, M. L. M. V., Moura, G. A., Moura, E. A., Lucena, L. R. R., Sales, A. T. and Sampaio, E. V. S. B. (2021). Comparison of methods for estimating leaf area in pomunça (*Manihot* sp.). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 25, 733-740. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v25n11p733-740>.

Lorenz, D. H., Eichhorn, K. W., Bleiholder, H., Klose, R., Meier, U. and Weber, E. (1995). Phenological growth stages of grapevine (*Vitis vinifera* L. spp. *vinifera*): codes and descriptions according to the extended BBCH scale. *Australia Journal of Grape and Wine Research*, 1, 100-110. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.1995.tb00085.x>.

Lopes C.M. and Pinto P.A. (2000). Estimation de la surface foliaire principale et secondaire d'un rameau de vigne. *Progrès Agricole et Viticole*, 117, 160-166.

López-Lozano, R. and Casterad, M. A. (2012). Comparison of different protocols for indirect measurement of leaf area index with ceptometers in vertically trained vineyards. *Australia Journal of Grape and Wine Research*, 19, 116-122. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12005>.

Magalhães, N. (2015). *Tratado de Viticultura - A Videira, A Vinha E O "Terroir"*. 2 ed. Lisboa: Esfera Poética, PT.

Marcon Filho, J. L., Hipólito, J. S., Macedo, T. A., Kretschmar, A. A., and Rufato, L. (2015). Raleio de cachos sobre o potencial enológico da uva 'Cabernet Franc' em duas safras. *Ciência Rural*, 45, 2150-2156. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140995>.

Montero, F.J., Juan, J.A., Cuesta, A. and Brasa, A. (2000). Nondestructive methods to estimate leaf area in *Vitis vinifera* L. *HortScience*, 35, 696-698. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.35.4.696>.

Mota, R. V., Amorim, D. A., Fávero, A. C., Gloria, M. B. A., and Regina, M. A. (2009). Caracterização físico-química e aminos bioativas em vinhos da cv. Syrah I - Efeito do ciclo de produção. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 29, 380-385. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612009000200023>.

Mota, R. V., Silva, C. P. C., Favero, A. C., Purgatto, E., Shiga, T. M., and Regina, M. A. (2010). Composição físico-química de uvas para vinho fino em ciclos de verão e inverno. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32, 1127-1137. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011005000001>.

Mota, R. V., Peregrino, I., Riviera, S. P. T., Hassimotto, N. M. A., Souza, A. L., and Souza, C. R. (2021). Characterization of Brazilian Syrah wines at bottling and after ageing. *Scientia Agricola*, 78. <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2019-0233>.

Mpelasoka, B. S., Schachtman, D. P., Treeby, M. T. and Thomas, M. R. (2003). A review of potassium nutrition in grapevines with special emphasis on berry accumulation. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 9, 154-168. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2003.tb00265.x>.

Nishioka, A., Tobaruela, E. D. C., Fraga, L. N., Tomás-Barberán, F. A., Lajolo F, M. and Hassimotto, N. M. A. (2021). Stratification of volunteers according to flavanone metabolite excretion and phase II metabolism profile after single doses of ‘Pera’ orange and ‘Moro’ blood orange juices. *Nutrients*, 13. <https://doi.org/10.3390/nu13020473>.

[OIV] International Organisation of Vine and Wine. (2024). Compendium of international methods of wine and must analysis. [Acessado 02 fev. 2024]. Disponível em: [https://www.oiv.int/sites/default/files/publication/2023-05/Compendium%20MA%20complet\\_EN.pdf](https://www.oiv.int/sites/default/files/publication/2023-05/Compendium%20MA%20complet_EN.pdf).

Oliveira, P. S., Silva, W., Costa, A. A. M., Schimdt, E. R. and Vitória, E. L. (2017). Leaf area estimation in litchi by means of allometric relationships. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 39. <https://doi.org/10.1590/0100-29452017403>.

Pellegrini, N., Simonetti, P., Gardana, C., Brenna, O., Brighenti, F. and Pietta, P. (2000). Polyphenol content and total antioxidant activity of vini novelli (young red wines). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 732-735. <https://doi.org/10.1021/jf990251v>.

Permanhani, M., Vasconcellos, M.A.S., Souza, R.T. and Martelleto, L.A.P. (2014). Estimativa de área foliar da videira ‘Niágara rosada’ conduzida em sistema de latada, região Norte Fluminense. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36, 1034-1040. <https://doi.org/10.1590/0100-2945-314/13>.

Pereira, G. E., Gaudillere, J-P, Van Leeuwen, C., Hilbert, G., Lavialle, O., Maucourt, M., Deborde, C., Moing, A. and Rolim, D. (2005). <sup>1</sup>H NMR and Chemometrics to characterize mature grape berries in four wine-growing areas in Bordeaux, France. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 6382-6389. <https://doi.org/10.1021/jf058058q>.

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. and Oberholster, A. (2020). 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*, 11, 1-19. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00707>.

Pereira, G. E., Peccin, E.G., Riste, U. S., Deconti, G. S., Oliveira, J. B., Santos, F. C., Santana, D. P., Albuquerque Filho, M. R. and Figueiredo, A. B. A. (2023). Caracterização agrônômica de videiras e enológica de uvas e vinhos de inverno no cerrado brasileiro. *Embrapa Uva e Vinho*. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1154337/1/BolPesqDes-23-o.pdf>.

Pereira, G. E., Tonietto, J., Zanus, M. C., Santos, H. P., Protas, J. F., and Mello, L. M. R. (2020). Vinhos no Brasil: contrastes na geografia e no manejo das videiras nas três viticulturas do país. *Embrapa Uva e Vinho*. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/219851/1/Doc121-21.pdf>.

Pirie, A. and Mullins, M.G. (1977). Interrelationships of sugars, anthocyanins, total phenols and dry weight in the skin of grape berries during ripening. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28, 204–209. <https://doi.org/10.5344/ajev.1977.28.4.204>.

Prior, R. L., Hoang, H., Gu, L., Wu, X., Bacchiocca, M., Howard, L., Hampsch-Woodill, M., Huang, D., Ou, B., and Jacob, R. (2003). Assays for hydrophilic and lipophilic antioxidant Capacity (oxygen radical absorbance capacity (ORACFL)) of plasma and other biological and food samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 3273-3279, 2003. <https://doi.org/10.1021/jf0262256>.

Reynolds, A.G. and Vanden Heuvel, J.E. (2009). Influence of grapevine training systems on vine growth and fruit composition: a review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 60, 251-268. <https://doi.org/10.5344/ajev.2009.60.3.251>.

Risco, D., Pérez, D., Yeves, A., Castel, J. R., and Intrigliolo, D. S. (2013). Early defoliation in a temperate warm and semi-arid Tempranillo vineyard: vine performance and grape composition. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 20, 111-122. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12049>.

Rizzon, L. A. and Miele, A. (2004). Avaliação da cv. Tannat para elaboração de vinho tinto. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 24, 223-229. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612004000200011>.

Rossi, M. (2017). Mapa pedológico do Estado de São Paulo revisado e ampliado. São Paulo: Editora Instituto Florestal, BR.

Regina, M.A., Mota, R.S., Fávero, A.C., Shiga, T.M., Silva, L.H.J., Souza, W.C., Novelli, F.A.D., and Souza, C.R. (2011). Caracterização físico-química de uvas viníferas cultivadas em dupla poda no nordeste de São Paulo. *Revista Brasileira de Viticultura e Enologia*, 3, 84-92.

Rizzon, L. A. (2010). *Metodologia para análise de vinho*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.

Rural Clima. (2024). Soluções agrometeorológicas. [Acessado 10 jan. 2023]. Disponível em: <https://ruralclima.com.br/>.

Souza, A. L. K., Camargo, S. S., Souza, E. L., Feldberg, N. P., and Bender, A. (2021). Influence of grafting production method on agronomic performance of wine grape varieties. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 43, e-020. <https://doi.org/10.1590/0100-29452021020>.

Sachet, M. R., Penso, G. A., Pertille, R. H., Guerrize, M. T. and Citadin, I. (2015). Estimativa da área foliar de pessegueiro por método não-destrutivo. *Ciência Rural*, 45, 2161-2163. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140185>.

Sanchez-Rodriguez, L. A., Dias, C. T. S. and Spósito, M. B. (2016). Fisiologia e produção da videira 'Niágara Rosada' nos sistemas de condução em espaldeira e em Y. *Revista Agropecuária Brasileira*, 51, 1948-1956. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016001200005>.

Singh, M., Arseneault, M., Sanderson, T., Murthy, V., and Ramassamy, C. (2008). Challenges for research on polyphenols from foods in Alzheimer's disease: bioavailability, metabolism, and cellular and molecular mechanisms. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 56, 4855-4873. <https://doi.org/10.1021/jf0735073>.

Stone, H. S. and Sidel, J. L. *Sensory Evaluation Practices*. 3<sup>a</sup> ed. Food Science and Technology, San Diego, Academic Press, 2004.

Stratil, P., Kubáň, V. and Fojtová, J. (2008). Comparison of the phenolic content and total antioxidant activity in wines as determined by spectrophotometric methods. *Czech Journal of Food Sciences*, 26, 242-253. <https://doi.org/10.17221/1119-CJFS>.

Taiz, L. and Zeiger, E. (2013). *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Editora Artmed.

Tecchio, M. A., Silva, M., J. R., Sanchez, C. A. P. C., Callili, D., Vedoato, B. T. F., Hernandez, J. L. and Moura, M. F. (2022). Yield performance and quality of wine grapes (*Vitis vinifera*) grafted onto different rootstocks under subtropical conditions. *Bragantia*, 81. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20210214>.

Teixeira, A.H.C. and Lima Filho, J. M. P. (1997). Relações entre o índice de área foliar e a radiação solar na cultura da videira. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 5, 143-146.

Tello, J. and Ibáñez, J. (2014). Evaluation of indexes for the quantitative and objective estimation of grapevine bunch compactness. *Vitis - Journal of Grapevine Research*, 53, 9-16. <https://doi.org/10.5073/vitis.2014.53.9-16>.

Trachta, M. A., Zanon, A. J., Alves, A. F., Freitas, C. P. O., Streck, N. A., Cardoso, P. S., Santos, A. T. L., Nascimento, M. F., Rossato, I. G., Simões, G. P., Amaral, K. E. F., Streck, I. L. and Rodrigues, L. B. (2020). Leaf area estimation with nondestructive method in cassava. *Bragantia*, 79, 472-484. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20200018>.

Tregoat, O., Ollat, N., Grenier, G. and Leeuwen, C.V. (2001). Etude comparative de la précision et de la rapidité de mise en oeuvre de différentes méthodes d'estimation de la surface foliaire de la vigne. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 35, 31-39.

Tessarini, P., Ricci, A., Baraldi, G., Lombini, A., Parpinello, G. P., and Rombolà, A. D. (2022). Beneficial effects of bunch-zone late defoliations and shoot positioning on berry composition and colour components of wines undergoing aging in an organically-managed and rainfed Sangiovese vineyard. *OENO One*, 56, 13-27. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2022.56.4.5377>.

Vélez, S., Poblete-Echeverría, C., Rubio, J. A., Vacas, R. and Barajas, E. (2021). Estimation of leaf area index in vineyards by analysing projected shadows using UAV imagery. *OENO one*, 55. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2021.55.4.4639>.

Verdenal, T., Zufferey, V., Dienes-Nagy, A., Bourdin, G., Gindro, K., Viret, O., and Spring, J. (2019). Timing and intensity of grapevine defoliation: an extensive overview on five cultivars in Switzerland. *American Journal of Enology and viticulture*, 70, 427-434. <https://doi.org/10.5344/ajev.2019.19002>.

Vieira, J. G. V., Zucoloto, M., Oliveira, V. S. and Oliveira, F. L. (2022). Use of mathematical models to estimate the total leaf area of banana. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 44. <https://doi.org/10.1590/0100-29452022119>.

Watson, D. J. (1947). Comparative physiological studies on the growth of field crops: I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. *Annals of Botany*, 11, 41-76. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a083148>.

Wurz, D.A., Allebrandt, R., Marcon Filho, J. L., Bem, B. P., Brighenti, A. F., Rufato, L., and Kretschmar, A. A. (2018). Época de desfolha e sua influência no desempenho vitícola da uva 'Sauvignon Blanc' em região de elevada altitude. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 17, 91-99. <https://doi.org/10.5965/223811711712018091>.

Wurz, D. A., Bonin, B. F., Brighenti, A. F., Canossa, A. T., Reinehr, J., Allebrandt, R., Pereira de Bem, B., Rufato, L. and Kretschmar, A. A. (2019). Efeito da carga de gemas da videira 'Cabernet Franc' na interceptação da radiação solar e na fertilidade de gemas. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 18, 453-458. <https://doi.org/10.5965/223811711842019453>.

Würz, D. A., Bonin, B. F., Brighenti, A. F., Canossa, A. T., Reinehr, J., Allebrandt, R., Bem, B. P., Rufato, L., and Kretschmar, A. A. (2020). Maior carga de gemas da videira resulta em melhora dos índices produtivos e vegetativos da videira 'Cabernet Franc' cultivada em região de elevada altitude. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 19, 171-177. <https://doi.org/10.5965/223811711922020171>.

Zamorra, F.(2003). *Elaboración y crianza del vino tinto: aspectos científicos y prácticos*. 1ªed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.



**APÊNDICE 1 ANÁLISE DO SOLO A 10-20 CM DE PROFUNDIDADE DA ÁREA EXPERIMENTAL EM 2021**

Cabernet Franc 2021			
Determinações	Unidade	Resultado	Teor
pH CaCl <sub>2</sub>	–	6,2	Muito baixa
Fósforo	mg/dm <sup>3</sup>	188	Muito alto
Potássio	mmolc/dm <sup>3</sup>	6,6	Muito alto
Cálcio	mmolc/dm <sup>3</sup>	89	Alto
Magnésio	mmolc/dm <sup>3</sup>	28	Alto
Hidrogênio + Alumínio	mmolc/dm <sup>3</sup>	20	
Alumínio	mmolc/dm <sup>3</sup>	0	–
Soma de bases	mmolc/dm <sup>3</sup>	124	
CTC	mmolc/dm <sup>3</sup>	144	
Saturação por bases	%	86	Alta
Boro	mg/dm <sup>3</sup>	0,36	Médio
Potássio/Magnésio	K/Mg	0,24	Baixa

Malbec 2021			
Determinações	Unidade	Resultado	Teor
pH CaCl <sub>2</sub>	–	6,4	Muito baixa
Fósforo	mg/dm <sup>3</sup>	214	Muito alto
Potássio	mmolc/dm <sup>3</sup>	7,2	Muito alto
Cálcio	mmolc/dm <sup>3</sup>	98	Alto
Magnésio	mmolc/dm <sup>3</sup>	29	Alto
Hidrogênio + Alumínio	mmolc/dm <sup>3</sup>	20	
Alumínio	mmolc/dm <sup>3</sup>	0	–
Soma de bases	mmolc/dm <sup>3</sup>	134	
CTC	mmolc/dm <sup>3</sup>	154	
Saturação por bases	%	87	Alta
Boro	mg/dm <sup>3</sup>	0,40	Médio
Potássio/Magnésio	K/Mg	0,25	Baixa

Metodologia utilizada:

P - K - Ca - Mg = Resina

B = água quente

Faixa de interpretação realizada de acordo com recomendações para o Estado de São Paulo

## APÊNDICE 2 MODELO DE FICHA UTILIZADA PARA ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA DE VINHOS FINOS TINTOS COM DIFERENTES INTENSIDADES DE DESFOLHA EM SISTEMA DE INVERSÃO DE CICLO

Provedor:

Data:

Variedade de uva:

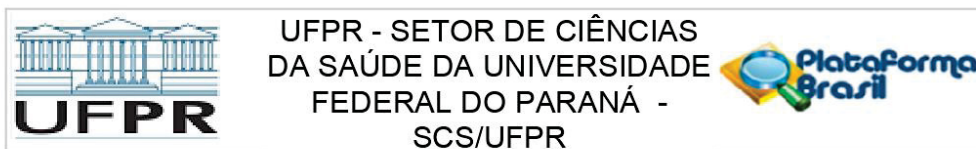
Instruções: Analise atentamente as amostras de vinhos servidas a seguir e avalie com suas percepções sensoriais, dentro de uma escala de 0 (zero) a 9 (nove) o ponto da escala que melhor quantifica a intensidade de cada descritor. Considera-se 0 (zero) ou próximo, caso não haja reconhecimento da característica, e 9 (nove) a máxima intensidade avaliada. No final da avaliação dê uma nota geral em uma escala de 0 (Zero) a 100 (cem).

Escala para avaliação da intensidade percebida:

Nulo 0  9 bastante intenso

Descritores	Amostras									
	Painel A					Painel B				
<b>Aparência</b>										
Intensidade de cor										
<b>Aroma</b>										
Intensidade de aroma										
Frutas vermelhas										
Vegetal										
Qualidade olfativa										
<b>Gosto</b>										
Frutas vermelhas										
Vegetal										
Acidez										
Adstringência										
Corpo/estrutura										
Equilíbrio										
Persistência										
Qualidade Gustativa										
Avaliação global										

# ANEXO 1 PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Análise sensorial dos vinhos Cabernet Franc e Malbec, produzidos sob alteração de ciclo e com diferentes intensidades de desfolha, em São Roque - SP

**Pesquisador:** LUIZ ANTONIO BIASI

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 60284722.1.0000.0102

**Instituição Proponente:** Programa de Pós Graduação em Agronomia - Produção Vegetal

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 5.635.201

#### Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de pesquisa intitulado “Análise sensorial dos vinhos Cabernet Franc e Malbec, produzidos sob alteração de ciclo e com diferentes intensidades de desfolha, em São Roque – SP” sob a coordenação e orientação do Prof. Dr. Luiz Antônio Biasi, docente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal da Universidade Federal do Paraná, com a colaboração do Prof. Dr. Willian dos Santos Triches, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - Campus São Roque (IFSP) e participação do doutorando Fernando Albertin.

O projeto conta com financiamento próprio, a realizar-se após a aprovação pelo CEP/SD até setembro de 2024.

#### Participantes

“Os participantes serão todos maiores de 18 anos, homens e mulheres, treinados, independentemente da cor, raça, orientação sexual e identidade de gênero.”

#### Local

A pesquisa será realizada na sede da Vinícola Góes - São Roque (SP), no Bairro Canguera.

#### Plano de Recrutamento

“A seleção dos participantes será proveniente dos contatos profissionais do colaborador Professor e Enólogo Willian dos Santos Triches e de indicações do Enólogo Fábio Góes.”

**Endereço:** Rua Padre Camargo, 285 - 1º andar

**Bairro:** Alto da Glória

**UF:** PR

**Município:** CURITIBA

**CEP:** 80.060-240

**Telefone:** (41)3360-7259

**E-mail:** cometica.saude@ufpr.br



UFPR - SETOR DE CIÊNCIAS  
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PARANÁ -  
SCS/UFPR



Continuação do Parecer: 5.635.201

“O recrutamento dos participantes, treinados e experientes, será através do contato pessoal e ligações telefônicas. A abordagem será pessoal e com explicações claras e objetivas a respeito das avaliações. As informações prestadas abordarão quais tipos de vinhos serão utilizados e sua origem; possíveis datas de avaliação; período de avaliação; tempo médio de avaliação; finalidade da pesquisa; e importância científica, cultural e social.”

“A abordagem será pessoal e com explicações claras e objetivas a respeito das avaliações.”

“As informações prestadas abordarão quais tipos de vinhos serão utilizados e sua origem; possíveis datas de avaliação; período de avaliação; tempo médio de avaliação; finalidade da pesquisa; e importância científica, cultural e social.”

“Antes do início das avaliações, os participantes irão receber o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), lê-lo e assiná-lo.”

“O participante terá liberdade de escolha, cabendo-lhe, sem pressão ou persuasão, vontade de colaborar com a pesquisa. O participante aceitando ou não participar do estudo, será elogiado pelo tempo cedido e interesse em ouvir o propósito da pesquisa.”

“O participante selecionado será informado através de e-mails e mensagens via celular, com antecedência, das datas de avaliação, para que possa se organizar e comparecer ao local com tranquilidade.”

#### Critérios de Inclusão e Exclusão

“Os participantes serão incluídos através da comprovação da experiência com vinhos e análise sensorial. A exclusão caberá quando o item de inclusão não for atendido; além da má conduta (não respeitar outros participantes, faltar no dia das análises, não ter comprometimento com a pesquisa) durante o período de avaliação.”

#### Amostra

A amostra do estudo será constituída por 12 participantes.

#### Procedimentos

“Trata-se de estudo de análise sensorial que pretende avaliar os atributos de vinhos finos tintos com diferentes intensidades de desfolha através dos órgãos dos sentidos, comparando e diferenciando os vinhos, e quantificando suas características.”

“A análise sensorial de cada safra será realizada 13 meses após o processo de microvinificação de cada intensidade de desfolha aplicada, através da ADQ.”

“A ficha de degustação empregada seguirá o modelo de intensidade relativa (STONE e SIDEL, 2004), utilizando uma escala não estruturada com valores de 0 a 9, sendo 0 considerado a inexistência do descritor avaliado, e 9 a máxima intensidade.”

**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



UFPR - SETOR DE CIÊNCIAS  
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PARANÁ -  
SCS/UFPR



Continuação do Parecer: 5.635.201

“Os descritores utilizados serão baseados em características quanto à aparência, aroma, e sabor, sendo eles: intensidade de cor, intensidade do aroma, aroma e sabor de frutas vermelhas, aroma e sabor vegetal, acidez, adstringência, corpo/estrutura, persistência, qualidade olfativa e qualidade gustativa; além de uma nota geral sobre a qualidade dos vinhos, dentro de uma escala de 0 a 100, onde zero é a menor nota e 100 a maior.”

“A avaliação contará com 12 provadores, composto por homens e mulheres treinados. A degustação irá ocorrer às cegas, em sala climatizada (18°C) e iluminada, com aleatorização das amostras codificadas por um conjunto de 3 dígitos aleatórios e não viciados.”

“As amostras serão servidas à temperatura de 18°C de modo monádico sequencial (1 amostra por vez), em taças de cristal ISO com capacidade de 250 ml, com tempo de avaliação de 3 minutos para cada amostra.”

“Fotos e fichas de avaliação serão armazenados em um período mínimo de 5 anos, até que todo material tabulado e analisado seja disponibilizado às Instituições e periódicos científicos.”

“Os vinhos utilizados em cada período de avaliação serão únicos, com armazenamento de 15 ml de cada amostra para análises químicas, sendo finalizadas dentro de 2 meses para cada ano de avaliação.”

#### Análise e tratamento dos dados

“O delineamento experimental será em blocos casualizados completo, com 2 repetições biológicas - contendo em cada uma, todos os tratamentos de intensidade de desfolha aplicados (20%, 30%, 40% e 50%) e um controle (T); 12 avaliadores, 13 qualidades (descritores) avaliadas e uma nota global.”

“Os dados coletados serão submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade, seguidos de análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade, através do Programa R®.”

#### Objetivo da Pesquisa:

##### Objetivo Geral

“Realizar avaliação sensorial dos vinhos finos tintos de Cabernet Franc e Malbec, produzidos com diferentes intensidades de desfolha (sem desfolha, 20%, 30%, 40% e 50%), com a técnica de alteração de ciclo.”

##### Objetivo Específico

“Traçar o perfil sensorial dos vinhos finos tintos através da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) com os seguintes descritores: intensidade de cor, intensidade do aroma, aroma e sabor de frutas vermelhas, aroma e sabor vegetal, acidez, adstringência, corpo/estrutura, persistência, qualidade

**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



UFPR - SETOR DE CIÊNCIAS  
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PARANÁ -  
SCS/UFPR



Continuação do Parecer: 5.635.201

olfativa e qualidade gustativa. Além de uma avaliação global do produto.”

**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.”

“Para a minimização dos possíveis riscos durante a pesquisa, serão ofertados no dia das análises: água, bolacha água e sal, banheiros, ambiente climatizado, criação de um ambiente amigável e com segurança.”

**Benefícios**

“Os benefícios diretos obtidos serão: ingestão de resveratrol - polifenol antioxidante que colabora para uma vida saudável; de vitaminas do complexo B; e outros compostos orgânicos. Além disso, a degustação e apreciação dos vinhos traz um bem estar e aconchego aos apreciadores de vinhos.”

“Os benefícios citados acima podem apresentar variações de acordo com os diferentes níveis de desfolha (sem desfolha, 20%, 30%, 40% e 50%). Quando a desfolha é maior espera-se um aumento da concentração de compostos fenólicos desejados, conferindo maior qualidade ao produto final.”

Os pesquisadores referem que “todos os dados obtidos serão divulgados aos participantes e Instituições, assim como em periódico científico. Para tanto, será selecionado um periódico específico de pesquisas na área de vitivinicultura; além da implantação dos resultados na área da vinícola na qual ocorre a pesquisa, através de uma oficina prática de campo.”

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O estudo apresenta relevância e sua contextualização pauta-se na literatura atualizada e pertinente à temática abordada, apropriada aos objetivos propostos.

Os pesquisadores descrevem o contexto do estudo, período de realização, procedimentos para a coleta, análise e tratamento de dados.

Os pesquisadores apresentam as carta de ciência e concordância de realização do estudo da Vinícola Góes, assinada pelo Fábio Góes.

De acordo com os pesquisadores “o estudo irá propiciar um melhor entendimento do manejo de desfolha em videiras submetidas à alteração de ciclo; e demonstrar resultados na qualidade das bagas (teor de sólidos solúveis, polifenóis totais, antocianinas, dentre outros) para a elaboração de vinhos finos. Além disso, pretende incrementos à técnica de alteração de ciclo, possibilitando a produção de vinhos mais competitivos mercadologicamente.”

**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



UFPR - SETOR DE CIÊNCIAS  
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PARANÁ -  
SCS/UFPR



Continuação do Parecer: 5.635.201

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

O projeto apresenta todos os termos e documentos requeridos para a realização da pesquisa.

**Recomendações:**

Solicitamos que sejam apresentados a este CEP, relatórios semestrais e final, 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.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Os pesquisadores apresentaram os ajustes solicitados em relação a descrição do tipo de estudo; adequação de termos utilizados no projeto, de acordo com a Resolução do CNS 466/2012; relação entre benefícios e resultados esperados; estratégias utilizadas para a divulgação do estudo e acesso dos pesquisadores aos participantes; especificação no TCLE da previsão das avaliações. O projeto cumpre os requisitos necessários para sua realização.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

01 - Solicitamos que sejam apresentados a este CEP, relatórios semestrais(a cada seis meses de seu parecer de aprovado) e final, 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.

Para o próximo relatório, favor utilizar o modelo atualizado, (abril/22), de relatório parcial.

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).

02 - Importante:(Caso se aplique): Pendências de Coparticipante devem ser respondidas pelo acesso do Pesquisador principal. Para projetos com coparticipante que também solicitam relatórios

**Endereço:** Rua Padre Camargo, 285 - 1º andar

**Bairro:** Alto da Glória

**UF:** PR

**Município:** CURITIBA

**CEP:** 80.060-240

**Telefone:** (41)3360-7259

**E-mail:** [cometica.saude@ufpr.br](mailto:cometica.saude@ufpr.br)



UFPR - SETOR DE CIÊNCIAS  
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PARANÁ -  
SCS/UFPR



Continuação do Parecer: 5.635.201

semestrais, estes relatórios devem ser enviados por Notificação, pelo login e senha do pesquisador principal no CAAE correspondente a este coparticipante, após o envio do relatório à instituição proponente.

03- 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 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_1974500.pdf	12/08/2022 16:23:50		Aceito
Outros	Carta_correcoes_pendencias.docx	12/08/2022 16:21:46	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_CONSENTIMENTO_LIVRE_E_ESCLARECIDO_corrigido.docx	12/08/2022 16:17:40	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Detalhado_corrigido.docx	12/08/2022 16:16:56	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_CONSENTIMENTO_LIVRE_E_ESCLARECIDO.docx	01/07/2022 10:13:48	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Outros	CARTA_DE_ENCAMINHAMENTO_DO_PESQUISADOR_AO_CEP.pdf	01/07/2022 10:13:25	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Detalhado.docx	01/07/2022 10:12:37	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	29/06/2022 10:21:38	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Outros	TERMO_DE_SOLICITACAO_DE_USO_DE_IMAGEM_PARA_PESQUISA.docx	28/06/2022 16:26:31	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Declaração de Pesquisadores	DECLARACAO_DE_COMPROMISSOS_DA_EQUIPE_DA_PESQUISA.pdf	28/06/2022 16:25:10	LUIZ ANTONIO BIASI	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





UFPR - SETOR DE CIÊNCIAS  
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PARANÁ -  
SCS/UFPR



Continuação do Parecer: 5.635.201

Outros	Concordancia_dos_servicos_envolvidos.pdf	28/06/2022 16:23:15	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Outros	Concordancia_de_Coparticipacao.pdf	28/06/2022 16:22:44	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Outros	Checklist.pdf	28/06/2022 16:22:06	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Outros	Ata_de_aprovacao_do_projeto_pelo_Colegiado.pdf	28/06/2022 16:20:57	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito
Outros	ANALISE_DO_MERITO_CIENTIFICO.pdf	28/06/2022 16:18:59	LUIZ ANTONIO BIASI	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

CURITIBA, 12 de Setembro 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