

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS – UFPEL

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS**



Tese

**Altura do dossel vegetativo 'Cabernet Sauvignon' no Município de Dom
Pedrito – Rio Grande do Sul (RS): impacto na produtividade e na
qualidade do vinho**

Jansen Moreira Silveira

Pelotas, 2021

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

S587a Silveira, Jansen Moreira

Altura do dossel vegetativo 'Cabernet Sauvignon' no Município de Dom Pedrito - Rio Grande do Sul (RS): impacto na produtividade e na qualidade do vinho : / Jansen Moreira Silveira ; César Valmor Rombaldi, orientador. — Pelotas, 2021.

90 f. : il.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2021.

1. *Vitis vinifera* L.. 2. Maturação tecnológica. 3. Compostos fenólicos. 4. Fisiologia da videira. I. Rombaldi, César Valmor, orient. II. Título.

CDD : 664

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

Jansen Moreira Silveira

**Altura do dossel vegetativo 'Cabernet Sauvignon' no Município de Dom
Pedrito – Rio Grande do Sul (RS): impacto na produtividade e na
qualidade do vinho**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências (Ciência e Tecnologia de Alimentos).

Comitê de orientação:

Prof. Dr. César Valmor Rombaldi (UFPel)

Prof. Dr. Juan Saavedra del Aguila (Universidade Federal do Pampa – Unipampa –Campus Dom Pedrito)

Prof. Dr. Marcos Gabbardo (Unipampa – Campus Dom Pedrito)

Pelotas, 2021

Jansen Moreira Silveira

**Altura do dossel vegetativo 'Cabernet Sauvignon' no Município de Dom
Pedrito – Rio Grande do Sul (RS): impacto na produtividade e na
qualidade do vinho**

Data da Defesa: 11 maio 2021.

Banca examinadora:

Prof. Dr. César Valmor Rombaldi (Orientador)

Prof. Dr. Juan Saavedra del Aguila (Unipampa – Campus Dom Pedrito)

Prof. Dr. Marcos Gabbardo (Unipampa – Campus Dom Pedrito)

Prof. Dr. Ricardo Alfredo Kluge (USP – Universidade de São Paulo)

Prof. Dr. Leonardo Cury da Silva (IFRS – Instituto Federal do Rio Grande do Sul)

Agradecimentos

Agradeço a Deus por ter saúde e ter iluminado meus caminhos em toda esta jornada.

Aos meus pais e minha irmã, que sempre me incentivou a estudar e a crescer, em especial a minha mãe que é um exemplo de vida e me inspiram a atingir meus objetivos.

A minha esposa a qual sempre me apoiou durante esta trajetória, me ajudando a superar momentos difíceis sempre com palavras de incentivo e motivação.

Dedico este trabalho a minha filha que tem me proporcionado momentos inesquecíveis de alegria e é minha inspiração para superar obstáculos.

Ao comitê de orientação, Prof. Dr. Cesar Valmor Rombaldi, Prof. Dr. Juan Saavedra del Aguila, Prof. Dr. Marcos Gabbardo, por todo apoio, conselhos, ajuda e dedicação.

Ao senhor Adair Camponogara por ter permitido implantarmos a pesquisa em seu vinhedo e sempre manteve as porteiras abertas para parcerias com universidade (UNIPAMPA).

As instituições Universidade Federal de Pelotas e Universidade Federal do Pampa e respectivos cursos, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos e curso de Bacharelado em Enologia, pela formação e por todo apoio a pesquisa.

Aos demais colegas e alunos que nesse período de cinco anos de pesquisa participaram e auxiliaram nesse projeto.

Resumo

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência da altura do dossel vegetativo na produtividade, composições físico-químicas de mosto e vinho da cultivar Cabernet Sauvignon, bem como na composição fenólica (antocianinas, estilbenos e flavonoides) e seu impacto no teor de metoxipirazinas dos vinhos. Por isso, testou-se quatro alturas de dossel vegetativo: 60 cm (T1), 80 cm (T2), 100 cm (T3) e 120 cm (T4). O experimento foi conduzido em vinhedo comercial localizado na região da Campanha Gaúcha Dom Pedrito, RS, (31°01' S, 54°36' W, altitude 159 m), nos ciclos 2015/16, 2016/17, 2017/18 e 2018/19. Analisou-se as principais variáveis agronômicas (produtividade estimada por planta e por hectare, peso médio e número de cachos). Os vinhos foram elaborados por metodologia tradicional, todos da mesma maneira, e realizou-se as análises físico-químicas de mosto e vinho através da espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FT-IR). A análise fenólica foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência e espectrofotometria UV/Vis. A quantificação de metoxipirazinas por meio de micro extração em fase sólida com uso de "headspace" (HS-SPME) seguida de cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (GC-MS). As variáveis agronômicas não foram influenciadas pelos tratamentos. Com relação as características físico químicas do mosto e do vinho, apesar de terem apresentado diferenças estatísticas para alguns parâmetros em determinadas safras, não foi possível destacar nem um tratamento. Observou-se pouca influência na quantificação individual das antocianinas, mas uma forte influência de cada ciclo no perfil das mesmas. Os vinhos apresentaram baixos teores de metoxipirazinas, e não se diferiram entre si.

Palavras-chave: *Vitis vinifera* L.; maturação tecnológica; compostos fenólicos; fisiologia da videira.

Abstract

The objective of the present work was to evaluate the influence of the height of the vegetative canopy on the productivity, physico-chemical compositions of must and wine of the Cabernet Sauvignon cultivar, as well as on the phenolic composition (anthocyanins, stilbenes and flavonoids) and their impact on the methoxypyrazine content of the wines. Therefore, four heights of vegetative canopy were tested: 60 cm (T1), 80 cm (T2), 100 cm (T3) and 120 cm (T4). The experiment was conducted in a commercial vineyard located in the region of Campanha Gaúcha Dom Pedrito, RS, (31 ° 01 ' S, 54 ° 36 ' W, altitude 159 m), in the cycles 2015/16, 2016/17, 2017/18 and 2018/19. The main agronomic variables were analyzed (estimated productivity per plant and per hectare, average weight and number of clusters). The wines were made using traditional methodology, all in the same way, and the physico-chemical analyzes of must and wine were carried out using Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR). Phenolic analysis was performed by high performance liquid chromatography and UV / Vis spectrophotometry. The quantification of methoxypyrazines by means of solid phase microextraction using "headspace" (HS-SPME) followed by gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC-MS). Agronomic variables were not influenced by treatments. Regarding the physical and chemical characteristics of the must and wine, despite having statistical differences for some parameters in certain vintages, it was not possible to highlight even one treatment. There was little influence on the individual quantification of anthocyanins, but a strong influence of each cycle on their profile. The wines had low levels of methoxypyrazines, and did not differ from each other.

Keywords: *Vitis vinifera* L.; technological maturity; phenolic compounds; vine physiology.

Lista de Figuras

- Figura 1.** Imagem ilustrativa do sistema de condução similar ao utilizado no experimento adaptada de PEDRO JUIOR et al. (2007). 20
- Figura 2.** Foto do experimento no campo com os tratamentos T1 60 cm e T4 120 cm de altura de dosse vegetativo. 21
- Figura 3.** Foto das estruturas de sustentação do dossel vegetativos dos tratamentos de T3 100 cm e T4 120 cm de altura. 22
- Figura 4.** Vinhos no início da fermentação alcoólica no laboratório da UNIPAMPA com temperatura controlada. 23
- Figura 5.** Infográfico da Campanha Gaúcha, (VINHOS DA CAMPANHA, 2020). 25
- Figura 6.** Condições climáticas das safras 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018 e 2018/2019 no município de Dom Pedrito, precipitação (em milímetros) e temperatura média (em graus Celsius). Fonte: Dados obtidos do site <http://estanciaguatambu.com.br/website/meteorologia> da Estação meteorológica da Estância Guatambu. 28
- Figura 7.** Videiras e uvas ‘Cabernet Sauvignon’ (*Vitis vinifera* L.), imagem obtida a campo em vinhedo comercial em Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, Brasil. 30
- Artigo**
- Figura 1.** Precipitação acumulada (em mm) e temperatura média mensal (°C) nos quatro ciclos produtivos do estudo: 2015/16, 2016/17, 2017/18 e 2018/19. Fonte: Estação Meteorológica Estância Guatambu, 2020. Disponível em: <http://estanciaguatambu.com.br/website/meteorologia>. Acessado em: 20/02/2020. 51

Figura 2. Análise de componentes principais (PCA) quanto ao perfil de antocianinas de vinhos Cabernet Sauvignon produzidos em diferentes ciclos de produção (2016/17, 2017/18 e 2018/19) através de videiras conduzidas com 60, 80, 100 e 120 cm de altura de copa vegetativa..... 69

Figura 3. Quantificação do composto 3-isobutil-2-metoxipirazina (IBMP) de vinhos Cabernet Sauvignon produzidos em diferentes ciclos de produção (2016/17, 2017/18 e 2018/19) através de videiras conduzidas com 60, 80, 100 e 120 cm de altura do dossel vegetativo. 72

Lista de Tabelas

Artigo

- Tabela 1.** Resultados agronômicos contemplando diferentes alturas de dossel vegetativo (60 cm, 80 cm, 100 cm e 120 cm) em quatro ciclos produtivos (2015/16, 2016/17, 2017/18 e 2018/19) utilizando a cultivar Cabernet Sauvignon. 57
- Tabela 2.** Composição físico-química da cultivar Cabernet Sauvignon proveniente de videiras manejadas nas alturas de 60 cm, 80 cm, 100 cm e 120 cm, nos quatro ciclos produtivos (2015/16, 2016/17, 2017/18 e 2018/19). 59
- Tabela 3.** Composição físico-química dos vinhos ‘Cabernet Sauvignon’ de videiras manejadas nas alturas de 60 cm, 80 cm, 100 cm e 120 cm, nos quatro ciclos produtivos (2015/16, 2016/17, 2017/18 e 2018/19). 63
- Tabela 4.** Concentração de antocianinas individuais (mg.L^{-1}) em vinhos ‘Cabernet Sauvignon’ obtidos de videiras de 60, 80, 100 e 120 cm de altura do dossel em três ciclos de estudo (2016/17, 2017/18 e 2018/19). 67
- Tabela 5.** Concentração de compostos fenólicos individuais (mg.L^{-1}) em vinhos ‘Cabernet Sauvignon’ obtidos de videiras de 60, 80, 100 e 120 cm de altura do dossel em três ciclos de estudo (2016/17, 2017/18 e 2018/19). 70

Sumário

1	Introdução.....	14
2	Hipótese.....	19
3	Objetivo.....	19
3.1	Objetivo geral	19
3.2	Objetivos específicos	19
3.3	Metodologia.....	19
4.1	Região da Campanha	24
4.2	'Cabernet Sauvignon'	29
4.3	Radiação Solar.....	31
4.4	Fotossíntese.....	32
4.5	Respiração	34
4.6	Translocação.....	34
4.7	Relação fonte e dreno	35
4.8	Sistemas de Condução	36
4.9	Manejo Vegetativo.....	38
4.10	Intervenções em Verde	39
4.11	Desponta.....	39
4.12	Açúcar na uva e os efeitos no vinho.....	40
4.13	Estudo de Caso.....	41
	ARTIGO.....	46

4	Título: Variáveis agronômicas e físico-químicas do mosto e do vinho em função do dossel vegetativo de videiras 'Cabernet Sauvignon'	46
	Subtítulo: Manejo vegetativo da uva 'Cabernet Sauvignon'	46
	Resumo	47
5	INTRODUÇÃO	48
6	MATERIAL E METODOS	50
7.1	Condições edafoclimáticas do período experimental	50
7.2	Características agronômicas	51
7.3	Vinificação	52
7.4	Caracterização físico-química de mosto e vinho	53
7.5	Análises de compostos fenólicos e antocianinas	53
7.6	Determinação de metoxipirazinas	54
7.7	Desenho experimental e análise estatística	55
8	RESULTADOS E DISCUSÃO	56
8.1	Variáveis agronômicas	56
8.2	Variáveis físico-químicas do mosto	59
8.3	Variáveis físico-químicas dos vinhos	62
8.4	Análise das antocianinas individuais dos vinhos	67
8.5	Composição fenólica dos vinhos	70
8.6	Teor de metoxipirazinas	72
9	CONCLUSÕES	74
	REFERÊNCIAS	75

10	Considerações finais	81
	REFERÊNCIAS.....	83

1 Introdução

A fruticultura é uma das atividades agrícolas de extrema importância sócio-econômica no planeta, tendo apresentado crescimento contínuo nos últimos anos (SEAB/DERAL, 2020). O Brasil é terceiro maior produtor de frutas, ficando somente atrás da China e da Índia (SEAB/DERAL, 2020). O Plano Nacional de Desenvolvimento da Fruticultura (PNDF) estima que os 2,3 milhões de hectares são ocupados pela fruticultura no Brasil e geram aproximadamente 16% de todos os empregos do agronegócio (DOS SANTOS, 2018). Neste cenário da fruticultura, a viticultura se destaca como forte produto do agronegócio sendo a uva a quarta fruta mais produzida no mundo (FAO, 2017) e quinta mais produzida no Brasil (SEAB/DERAL, 2020). Esta também está entre os cinco produtos (mangas, castanhas, melões, limões e uvas) que concentraram 75% das exportações brasileiras (DOS SANTOS, 2018). Segundo a Organização Internacional da Vinha e do Vinho a OIV (2021), o Brasil possuía uma área plantada de 81 mil hectares em 2019, já em 2020 um pequeno decréscimo de 1,2 % passando para uma área de 80 mil hectares. Na safra passada, 2019/2020 foram produzidas, 1.435.387 toneladas de uvas no Brasil, área colhida de 73 259 hectares com rendimento de médio de 19.334 quilos por hectare (IBGE, 2021). O RS, Estado maior produtor de uvas no Brasil, na safra 2020 produziu 403 milhões de quilos de uvas americanas e híbridas e 101,8 milhões de quilos de uva viníferas totalizando 504,8 milhões de quilos de uva (CADASTRO VITÍCOLA, 2020). Comparada à safra de 2019, na de 2020 houve uma queda de 17,8 % na produção geral de uvas, sendo possível apontar as seguintes causas: o excesso de chuva na floração e a seca no enchimento da baga e na maturação. A produção de uvas americanas ou híbridas teve uma redução de 25,9% quando comparada à safra 2019, sendo o maior decréscimo nas tintas (26,3%). Por outro lado, as uvas viníferas tiveram um aumento de 44,4% da safra 2019 para safra 2020, sendo o aumento mais expressivo nas variedades viníferas tintas, com um aumento de 52,7% quando comparado à safra 2019 (CADASTRO VITÍCOLA, 2020). Outro fato bastante

positivo para vitivinicultura e que chama atenção foi o de que o consumo vinho no Brasil aumentou 18% de 2019 para 2020, contrariando as expectativas, onde a maioria dos países apresentaram retração, devido à plena pandemia e crises econômicas internacionais (OIV, 2021).

O Rio Grande do Sul, responsável por cerca de 90% da produção nacional de vinhos e cacos e derivados elaborados com uvas viníferas e não viníferas e está dividido em quatro regiões produtoras: Campanha Gaúcha, Serra Gaúcha, Serra do Sudeste e Campos de Cima da Serra. Mas, segundo Mello (2015), em um levantamento, a tradicional Microrregião (MR) Caxias do Sul, que contempla 19 municípios na Serra Gaúcha, no quinquênio 1996/2000, era detentora de 90% da área vitícola do Estado. Com os dados publicados na edição do Cadastro Vitícola do Rio Grande do Sul 2013-2015, a região ainda permanece em primeiro lugar, mas reduziu para 80% da área de produção de uvas no estado. A redução da participação da Serra Gaúcha se deu não pela redução em suas áreas plantadas, mas sim pela expansão da viticultura para quase todas as áreas do Estado. Ela já atinge 161 municípios e está presente em 27 das 35 microrregiões do Rio Grande do Sul, ocupando uma área de aproximadamente 40.000 hectares de vinhedos em 2015, enquanto que em 1995 estava presente em 11 Microrregiões e ocupava 21.542 ha.

A região da Campanha Gaúcha localizada no sul do Brasil, na fronteira com o Uruguai, já está consolidada como polo vitivinícola de qualidade, responsável por 31% de vinhos finos nacionais, e se tornando a segunda maior região produtora segundo a Associação Vinhos da Campanha (2020). O destaque que a região vem tendo nos últimos anos com a produção de uvas e vinhos de qualidade, foi coroada com a Indicação Geográfica (IG), a IG foi concedida na modalidade Indicação de Procedência (IP).

Solicitada pela Associação dos Produtores de Vinhos Finos da Campanha ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), a IG foi concedida na modalidade Indicação de Procedência (IP) (EMBRAPA, 2020b). Ela abrange em todo ou em parte 14 municípios: Aceguá, Alegrete, Bagé, Barra do Quaraí, Candiota, Dom Pedrito, Hulha Negra, Itaqui, Lavras do Sul,

Maçambará, Quaraí, Rosário do Sul, Santana do Livramento e Uruguaiana (EMBRAPA, 2020b).

As Indicações Geográficas identificam vinhos originários de uma área geográfica delimitada quando determinada qualidade, reputação ou outra característica são essencialmente atribuídas a essa origem geográfica. No Brasil, existem duas modalidades de Indicações Geográficas: a Indicação de Procedência (IP) e a Denominação de Origem (DO). A IP se aplica às regiões que se tornaram reconhecidas na produção de vinhos. Já na DO, os vinhos apresentam qualidades ou características que se devem essencialmente ao meio geográfico, incluídos os fatores naturais e os fatores humanos (EMBRAPA, 2020a).

A região da Campanha a partir do primeiro semestre de 2020 possui IP. Tal fato mostra o protagonismo que esta região adquire na vitivinicultura brasileira destinada a vinhos finos, impulsionada pela busca por vinhos nacionais de qualidade superior, pois o clima da região permite a produção de uvas diferenciadas. O clima desta região em anos típicos apresenta maior insolação e menor quantidade de chuva no período da maturação da uva e na época da vindima, quando comparada com a Serra Gaúcha. Cada região tem suas virtudes e qualidades com produtos característicos proporcionados por fatores naturais e pelas intervenções tecnológicas.

A Campanha Gaúcha tem como principais características a altitude que varia dos 75 aos 420 metros e topografia plana, temperatura anual, em média, de 17,9 °C, insolação anual, em média de 2187,9 horas, pluviosidade anual, em média de 1300 mm e amplitudes térmicas que chegam a 15 °C (COPELLO, 2015). Com condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo de uvas finas, aliados a fatores como grandes extensões de terras aráveis, baixo valor terra, possibilidade de mecanização, juntamente com a crescente procura por parte dos consumidores por vinhos de qualidade, a região se tornou a segunda maior produtora de vinhos finos do Rio Grande do Sul (PÖTTER, 2010; ASSOCIAÇÃO VINHOS DA CAMPANHA 2020; ENGELMANN, 2009).

Entretanto, por se tratar de um polo produtor relativamente novo e que apresenta grande variação de solos, altitude e topografia, faz-se necessária pesquisa regional de técnicas e métodos de manejo que gerem dados científicos e auxiliem o viticultor a aumentar ainda mais a qualidade e produtividade da uva produzida. Dentro desta tecnologia, o manejo do dossel vegetativo da videira pode causar modificações na composição e na qualidade da uva e do vinho (Del-Castillo-Alonso 2015; 2016; WÜRZ et al., 2017, 2019, 2020; ZHANG, et al., 2017; BRIGHENTI et al., 2011; KELLER, 2010; LEEUWEN & SEGUIN, 2006; MIELE & MANDELLI, 2012; LEÃO et al., 2016), e seus efeitos estão intimamente ligados às condições edafoclimáticas em que se encontra o vinhedo (LEEUWEN & SEGUIN, 2006, FERRER et al., 2020), o que reforça a necessidade de pesquisa local acerca de manejo vegetativo da videira. Além disso, há um importante impacto das condições meteorológicas de cada safra na produtividade e qualidade das uvas (KELLER, 2010; LUCIANO et al., 2013; Leão et al., 2016; FERRER et al., 2020), sendo fundamental realizar estudos durante vários ciclos, a fim de obter dados mais consistentes.

Vários autores relatam a influência da modificação da área foliar nas variáveis agrônomicas de produção e produtividade, e na qualidade da uva e conseqüentemente no vinho (BORGHEZAN et al., 2011; MIELE et al., 2010; MIELE & MANDELLI, 2012; MOTA, 2010; WÜRZ et al., 2017, 2020).

Segundo Smart e Robison (1991), manejo da vegetação inclui uma série de técnicas que visam alterar a posição e número de brotos (sarmentos) e frutos no espaço. Em outras palavras, manejo de vegetação é a manipulação do microclima da parte vegetativa alterando a relação fonte dreno, ou seja, causando uma alteração no balanço entre vegetação e frutificação. Existem vários tipos de podas, mas, na maioria delas o objetivo é deslocar os fotoassimilados para os drenos de interesse e conseqüentemente aumentar a produtividade (GUEDES, 2008). Em função disso, se buscam manejos que gerem índice de Ravaz entre 5 e 10, sendo que índices maiores que 10 indicam excesso de produção de frutos, e os menores que 5 demonstram vigor excessivo da planta (NAOR & BRAVDO, 1997). Uma das intervenções na fase

vegetativa da videira é a desponta que é uma das alternativas de poda verde que consiste em eliminar a ponta do sarmento, ou seja, o broto visando deter temporariamente a dominância apical (NACHTIGAL; ROBERTO, 2005).

A escolha da cultivar Cabernet Sauvignon para ser objeto de estudo nesta pesquisa se deu pelo fato de ser a cultivar que produz um vinho varietal reconhecido mundialmente, e ser a uva fina tinta mais plantada no Brasil e no Rio Grande do Sul. A cultivar Cabernet Sauvignon também é a primeira em área, ocupando 1.028,69 ha e produziu 8.044,18 t, em 2015 (MELLO, 2015). No município de Dom Pedrito segundo o Mello (2015), a cultivar ocupa uma área de 22,61 ha, com mais de 61,000 plantas e uma produção de 101,64 t, sendo a variedade tinta mais cultivada e de maior expressão produtiva no município.

Neste cenário onde a viticultura está se expandindo para diversas regiões do mundo com muitos contrastes de clima e solo, Santos (2006), destaca a importância de se fazer pesquisa dessa natureza, manejo do dossel, levando em consideração as condições edafoclimáticas locais. Nesse contexto, estudou-se a influência do manejo do dossel vegetativo, modificando altura do dossel e comprimento dos sarmentos e conseqüentemente a área foliar, através de despontes periódicos, visando verificar a influência nas variáveis agrônomicas e na qualidade da uva, do mosto e no vinho da uva 'Cabernet Sauvignon'. Os despontes realizados tem o intuito de controlar a altura, mesmo conhecendo-se que altura afeta área, não foi mensurada a área foliar de cada tratamento. É de conhecimento científico que a videira tem grande capacidade de adaptar-se, e no caso dos tratamentos mais curtos pode ter-se como efeito a emissão de ramos laterais e feminelas, que compense a área foliar.

Assim conduziu-se este experimento com diferentes alturas de dossel vegetativo (comprimento dos sarmentos), avaliando-se quatro safras (2015/16, 2016/17, 2017/18 e 2018/19).

2 Hipótese

A altura do dossel afeta a produtividade e a qualidade do vinho.

3 Objetivo

3.1 Objetivo geral

Avaliar a influência da dimensão do dossel na produtividade da uva, e na qualidade da uva e do vinho 'Cabernet Sauvignon' produzido no município de Dom Pedrito que está inserido na Região da Campanha.

3.2 Objetivos específicos

Avaliar, por ocasião da colheita, a massa média de cacho (g), a produtividade por planta (kg), a produtividade estimada em toneladas por hectare ($t \cdot ha^{-1}$), e a relação (kg de uvas)/(kg de lenho de poda).

Avaliar, na uva (mosto), sólidos solúveis totais ($^{\circ}$ Brix), pH, acidez total, acidez volátil, ácido tartárico e ácido málico.

Avaliar, no vinho, etanol, pH, acidez total, cor, tonalidade, índice de polifenóis totais (IPT), antocianinas totais, antocianinas individuais e metoxipirazina.

3.3 Metodologia

Com intuito de investigar os efeitos do manejo do dossel vegetativo da cultivar Cabernet Sauvignon na região, instalou-se um experimento em um vinhedo comercial que está localizado as margens da BR 293 no quilometro 243 no município de Dom Pedrito - RS na Região da Campanha Gaúcha, ($31^{\circ}01' S$, $54^{\circ}36' W$, altitude 159 m), (Apêndice A). O clima da região é classificado como subtropical úmido, tipo Cfa, segundo classificação de Köppen (Tonietto et al., 2012). É um vinhedo de produção familiar que ocupa uma área de entorno de 15 hectares, com produção de uvas *Vitis vinifera* L. O vinhedo é composto por cultivares de uvas brancas e tintas. As cultivares tintas

produzidas são 'Merlot', 'Tannat', 'Cabernet Sauvignon', e 'Pinotage' e a uva branca 'Chardonnay'.

A cultivar Cabernet Sauvignon clone R8, porta-enxerto SO4, a qual foi objeto deste estudo foi implantado no ano 2000, e ocupa uma área de 0,5 hectare. O solo pertence à unidade de mapeamento Bexigoso, classificando-se como Luvissole Háplico Órtico Típico (Streck et al., 2008). É um argiloso com baixa permeabilidade, com teores de pH, próximo do ideal que seria um pH entorno de 6,5 para o cultivo da videira e baixa concentração de matéria orgânica com uma concentração aproximadamente com teor menor ou igual a 2,5% de matéria orgânica, comparado a solos como da Serra Gaúcha com médias ao redor de 6%, oque é considerado alto teor matéria orgânica (Apêndice B). O vinhedo é conduzido em sistema espaldeira, com dois cordões de produção. Este sistema de produção singular deste vinhedo se assemelha com sistema manjedoura, mas o que o distingue é não ter abertura na parte superior, ou seja, os ramos são conduzidos em uma posição vertical como em espadeira simples (Figura 1). O espaçamento é de 3,0 m entre linhas e 1,2 m entre plantas e orientação solar Leste-Oeste. O experimento ocupou duas linhas transversais de 250 metros totalizando uma área de 0,08 hectares.

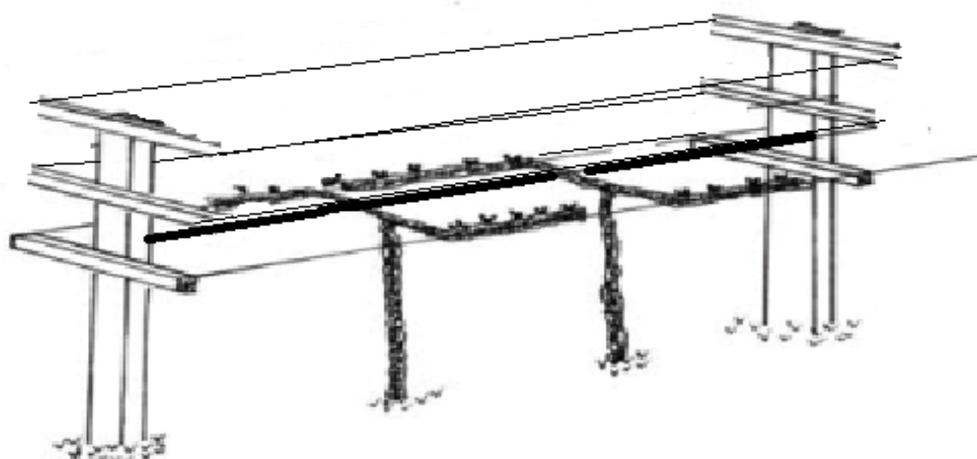


Figura 1. Imagem ilustrativa do sistema de condução similar ao utilizado no experimento adaptada de PEDRO JUIOR et al. (2007).

O estudo foi composto por quatro tratamentos com diferentes alturas vegetativas do dossel e seis repetições por tratamento, sete plantas por repetição, obtendo 168 plantas no total. As alturas estudadas foram: 60 cm (T1), 80 cm (T2), 100 cm (T3) e 120 cm (T4) (Figura 2).



Figura 2. Foto do experimento no campo com os tratamentos T1 60 cm e T4 120 cm de altura de dossel vegetativo.

Para implantar os tratamentos com as diferentes alturas foi realizado desponte a mediada que cada tratamento atingiu a altura determinada. O tratamento de T1 de 60 cm seu primeiro desponte aproximadamente na primeira quinzena de dezembro, T2 com 80 cm na segunda quinzena de dezembro, T3 com 100 cm na primeira quinzena de do mês de janeiro e o T4 na segunda quinzena de janeiro. Houve pequenas variações entre as safras nas datas do primeiro desponte devido ao clima. Após o primeiro desponte que definiu cada tratamento, foram feitos despontes periódicos com a finalidade de manter cada tratamento com suas respectivas alturas. Para o desponte de manutenção da altura dos tratamentos tomou por base quando 80% dos ramos

ultrapassavam a altura delimitada para cada tratamento em aproximadamente 10 a 20 cm.

Como a estrutura do vinhedo dava suporte somente para um dossel com altura média de 80 cm de altura, foi necessário improvisar uma estrutura para os tratamentos T3 de 100 cm e T 4 120 cm. Foram colocados moirões e mais arames nos intervalos destes tratamentos para que os sarmentos permanecessem na posição vertical (Figura 3).



Figura 3. Foto das estruturas de sustentação do dossel vegetativos dos tratamentos de T3 100 cm e T4 120 cm de altura.

Durante o ciclo de produção, todas as práticas fitotécnicas (adubação, roçadas, desfolha) e fitossanitárias (herbicidas, fungicidas e inseticidas) foram aplicadas uniformemente em todos os tratamentos. Empregou-se a poda em cordão esporonado duplo, com 2 gemas por esporão. A carga de gemas por planta foi de 24 a 28 gemas por planta. O ciclo fenológico iniciou em meados de setembro (brotação) e se estendeu até a primeira quinzena de março (colheita). Durante a maturação, foi colocada uma rede de proteção em todos os tratamentos na área dos cachos, de forma a proteger as uvas do ataque das aves e preservar os dados de produtividade. Os dados agronômicos foram mensurados no campo no dia da colheita, onde se realizou a contagem e de cacho e pesagem dos tratamentos.

A uva destinada a vinificação foi encaminhada para vinícola experimental da UNIPAPA campus Dom Pedrito. Antes do processamento, as uvas foram armazenadas em câmara frigorífica a 6 °C e 80% de umidade relativa durante 24 horas. Antes de iniciar a vinificação foram retiradas amostras do mosto de cada tratamento para realização das análises físico-químicas de qualidade da uva (mosto). Em seguida, as uvas foram, desengaçadas, esmagadas e transferidas para recipientes de vidro de 20 L. Foram elaborado 3 vinhos de cada tratamento com 3 repetição totalizando 12 vinhos (Figura 4). A vinificação seguiu os protocolos de vinho tinto da instituição, detalhada no artigo.



Figura 4. Vinhos no início da fermentação alcoólica no laboratório da UNIPAMPA com temperatura controlada.

A vinificação e estabilização dos vinhos duraram entorno de cinco meses. Logo após deu-se início as análises físico-químicas do vinho, as quais parte foram realizadas nos laboratórios da UNIPAMPA e parte nos laboratórios do departamento de ciência e tecnologia de alimentos – DCTA na UFPel.

Optou-se pelo delineamento experimental inteiramente casualizado, tendo em vista a homogeneidade da área e a quantidade de repetição que tornou a amostra bem representativa. Os dados coletados foram submetidos à análise

de variância (ANOVA) e, quando significativas, as médias foram comparadas aplicando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Na quantificação individual de antocianinas, foi aplicada a análise de componentes principais (PCA).

4 Revisão Bibliográfica

4.1 Região da Campanha

O Rio Grande do Sul, responsável por cerca de 90% da produção nacional de uvas viníferas e não viníferas, está dividido em quatro principais regiões produtoras, Campanha Gaúcha, Serra Gaúcha, Serra do Sudeste e Campos de Cima da Serra (IBRAVIN, 2017). A região da Campanha localizada no sul do Brasil (Figura 5), na fronteira com o Uruguai e Argentina, já está consolidada como um grande polo vitivinícola de qualidade, responsável por mais de 31% da produção de vinhos finos nacionais sendo a segunda maior região produtora de vinhos finos segundo a Associação Vinhos da Campanha (2020).



Figura 5. Infográfico da Campanha Gaúcha, (VINHOS DA CAMPANHA, 2020).

Segundo a Associação de Vinhos da Campanha (2020), atualmente na região estão localizadas 18 empresas do ramo vitivinícola, que são elas: Guatambu Estância do Vinho, Batalha Vinhas & Vinhos, Bodega Sossego, Bueno Bella Vista Estate, Cooperativas Vinícola Nova Aliança, Dunamis, Estância Paraízo, Rigo Vinhedos e Olivais, Routhier & Darricarrère, Seival Estate, Vinhos Salton, Vinícola Almadén, Vinícola Campos de Cima, Vinícola Cordilheira de Sant'ana, Vinícola Peruzzo, Cerros Gaya, Vinícola Vinhetica e Vinícola Rio Velho. As vinícolas que compõem a Associação Vinhos da Campanha estão localizadas entre os paralelos 29° e 31° sul, numa altitude de 100 a 300 metros. Esta região, é a segunda maior produtora de vinhos finos do Brasil.

Em 2020, solicitada pela Associação dos Produtores de Vinhos Finos da Campanha ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), a IG foi concedida na modalidade Indicação de Procedência (IP) (EMBRAPA, 2020). Ela abrange em todo ou em parte 14 municípios: Aceguá, Alegrete, Bagé, Barra do Quaraí, Candiota, Dom Pedrito, Hulha Negra, Itaqui, Lavras do Sul, Maçambará, Quaraí, Rosário do Sul, Santana do Livramento e Uruguaiana (EMBRAPA, 2020).

A Campanha Gaúcha tem um potencial expressivo para excelentes produções de uvas *Vitis vinifera*, fato este que se evidencia através da busca de terras nesta região pelas grandes vinícolas da Serra que estão gradativamente se instalando na região (LANGBECKER et al., 2015). Suas uvas já são reconhecidamente matéria-prima para a produção de grandes vinhos, com potencial de envelhecimento e bem estruturados, no que concerne à quantidade de álcool, polifenóis totais e compostos aromáticos (ZOCCHÉ, 2017; POTTER, 2010; FOGAÇA, 2012).

Miele e Miolo (2003), descrevem a Campanha como uma região relativamente extensa, situada a uma latitude média de 31° S na fronteira com o Uruguai. É parte de duas províncias geomorfológicas – o Planalto Meridional, ao oeste, e a Depressão Central, a leste. Caracteriza-se por campos limpos, formado por tapetes herbáceos baixos e densos com a presença de matas – galerias remanescentes e, em parte, por zona agrícola de uso intensivo de verão. A paisagem predominante é O Pampa, formando coxilhas com altitudes que geralmente variam entre 100 e 200 m. A rocha mãe é o arenito, e os solos são de média a alta profundidade e mediana mente férteis. O clima da região é temperado do tipo subtropical, com verões relativamente quentes e secos. Os índices médios dos principais dados climáticos são: Temperatura do ar – 17,8°C; Precipitação pluviométrica – 1.388mm; Umidade do ar – 76%; insolação – 2.372h (MIELE & MIOLO, 2003).

A região da Campanha apresenta condições apontadas como diferenciadas para a produção frutícola de alta qualidade, entre as quais podem ser destacadas: o número de horas de frio no inverno satisfatório para a maioria das frutíferas de clima temperado; alta luminosidade e baixa precipitação pluviométrica na época adequada, variação térmica alta, o que

favorece a qualidade dos frutos, aumentando seus teores de açúcar; disponibilidade de solos bem drenados e mecanizáveis. A Campanha possui aproximadamente 1.500 ha onde são cultivadas exclusivamente castas de *Vitis vinifera* L., com predominância das uvas tintas. A produtividade dos vinhedos na região situa-se entre 8 e 12 t.ha⁻¹, dependendo da cultivar e das condições climáticas da safra. As uvas produzidas originam principalmente vinhos tranquilos, embora venha crescendo em importância a produção de uvas, das cultivares Chardonnay e Pinot Noir, para a elaboração de espumantes (IBRAVIN, 2017).

Um fator que vem preocupando e causando imensos prejuízos para os viticultores da Região Campanha é a contaminação dos vinhedos por 2,4-D um herbicida amplamente utilizado principalmente nas lavouras de soja. A mais promissora região produtora de uvas viníferas no Estado, a Campanha pode ter tido uma perda entorno de 40% a 60% na safra de 2018 devido esse fator, segundo estimativa do Instituto Brasileiro do Vinho (IBRAVIN). No ano de 2019 das 76 análises concluídas em plantas com suspeita de deriva do herbicida 2,4-D no Rio Grande do Sul, 100% tiveram laudo positivo. Os resultados foram divulgados pela Secretaria Estadual da Agricultura em 25 de novembro de 2019, após ter recebido os exames feitos pelo Laboratório de Análise de Resíduos de Pesticidas da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Entorno de 41 municípios em todo estado foram afetados por deriva atingindo culturas de tomate, ameixa, couve, videira, oliveira, noz-pecã, maçã, caqui, em pastagens e cinamomo.

Entre os municípios que compõem a Região da Campanha podemos destacar Dom Pedrito, que sedia quatro das dezoito vinícolas. Em Dom Pedrito, a produção de uvas, teve seu início com os vinhedos Camponogara em 1990. Com uma trajetória relativamente recente, a cidade, em poucos anos de atividade vitícola, já possui vinhos de renome, além de ter sido inaugurada no ano de 2013 uma Vinícola Enoturística.

Em Dom Pedrito, destacam-se as atividades do agronegócio. O município possui 1.400 propriedades rurais com criação de bovinos, ovinos e equinos. Sua produção agrícola intensificou na década de 40 do século passado, com o arroz irrigado. Dom Pedrito na safra 2019/2020 plantou 35.841

hectares de arroz, 120.000 hectares de soja e, contava com uma área de aproximadamente 121 ha de uva.

Atualmente, a paisagem da região vem se modificando com o crescente desenvolvimento de atividades como a silvicultura, olivicultura e o retorno da cultura da soja. Sendo que esta última vem causando preocupação nos viticultores da região pelo uso indiscriminado de herbicida por parte de alguns agricultores e/ou aplicação de forma errada causando danos e prejuízo aos vinhedos vizinhos.

O clima no município para o cultivo da uva colaborou para ótimas safras nos dois últimos anos, com pouca chuva no período próximo a colheita de colheita como podemos observar na (Figura 6). A safra 2015/2016 foi um ano com excesso de chuva e alto índices de doenças fúngicas e baixíssima produtividade, destoando das tendências. Isso também ocorre em países onde a viticultura está consolidada há séculos, como é o caso da França que, neste ano, de 2021, tem o início do ciclo vegetativo da videira com condições climáticas diferentes do observado há anos.

PRECIPITAÇÃO (milímetros)								
Safra	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
2015/16	200	178	391	125	386	116	124	178
2016/17	116	32	90	113	140	272	215	172
2017/18	189	375	227	66	110	153	51	119
2018/19	167	337	138	219	85	112	47	40

TEMPERATURA MÉDIA MENSAL (°C)								
Safra	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
2015/16	17,5	15,3	17	19,7	22,8	24,8	24,9	20,8
2016/17	14,7	14,5	18,2	20,6	23,4	24,2	23,9	21,6
2017/18	14,4	15,8	18,2	20,1	24,2	24,2	23,3	21,7
2018/19	12,2	17,8	18,2	22,0	20,8	24,4	23,1	21,6

Figura 6. Condições climáticas das safras 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018 e 2018/2019 no município de Dom Pedrito, precipitação (em milímetros) e temperatura média (em graus Celsius). Fonte: Dados obtidos do site <http://estanciaguatambu.com.br/website/meteorologia> da Estação meteorológica da Estância Guatambu.

4.2 'Cabernet Sauvignon'

Cabernet Sauvignon é uma antiga cultivar da região de Bordeaux, França, hoje plantada com sucesso em muitos países vitícolas. Em 1913, já era cultivada experimentalmente pelo Instituto Agronômico e Veterinário de Porto Alegre. As primeiras tentativas de sua difusão comercial no Rio Grande do Sul ocorreram nas décadas de 1930 e 1940. Entretanto, foi a partir do final da década de 1980, com o incremento da produção de vinhos varietais, que esta cultivar ganhou expressão no Estado (CAMARGO, 2003). Vários clones procedentes da França, dos Estados Unidos, da Itália e da África do Sul foram trazidos para a formação dos novos parreirais. Atualmente é a vinífera tinta mais importante do Estado. É uma cultivar muito vigorosa e medianamente produtiva (Figura 7). Em vinhedos bem conduzidos obtêm-se uvas aptas à elaboração de vinhos típicos, que podem evoluir em qualidade com alguns anos de envelhecimento. É bastante susceptível às doenças de lenho que, se não forem controladas convenientemente, reduzem a produtividade e causam morte precoce das plantas.



Figura 7. Videiras e uvas ‘Cabernet Sauvignon’ (*Vitis vinifera* L.), imagem obtida a campo em vinhedo comercial em Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, Brasil.

O vinho da ‘Cabernet Sauvignon’ é mundialmente reputado pelo seu caráter varietal, com intensa coloração, riqueza em taninos e complexidade de aroma. Evolui com o envelhecimento, atingindo sua máxima qualidade desde dois a três anos até cerca de vinte anos em determinadas safras do Médoc, por exemplo. Rizzon e Mielle (2002), avaliaram durante um período de 6 anos as características físico-químicas e produtivas da cultivar Cabernet Sauvignon na Serra Gaúcha. Os resultados agrônômicos demonstraram que é uma cultivar bem adaptada às condições edafoclimáticas da Serra Gaúcha. Caracterizou-se por apresentar cacho de tamanho médio de 149,30 g e baga pequena de 1,40 g, mosto com níveis de açúcar e acidez total adequado para elaboração de vinho. O vinho se caracteriza por apresentar cor vermelha com reflexos violáceos acentuados. No olfato, ele apresenta características marcantes, muitas vezes identificado como de aroma vegetal ou herbáceo, com destaque de notas de pimentão provocada por substâncias voláteis do grupo das pirazinas, típico da cultivar. Tem boa estrutura, o que lhe confere

características para amadurecer em barricas de carvalho. Trata-se de um vinho com tipicidade marcante e, por isso, tem boa distinguibilidade.

No entanto, Zocche (2017), observou que a cultivar Cabernet Sauvignon na Região da Campanha apresenta baixos valores para os componentes de cor assim como baixos valores de acidez total e elevado pH. A cultivar Cabernet Sauvignon, primeira em área, ocupou 1.028,69 ha e produziu 8.044,18 t, em 2015 no Rio Grande do Sul (MELLO, 2015). No município de Dom Pedrito segundo Mello (2015), a cultivar ocupa uma área de 22,61 ha com mais de 61.000 pés plantados e uma produtividade de 101,64 t, sendo a variedade tinta mais cultivada e de maior expressão produtiva no município.

4.3 Radiação Solar

Praticamente toda a energia disponível para os processos físico-químicos e biológicos que ocorrem na Terra é proveniente da energia radiante do sol (LOPES; LIMA, 2015). Segundo Floss (2011), a radiação solar que chega à biosfera (onde existem os seres vivos) apresenta o comprimento de onda entre 290 nm a 3.000 nm. A radiação com comprimento de ondas curtas é absorvida nas camadas superficiais da atmosfera pelo ozônio e pelo oxigênio, enquanto as radiações de grande comprimento de onda são absorvidas pelo vapor de água e gás carbônico. A luz está diretamente relacionada com o desenvolvimento das culturas, pois influi em muitos processos fisiológicos, como germinação de sementes, afillamentos, expansão foliar, fotossíntese, síntese de pigmentos, senescência, dormência de gemas entre outros.

A radiação solar incidente sobre as plantas é absorvida, transmitida ou refletida. A fotossíntese e a transpiração usam parte da energia absorvida; o restante é perdido por reirradiação, condução e convecção (LOPES; LIMA, 2015). Para que a fotossíntese tenha as melhores condições é necessário um determinado número de horas de sol. Alta luminosidade favorece a formação de uva com elevado teor de açúcar e baixo teor de ácidos. Em geral, quando maior a luminosidade, melhor a qualidade da uva. Normalmente, as videiras

necessitam, durante seu período vegetativo, de 1.200 a 1.400 horas de sol, esses valores ocorrem em todo o país (GIOVANNINI, 2014).

A quantidade de radiação que incide em um vinhedo varia em função da latitude, estação do ano, hora do dia e cobertura de nuvens. A intensidade da radiação é comumente medida em unidades que correspondem à habilidade da planta em usar esta luz na fotossíntese. Conseqüentemente, a intensidade é chamada “radiação fotossinteticamente ativa” (ou PAR, em inglês). As unidades são quantidade de energia por unidade de área e por unidade tempo, isso é, micro Einsteins por metro quadrado por segundo, $\mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$. Um dia muito claro e ensolarado, pode dar leituras acima de 2000 $\mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$, e em tempo encoberto podemos reduzir este valor para menos de 300 $\mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$.

Valores de intensidade de radiação medidas no centro de uma vegetação densa podem ser menores que 10 $\mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$, enquanto que valores ambientais acima da parte aérea são maiores que 2000 $\mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$. Avaliações mostram que uma folha em contato com a luz solar direta, isso é 2000 $\mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$, somente transmitirá 6%, ou seja, 120 $\mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$ para próxima camada de folhas no interior da copa. Uma terceira folha, em linha, receberia somente 7 $\mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$ e estará em sombra profunda. Este exemplo simples não leva em conta a reflexão de luz entre as camadas de folhas (SMART & ROBISON, 1991).

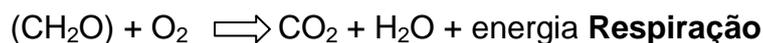
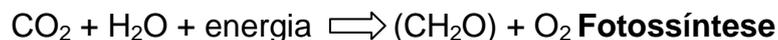
4.4 Fotossíntese

O termo fotossíntese significa, literalmente, “síntese usando a luz”. Os organismos fotossintéticos captam e utilizam a energia solar para oxidar H_2O , liberando O_2 , e para reduzir CO_2 , produzindo compostos orgânicos, primariamente açúcares. Esta energia estocada nas moléculas orgânicas é utilizada nos processos celulares da planta e serve como fonte de energia para todas as formas de vida (TAIZ & ZEIGER, 2017; LARCHER, 2000). A fotossíntese é um processo complexo pelo qual plantas e certos tipos de bactérias sintetizam compostos orgânicos na presença de luz. Constitui o

principal mecanismo de entrada de energia no mundo dos seres vivos (MARENCO et al., 2009; LARCHER, 2000).

Por meio da fotossíntese, a energia radiante é fixada em energia química potencial, utilizada por todos os componentes da cadeia alimentar e condiciona, regulando o balanço hídrico e o balanço de energia na Terra, um cenário favorável para a vida dos organismos (LARCHER, 2000). Quando o desenvolvimento da plântula acontece na presença de luz, ocorre a síntese da clorofila, permitindo assim que se inicie o processo fisiológico mais importante na vida das plantas, a “fotossíntese”. A partir deste momento, a planta torna-se independente (autotrófica), pois passa a produzir seu próprio material orgânico, a partir de substâncias inorgânicas (água e gás carbônico) e utilizando como fonte de energia a luz solar (FLOSS, 2011).

Assim dizemos que as plantas, de maneira geral, são autotróficas, ou seja, se auto-alimentam, enquanto que os animais são heterotróficos. A Fotossíntese está muito ligada a Respiração, ou seja, pode-se dizer que a fotossíntese e a respiração são espelho uma da outra, e, de maneira geral, há um balanço entre estes dois processos na biosfera (= soma de organismos na Terra).



Tanto a fotossíntese quanto a respiração geram energia química utilizável (na forma de adenosina trifosfato - ATP), cuja síntese é mediada por um gradiente de hidrogênio transmembrana. A respiração aeróbica envolve a oxidação de moléculas orgânicas em CO_2 com redução do O_2 em H_2O e dissipação de energia em forma de calor (KLUGE, 2018).

Fotossíntese é o processo pelo qual a energia proveniente do sol é usada pelos tecidos verdes das plantas para converter dióxido de carbono (CO_2), um gás atmosférico, em açúcares. Estes açúcares são à base da maioria dos componentes na videira. Estes incluem carboidratos, proteínas, fenóis, ácidos orgânicos e muitos outros. A fotossíntese ocorre principalmente nas folhas e o CO_2 penetra nas células das folhas principalmente através dos

estômatos. A fotossíntese é dependente da luz solar (SMART & ROBISON, 1991).

4.5 Respiração

As plantas requerem uma fonte interna de energia para crescer e fabricar moléculas químicas complexas. Essa energia química é produzida pela respiração onde açúcares e outros compostos interagem e produzem energia justamente com CO₂ e água. Assim se conclui que a respiração é o reverso da fotossíntese. De interesse particular para os enólogos é a utilização do ácido málico como substrato respiratório, conforme as bagas de uva vão amadurecendo a concentração de ácido málico diminui. A respiração é muito dependente da temperatura normalmente para cada 10°C de incremento de temperatura, as taxas de respiração dobram. Deste modo os níveis de ácido málico nas bagas são menores em regiões quentes do que em regiões amenas (SMART & ROBISON, 1991).

4.6 Translocação

Translocação é o processo pelo qual os nutrientes e moléculas sintetizadas se movem no interior da videira. Por exemplo, açúcares produzidos através da fotossíntese nas folhas são translocados para as bagas. O açúcar pode ser exportado tanto para as partes dos brotos em crescimento, para os cachos, para o sistema radicular, e para outras partes permanentes, como tronco para armazenamento.

A translocação dos nutrientes ocorre através vasos condutores, xilema e floema. O floema, ou líber, é responsável pela condução da seiva elaborada das folhas às outras regiões da planta. Esta é produzida graças à água e sais

minerais que o xilema transportou até as folhas, que são usados na fotossíntese, produzindo os compostos orgânicos que a constituem (LIMA, 2021).

Taxas da translocação não são tão sensíveis às condições de microclima como outros processos, mas brotos sombreados, são conhecidos por importar açúcares para promover energia para o seu crescimento (SMART & ROBISON, 1991).

4.7 Relação fonte e dreno

O conceito de fonte e dreno são muito úteis nos estudos de crescimento, distribuição e redistribuição de materiais nas plantas. Sendo a fonte o órgão que atua, em determinado estágio de desenvolvimento como produtor ou fornecedor de assimilados. O dreno tem sido conceituado como o órgão que importa assimilados e os investe no crescimento estrutural ou no armazenamento de reserva (CAIRO, 2008). Em plantas, fonte é definida fisiologicamente como o órgão ou tecido que além de suprir suas próprias demandas por carbono, também exporta para tecidos que não conseguem se “auto-sustentar”. Estes, normalmente tecidos novos são denominados dreno (CARNEIRO; MAZAFFERA, 2001).

Segundo Fregoni (1998), a distribuição dos fotoassimilados depende da força do centro produtor de carboidrato (fonte) e da força do centro de atração por estes produtos (drenos), sejam consumidores ou armazenadores. Sempre que se aumenta a atividade de um tecido de um órgão considerado como dreno, a direção do transporte muda em seu próprio benefício e é dependente da força dos drenos competidores entre si em determinado estágio de desenvolvimento fisiológico (FREGONI, 1998). Durante o crescimento vegetativo, a maioria dos carboidratos é transportada para as raízes e folhas jovens, enquanto, após o florescimento, os carboidratos são direcionados prioritariamente para os frutos, tubérculos e raízes de reserva (ROITSCH et al.,

2003). Ao retirar as brotações laterais na virada de cor das bagas, o fluxo de carboidratos é reorganizado e direcionado exclusivamente aos cachos em um momento em que as bagas são consideradas os drenos principais (FREGONI, 1998). Durante o crescimento dos frutos e durante as fases de crescimento intenso dos ramos, devido a um grande transporte de açúcares das folhas para as bagas ou para os meristemas, o teor de amido nas folhas é baixo. Durante a maturação, os cachos são os drenos preferenciais (KLIEWER, 1981). Por outro lado, em fases em que não há grande transporte de açúcares das fontes (folhas fotossintetizantes) para os drenos (ramos e folhas em crescimento e frutos em maturação), como nas fases finais do ciclo produtivo, o amido tende a acumular nas folhas, regulando a atividade fotossintética (PIMENTEL, 1998). Segundo Dantas (2007) os açúcares solúveis e insolúveis são produzidos em maiores quantidades a partir da quinta folha expandida e acumulam-se em folhas próximas aos cachos. O acúmulo de açúcares nas folhas aumenta durante o início da maturação; no entanto, é fortemente influenciado pelas variações climáticas inter e intra-anuais.

4.8 Sistemas de Condução

O sistema de condução nada mais é do que a distribuição espacial do dossel, do tronco e dos braços, juntamente com o sistema de sustentação. O sistema de sustentação é o suporte para videira, que a não ser em casos específicos não pode ser cultivada satisfatoriamente sem este. Sendo a videira uma planta sarmentosa, de hábito trepador, necessita de um sistema de suporte que garanta melhor exposição de suas folhas à luminosidade (MIELLE et al., 2003; REGINA et al.; 1998).

Para escolha do sistema de condução deve-se levar em consideração vários fatores: a) o objetivo da produção (qualidade x quantidade); b) a variedade, especialmente no que se relaciona ao hábito de frutificação, que pode exigir poda em cordão esporonado ou mista, neste caso deixando varas e esporões; tamanho do cacho; vigor da planta, que pode requerer altura e/ou

largura maiores para uma melhor exposição ao sol; c) as condições do solo e do clima; d) a topografia do terreno; e) o método de colheita, manual ou mecânico; f) o custo de instalação e de manutenção dos postes e fios; g) a conjuntura econômica/rentabilidade do viticultor; h) a tradição.

O sistema de condução do vinhedo pode afetar significativamente o crescimento vegetativo da videira, a produtividade do vinhedo e a qualidade da uva e do vinho. Isso por que o sistema de condução determina o arranjo espacial da folhagem e dos cachos, modificando seu microclima, o que afeta a fisiologia da planta e condiciona a sua produção e a sua qualidade (CARBONNEAU, 1989; MIELE & MANDELLI, 2012; MANDELLI, 2008; SCHNEIDER, 1989). A condução do vinhedo permite, para um mesmo cultivar e um ambiente determinado, regular os fatores ambientais e as respostas fisiológicas para a obtenção de um produto desejado. As variáveis consideradas são: a) a densidade e a geometria de plantio; b) a orientação da fileira no caso de o vinhedo não ser conduzido em latada; c) a poda de formação e de produção; d) a forma e o sistema de sustentação do dossel vegetativo; e) a poda verde. O sistema de condução das videiras, tipo e intensidade da poda, condicionam a aeração e luminosidade para os cachos e folhas influenciando na produção e qualidade das uvas (GONZÁLEZ-NEVES et al., 2003).

A captação da energia luminosa é feita de forma diferenciada em razão das características inerentes a cada sistema de condução da videira. A penetração da radiação solar no dossel vegetativo favorece a iniciação floral, a fertilidade da gema, o pegamento do fruto e maturação da uva (CARBONNEAU, 1989). A taxa fotossintética é influenciada por diversos fatores climáticos e por aqueles ligados internamente à planta. Entre os fatores climáticos que interferem preponderantemente na transformação de CO₂ em açúcar, destaca-se luz e temperatura. Esses dois fatores podem ser modificados drasticamente pelo sistema de condução, contribuindo assim para elevar a capacidade fotossintética das videiras (KLIEWER et al., 2000; PERUZZO, 1990; REGINA & CARBONNEAU, 1999).

Há uma diversidade muito grande de sistemas de condução da videira utilizados nas diferentes regiões vitícolas do mundo. Para o Sistema de

Produção de Uvas Viníferas para Processamento em Regiões de Clima Temperado, são abordados os sistemas de condução latada e espaldeira (MIELE & MIOLO, 2003).

Segundo Mello (2015), no Rio Grande do Sul, o sistema de condução mais utilizado é a latada (horizontal). Para as cultivares americanas e híbridas a latada é utilizada em praticamente toda a área. Para as cultivares viníferas os sistemas verticais predominam. O Sistema espaldeira foi utilizado em 48,82% da área com videiras existentes no ano de 2015 o sistema Y em 4,38% da área. As videiras de cultivares *Vitis vinifera* L. conduzidas no sistema latada cobriram 45,95% da área plantada desse agrupamento.

4.9 Manejo Vegetativo

Segundo Smart e Robison (1991), o manejo da vegetação inclui uma série de técnicas que visam alterar a posição e número de brotos (sarmentos) e frutos no espaço. Em outras palavras, manejo de vegetação é a manipulação do microclima da parte vegetativa. Assim, o manejo da parte aérea pode visar uma alteração no balanço entre vegetação e frutificação.

Técnica de manejo da copa como:

- poda de inverno, que afeta a futura localização e densidade de brotação.
- desbrote, que interfere na densidade de broto.
- despona, que encurta o comprimento do sarmento.
- diminuição do vigor da brotação, que visa reduzir o comprimento dos brotos e da área foliar.
- posicionamento do sarmento, que determina onde localizar os brotos.
- desfolha, que é feita normalmente próxima a zona dos cachos;
- sistemas de condução, que são tipicamente desenvolvidos para aumentar a área vegetativa e reduzir sua densidade.

4.10 Intervenções em Verde

As operações de poda em verde se efetuam durante o período de atividade vegetativa para completar a poda de inverno e assegurar um melhor equilíbrio entre a parte vegetativa e os órgãos produtivos (REYNIER, 2012). A primeira condição é o estabelecimento de um equilíbrio hormonal na planta que favoreça o amadurecimento dos frutos relativamente ao crescimento vegetativo, principalmente após a troca de cor. Em segundo lugar o autor considera que o fornecimento máximo de açúcares às bagas é beneficiado pelo estabelecimento de uma área foliar eficaz suficiente; pela remoção de brotos de crescimento e pela existência de poucas bagas para amadurecer. Por último esta qualidade também é conseguida através do estabelecimento de um microclima favorável aos cachos, com boa exposição e arejamento (GRAVE, 2013).

Poda verde, poda viva ou poda de verão, é a que se faz durante a vegetação. Ela compreende as seguintes operações: desbrota, desladroamento, desnetamento ou desnetação, despontamento ou capaço, incisão anular, desbaste dos cachos e desfolha, cronologicamente executadas desde a brotação até a plena e satisfatória formação dos frutos (SOUSA, 1969).

4.11 Desponta

A desponta nada mais é que, a eliminação da parte superior dos ramos herbáceos, e tem por finalidade limitar o crescimento vegetativo. A época a ser realizada e a intensidade são bastante amplas, pode ser efetuada antes ou depois da floração com uma intensidade que pode variar desde a desponta dos ápices dos ramos até a manutenção de apenas duas folhas acima do último cacho (PONI et al., 2005).

O manejo do dossel vegetativo pode causar vários efeitos, como diminuir a incidência do desavinho em cultivares susceptíveis a este distúrbio, facilitar a penetração de materiais e de produtos fitossanitários, efeito sobre o microclima dos cachos melhorando as condições de insolação e de aeração através da redução da sombra, redução de doenças pela eliminação de órgãos jovens susceptíveis à infecção, especialmente do míldio, além de auxiliar na morfologia da planta, controlando a área foliar e mantendo o porte ereto dos ramos no vinhedo conduzido em espaldeira, antes que adquiram uma posição em direção ao solo (MANDELLI; MIELE, 2003).

4.12 Açúcar na uva e os efeitos no vinho

Todas as formas de produtos da videira (uvas, passas, álcool destilado de vinho) têm origem nos açúcares produzidos nas folhas por processo conhecido como fotossíntese. Quando fotossintetizam, as folhas utilizam a energia do sol para elaborar o açúcar, a partir do dióxido de carbono (CO_2) absorvido do ar e da água retirada do solo. Esse processo ocorre em estruturas microscópicas localizadas dentro das células de cada folha, chamadas cloroplastos, os quais contêm os pigmentos verdes conhecidos como clorofila e capturam a luz solar e convertem a sua energia em carboidratos (KLIEWER, 2000; TAIZ & ZEIGER, 2017).

O acúmulo dos açúcares na videira é dependente da fotossíntese e da importação de sacarose das folhas, sendo esta posteriormente hidrolisada em glicose e frutose nas bagas. Este acúmulo representa uma significativa mudança no modelo de translocações dos produtos fotossintetizados. No início da maturação, o teor de sólidos solúveis é influenciado pelo alto teor em ácidos orgânicos presentes na baga. Mas, com a evolução da maturação, a participação desses ácidos torna-se menor, e a dos açúcares maior, em decorrência da degradação dos ácidos tartárico e málico e do aumento da síntese de sacarose pela folha (MULLINS et al., 2007). A glicose e a frutose são os principais açúcares presentes nos frutos da videira.

Para a determinação do ponto de colheita, visando à elaboração de vinhos, o teor de sólidos solúveis totais na uva é um dos critérios mais importantes, sendo que os açúcares representam aproximadamente 90% deste índice (GUERRA, 2002). Além disso, os açúcares produzidos nas bagas no período de maturação são precursores dos compostos fenólicos, quais revestem-se de grande importância em enologia uma vez que estão relacionados, direta ou indiretamente com a qualidade dos vinhos (BAUTISTA-ÓRTIN, 2005).

A uva destinada à produção de vinho é colhida segundo diferentes critérios, em função do país ou da região de produção, do tipo de vinho a ser elaborado e das condições naturais reinantes em uma determinada safra. O critério mais utilizado é o do teor de açúcares. Isto porque o vinho é, em última análise, o produto da transformação do açúcar da uva em álcool e em produtos secundários. Sabe-se que, para a obtenção de 1°GL de álcool, são necessários 18g/L de açúcar na uva (GUERRA, 2002). O vinho é composto de água, álcoois, (principalmente o álcool etílico), ácidos orgânicos, (principalmente ácido tartárico, málico cítrico e láctico), açúcares (que estão presentes em maior ou menor quantidade, dependendo do tipo de vinho), polifenóis, minerais, proteínas e peptídeos, polissacarídeos (atuam sobre a manutenção em suspensão de moléculas importantes para a longevidade do vinho), vitaminas e compostos aromáticos (GUERRA, 2002).

4.13 Estudo de Caso

Estudos referentes aos manejos dos dosséis vegetativos são realizados em praticamente todos os polos vitícolas com o intuito de verificar seus efeitos ligados a interação de determinadas cultivares com clima e microclima e características de solo e relevo (LUCIANO, et al., 2013; Würz et al., 2017, 2020; Zhang, et al., 2017, KELLER, 2010; LUCIANO et al., 2013; Leão et al., 2016; FERRER et al., 2020). Com intuito de identificar os reais fatores que são alterados pelo manejo do dossel vegetativo e obter resultados mais robustos e

não somente fatores climáticos, os trabalhos mais relevantes são aqueles que acompanham os resultados por vários ciclos vegetativos. Os fatores climáticos devem ser considerados na influência dos resultados, pois esses fatores não conseguimos isolar em trabalhos de campo, mas podem alterar os resultados.

Em estudo realizado em Yarra Valley na Austrália por Zhanget al, (2017), que teve por objetivo testar a influência das mudanças na estrutura do dossel nas composições químicas de uvas e vinhos em duas safras (2010-2011 e 2015-2016) em Yarra Valley, Austrália. As videiras Shiraz foram submetidas a cinco tratamentos diferentes: sem retirada de folhas (Ctrl); remoção de folhas basal (FTB) e apical (FA) na fase de pintor e maturação intermediária, respectivamente. Concluíram, no entanto, que o último (desponta) tende a resultar em menor nível de álcool no vinho acabado. Aumentos estatisticamente significativos no pH e diminuições na acidez total (AT) foram observados em uvas sombreadas, enquanto nenhuma mudança significativa no perfil de cor e compostos voláteis do vinho resultante foram encontrados. Esses resultados sugerem que a remoção apical de folhas é um método eficaz para reduzir a concentração de álcool do vinho com mínimas influências na composição do vinho.

Del-Castillo-Alonso et al, (2015), em um experimento que teve como objetivo avaliar o efeito da exclusão da radiação solar (UV) sobre a fisiologia e os compostos fenólicos de folhas e cascas de frutos de *Vitis vinifera* L. cv. Graciano em condições de campo. O trabalho foi conduzido na safra de 2011 em um vinhedo de cultivo comercial localizado em Ollauri (La Rioja, norte da Espanha; 42 ° 31 ' N, 2 ° 49 ' W, 527 m altitude). No qual concluíram que o ácido *p*-cafeoil-tartárico da fração solúvel das folhas e a miricetina-3- O -glicosídeo da fração solúvel das cascas dos frutos foram significativamente maiores na presença de radiação ultravioleta e, portanto, devem desempenhar um papel na proteção ultravioleta. Outros ácidos hidroxicinâmicos, flavonóis, flavonóis e estilbenos não responderam à exclusão UV. Isso pode ajudar a apoiar a tomada de decisão sobre as práticas de viticultura que modificam a exposição de folhas e frutos aos raios ultravioleta, o que pode melhorar a qualidade da uva e do vinho.

No Brasil, Mandelli et al. (2008), realizaram um estudo em Bento Gonçalves, Serra Gaúcha, para determinar a influência de diferentes modalidades de poda verde na composição físico-química do mosto da uva *Vitis vinifera* L. cv. Merlot, em condução latada, visando ao aumento da qualidade do mosto. Foram testadas 11 diferentes modalidades de poda verde e uma testemunha sem intervenção em verde avaliados por 4 ciclos vegetativos da safra 1994 a 1997. Os resultados demonstraram que houve variação do efeito da poda verde sobre a composição físico-química do mosto da uva Merlot. Resultados obtidos através das médias dos quatro anos de avaliação constataram que, os tratamentos 10 (desbrota + despona + desfolha realizada no início da floração e eliminando todas as folhas abaixo dos cachos) e 9 (desbrota + desfolha realizada 21 dias antes da colheita e eliminando metade das folhas abaixo dos cachos) proporcionaram maior síntese de açúcar e seu acúmulo na uva, o que é expresso pelos Sólidos Solúveis Totais (°Brix) e pela densidade, e menor acidez, expressa pelos ácidos tartárico e málico, pH e acidez titulável.

Na região vitícola da Serra Catarinense, onde são produzidos “vinhos de altitude”, mais especificamente no município de São Joaquim – Santa Catarina (SC), Brighenti et al. (2010), avaliaram a interação da cv. Merlot sobre 2 diferentes porta enxerto ('Paulsen 1103' e 'Couderc 3309') com 4 diferentes níveis de área foliar (4,5; 2,5; 2,0 e 1,5 m².kg⁻¹ de uva) e mantidos através de despontas durante duas safras consecutivas 2005/2006 e 2006/2007. Neste trabalho foi observado que é possível aumentar o conteúdo de açúcar nas bagas e o conteúdo de antocianinas, por meio de um desponte moderado, que conserve uma área foliar de 3,4 m² kg⁻¹ de uva para as plantas enxertadas sobre 'Paulsen 1103' e, 3,0 m² kg⁻¹ de uva para 'Couderc 3309'. Não constatou a influência da área foliar nas variáveis agrônomicas, os autores atribuíram a alteração na massa de cacho ao porta-enxerto.

Em outro trabalho também realizado em São Joaquim - SC, Macedo et al. (2015), avaliaram a influência da remoção de feminelas, no momento de virada de cor das bagas, na qualidade físico-química dos cachos da cultivar Sangiovese na safra 2007 e 2008, e da cultivar Tempranillo na safra 2008 e 2009, enxertadas sobre 'Paulsen 1103', estas conduzidas em sistema

espaldeira. O manejo da área através da remoção das brotações laterais dos sarmentos na virada de cor das bagas da cultivar Sangiovese, proporcionou um aumento na concentração de antocianinas facilmente extraíveis (AFE) e de Sólidos Solúveis Totais (SST) nas bagas. Uma menor área foliar, resultante da retirada das brotações laterais na virada de cor das bagas na cultivar Tempranillo não proporciona alterações físicas nas bagas.

Silva et al. (2009), realizaram um trabalho onde alterou a relação área foliar e produtividade através de raleio de cacho. Este estudo foi feito em São Joaquin - SC com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes intensidades de raleio de cachos de uvas (*Vitis vinifera* L.), em vinhedos de altitude, sobre a evolução dos compostos fenólicos durante a maturação da uva. O experimento foi realizado em um vinhedo com altitude média de 1.230 m, em videiras da cv. Syrah, enxertadas sobre 'Paulsen 1103', conduzidas em espaldeira. Os tratamentos de raleio foram a redução da produtividade em 13,3, 26,6 e 40% em relação à produtividade do tratamento controle sem raleio, estimada em 15 Mg ha⁻¹. Conclui-se desse trabalho que a relação de 1,6 m² de folha por quilograma de fruto produzido proporciona bom equilíbrio na maturação fenólica e tecnológica dos frutos e melhora a qualidade enológica global da cv. Syrah.

Na região da Campanha Gaúcha Pötter et al., (2010), realizaram um trabalho referente a prática da desfolha da cultivar Cabernet Sauvignon cultivada em espaldeira no município de Dom Pedrito - RS na safra 2008. Os tratamentos consistiram em desfolha realizada na base dos ramos, somente no lado que recebe o sol da manhã, com intensidade de aproximadamente 20%, no estágio fenológico grão "ervilha". Os resultados demonstraram que a prática da desfolha altera as características físico-químicas do mosto e do vinho.

Já em outro trabalho realizado em condições edafoclimáticas bem distintas da Campanha Gaúcha - RS, no Vale do São Francisco - BA, o manejo do dossel vegetativo realizada em distintas fases fenológicas e por retirada de folhas, não afetou a produtividade, o vigor da videira e os principais atributos da composição do fruto. Essas características foram afetadas pelos diferentes e sucessivos ciclos de produção (LEÃO, 2017).

A influência da variabilidade climática na videira é amplamente estudada pelo seu impacto na composição e qualidade final da uva. Nos últimos anos com advento das mudanças climáticas estes estudos têm se intensificado. Em estudo recente realizado em um vinhedo comercial no sul do Uruguai, Ferrer et al., (2020) fizeram correlações entre as variáveis de clima, foram estabelecidos o rendimento e qualidade da baga, e foram determinados os estágios de maior sensibilidade a esses elementos climáticos. Nos anos estudados (1994-2016), os resultados demonstraram que; no mês anterior à colheita foi o período mais sensível do estado sanitário, rendimento e composição da uva, sujeito ao regime hídrico e térmico. Em interação com o clima, o nível de rendimento da planta influencia a sanidade e a composição da uva. Observa-se que as condições meteorológicas do ano têm forte influência na qualidade enológica da uva e na classificação do vinho. A variabilidade climática dentro da região foi elevada e cultivar Tannat mostrou-se fortemente influenciada por tal variabilidade.

No cenário atual onde a viticultura está se expandindo para diversas regiões do mundo com muitos contrastes de clima e solo, Santos (2006), destaca a importância de se fazer pesquisa dessa natureza, levando em consideração as condições edafoclimáticas locais. Destaca ainda que a tradição enológica não suporta muitas variações de material genético (novas cultivares) e, portanto, a parte que mais se pode alterar é no manejo do vinhedo.

ARTIGO

4 Título: Variáveis agronômicas e físico-químicas do mosto e do vinho em função do dossel vegetativo de videiras 'Cabernet Sauvignon'

Subtítulo: Manejo vegetativo da uva 'Cabernet Sauvignon'

Resumo

O objetivo do estudo foi avaliar a influência da altura do dossel vegetativo em um vinhedo conduzido no sistema de espaldeira. As variáveis estudadas foram: dados agronômicos, composições físico-químicas de mosto e vinho da cultivar Cabernet Sauvignon, bem como na composição fenólica (antocianinas, estilbenos e flavonoides) e seu impacto no teor de metoxipirazinas (compostos voláteis que conferem aroma vegetativo ou terroso, considerados indesejáveis em maior intensidade) dos vinhos. Por isso, testamos quatro alturas de dossel vegetativo: 60 cm (T1), 80 cm (T2), 100 cm (T3) e 120 cm (T4). O experimento foi desenvolvido em um vinhedo comercial localizado na região da Campanha Gaúcha (Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, Brasil) durante os ciclos produtivos 2015/16, 2016/17, 2017/18 e 2018/19. Foram consideradas as principais variáveis agronômicas (produtividade estimada por planta e por hectare, massa média e número de cachos). Os vinhos foram elaborados seguindo uma metodologia tradicional, todos da mesma forma, e as análises físico-químicas de mosto e vinho foram realizadas por espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FT-IR). A análise fenólica foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência e espectrofotometria UV/Vis. A quantificação das metoxipirazinas foi realizada com microextração em fase sólida de “headspace” (HS-SPME) seguida de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS). As variáveis agronômicas não foram influenciadas pelos tratamentos. Resultados interessantes para a maturação tecnológica (acúmulo de açúcares) foram observados em maiores alturas de dossel e também em vinhos. Foi observada baixa influência na quantificação individual das antocianinas, embora alta influência de cada ciclo no próprio perfil. Os vinhos apresentaram baixas taxas de metoxipirazinas e não diferiram entre si.

Keywords: *Vitis vinifera* L., maturação tecnológica, compostos fenólicos, metoxipirazinas, Campanha Gaúcha.

5 INTRODUÇÃO

Além das características genéticas inerentes à planta, o clima, solo e manejo vegetativo aparecem como fatores determinantes na qualidade e produtividade da uva (Miele & Mandelli, 2012; Miele & Rizzon, 2013; Parker et al., 2020), sendo que o produtor de uvas pode manipular as duas últimas dentro de certos limites. Dentre os vários fatores que afetam a qualidade da uva, o manejo do dossel vegetativo da videira é um dos mais impactantes (Del-Castillo-Alonso et al., 2015; Del-Castillo-Alonso et al., 2016; Leão, Nunes, & Lima, 2016).

O manejo do dossel vegetativo além de alterar a produção de fotoassimilados, afeta o micro-clima da copa, que conseqüentemente pode alterar os níveis de concentração de vários componentes químicos da uva para vinho, incluindo acúmulo de açúcares, ácidos orgânicos, polifenóis e componentes agrônômicos (Blancquaert, Oberholster, Ricardo-da-Silva, & Deloire, 2019; Bobeica et al., 2015; Borghezan, Pit, Gavioli, Malinovski, & Silva, 2011; Parker et al., 2020; Würz et al., 2017).

Assim, em cada região vitícola, e dentro de cada uma delas, para cada proposta de vinho a ser produzido, se estudam manejos dos dosséis vegetativos, de modo a se definir a melhor relação de fonte/dreno (Luciano, Albuquerque, Rufato, Miquelluti, & Warmling, 2013; Würz et al., 2020; Zhang et al., 2017). De modo geral, o princípio fisiológico básico que norteia as ações fitotécnicas é a relação fonte/dreno, que se manifesta na produtividade e na qualidade da uva e o do vinho (Marcon Filho, Hipólito, Macedo, Kretschmar, & Rufato, 2015; Miele & Rizzon, 2013).

No sistema de condução em espaldeira, as alturas de dosséis representam um ponto importante a ser definido no manejo, a fim de identificar a melhor relação fonte/dreno, e as mais comumente empregadas variam de 100 a 120 cm (Borghezan et al., 2011; Brighenti, Rufato, Kretschmar, & Schlemper, 2011; Leão et al., 2016; Würz et al., 2017). Esse manejo busca ter um equilíbrio entre a área foliar e a produção de uva, de modo a haver equilíbrio entre a fração majoritariamente vegetativa (ramos e folhas) com a reprodutiva (cachos de uva). Para aferir esse equilíbrio entre área foliar (fonte) e produtividade (dreno), existem alguns métodos

de avaliação, sendo o índice de Ravaz um o mais empregado na viticultura (Naor, Gal, & Bravdo, 1997). Como resultado, buscam-se manejos que levem a índices de Ravaz entre 5 e 10, observando que índices acima de 10 indicam excesso na produção de frutos e índices abaixo de 5 sugerem vigor excessivo da planta (Naor et al., 1997).

Para se garantir esses indicadores, uma das formas mais empregadas é a despona, alterando as dimensões do dossel vegetativo (Miele & Mandelli, 2012; Würz et al., 2020). Vários autores relatam a influência da modificação da área foliar através da despona, influenciando as variáveis agronômicas e a qualidade da uva e, conseqüentemente, do vinho (Borghazan et al., 2011; Miele & Mandelli, 2012; Miele & Rizzon, 2013; Würz et al., 2017). O manejo do dossel vegetativo é complexo, pois se relaciona estreitamente com o clima (microclima) e solo, além do importante impacto das condições climáticas de cada safra na produtividade e qualidade das uvas (Ferrer, Pereyra, Salvarrey, Arrillaga, & Fourment, 2020; Leão et al., 2016; Luciano et al., 2013). Essa variação e características climáticas tornam fundamental a realização de estudos durante vários ciclos produtivos (safras), a fim de obter dados mais consistentes.

O local de implantação deste estudo, a região da Campanha Gaúcha (Rio Grande do Sul, Brasil), é considerada como uma das regiões mais quentes e de menor pluviosidade para a produção vitivinícola brasileira (Tonietto, Ruiz, & Gómez-Miguel, 2012). As principais características da região são as baixas altitudes, a topografia predominantemente plana, a diversidade de solos (com certa predominância de solos arenosos), e interessantes condições climáticas no período de maturação das uvas, com um amplo acúmulo de luminosidade, temperatura e baixa pluviosidade (1300 mm de pluviosidade anual média) (Nicolli et al., 2020; Tonietto et al., 2012). Na região, as uvas viníferas são conduzidas em espaldeira, e entre as principais cultivares está a 'Cabernet Sauvignon' (Dutra et al., 2013).

As uvas Cabernet Sauvignon geralmente originam vinhos de cor e estrutura média a alta, sendo importante conhecer sua composição fenólica (Bindon et al., 2014). Outra característica importante desta cultivar é que em condições de baixo acúmulo térmico e pouca insolação, pode acumular maiores concentrações de

metoxipirazinas (MPs), que são compostos voláteis nitrogenados heterocíclicos que compõem os aromas de vários vegetais e frutas (Fontana, Rodriguez, & Cela, 2017). Em uvas e vinhos, a MP mais abundante é o composto 3-isobutil-2-metoxipirazina (IBMP), responsável pelo odor de pimentão verde, considerado indesejável em concentrações próximas ou superiores a 15 ng.L^{-1} (Mozzon, Savini, Boselli, & Thorngate, 2016). Fatores como manejo do vinhedo, colheita precoce e condições climáticas que não favoreçam a maturação da uva podem resultar em vinhos com maiores concentrações de IBMP (Bindon, Varela, Kennedy, Holt, & Herderich, 2013; Gregan & Jordan, 2016; Lei et al., 2018).

O objetivo do estudo foi avaliar a influência do dossel vegetativo sobre variáveis agronômicas, composições físico-químicas do mosto e do vinho de Cabernet Sauvignon, e composição fenólica (antocianinas, estilbenos e flavonóides) e seus efeitos sobre o teor de metoxipirazinas dos vinhos.

6 MATERIAL E METODOS

7.1 Condições edafoclimáticas do período experimental

O experimento foi conduzido nos ciclos 2015/16, 2016/17, 2017/18 e 2018/19 em vinhedo localizado no município de Dom Pedrito-RS, Brasil ($31^{\circ}01' \text{ S}$, $54^{\circ}36' \text{ W}$, altitude 159 m). O solo pertence à unidade de mapeamento Bexigoso, classificando-se como Luvisolo Háplico Órtico Típico (Streck et al., 2008). O clima da região é classificado como subtropical úmido, tipo Cfa, segundo classificação de Köppen (Tonietto et al., 2012). Também foram obtidos dados de precipitação referentes ao período vegetativo dos quatro ciclos avaliados e temperatura média mensal (Figura 1).

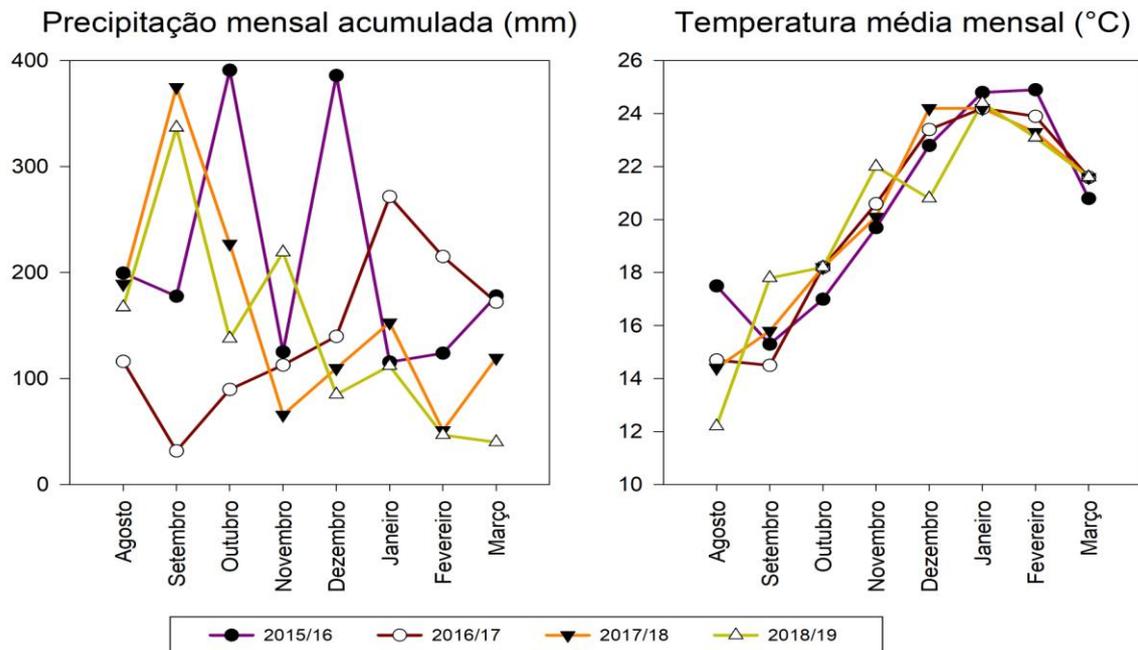


Figura1. Precipitação acumulada (em mm) e temperatura média mensal (°C) nos quatro ciclos produtivos do estudo: 2015/16, 2016/17, 2017/18 e 2018/19. Fonte: Estação Meteorológica Estância Guatambu, 2020. Disponível em: <http://estanciaguatambu.com.br/website/meteorologia>. Acessado em: 20/02/2020.

7.2 Características agrônômicas

O estudo foi realizado em um vinhedo comercial de 0,5 hectares da cultivar Cabernet Sauvignon (clone R8, porta-enxerto SO4) implantado no ano 2000, conduzido em sistema espaldeira, com espaçamento de 3,0 m entre linhas e 1,2 m entre plantas e orientação solar Leste-Oeste. O experimento ocupou duas linhas transversais de 250 metros totalizando uma área de 0,08 hectares.

Durante o ciclo de produção, todas as práticas fitotécnicas (adubação, roçadas, desfolha) e fitossanitárias (herbicidas, fungicidas e inseticidas) foram aplicadas uniformemente em todos os tratamentos. Empregou-se a poda em cordão esporonado duplo, com 2 gemas por esporão. A carga de gemas por planta foi de 24 a 28 gemas por planta. O ciclo fenológico iniciou em meados de setembro (brotação) e se estendeu até a primeira quinzena de março (colheita). Durante a maturação, foi colocada uma rede de proteção em todos os tratamentos na área dos cachos, de forma a proteger as uvas do ataque das aves e preservar os dados de produtividade.

Características gerais do vinhedo com base nas médias dos quatro ciclos de produção: 124,18 g de massa média de cacho, 3,25 kg por planta de produtividade média e 9,03 toneladas estimadas por hectare, com base na densidade do vinhedo em estudo 2.775 plantas por hectare. Além disso, o Índice de Ravaz foi calculado: 5,5 para T1, 4,0 para T2, 3,5 para T3 e 3,0 para T4. Esses resultados para o índice de Ravaz foram obtidos no primeiro ciclo de estudos (2015/16) (Tabela 1).

7.3 Vinificação

Antes do processamento, as uvas foram armazenadas em câmara frigorífica a 6 °C e 80% de umidade relativa durante 24 horas. Em seguida, as uvas foram desengaçadas, esmagadas e transferidas para recipientes de vidro de 20 L, aos quais foram adicionados 100 mg.kg⁻¹ de metabissulfito de potássio (BASF SE, Ludwigshafen, Alemanha) e 5 g.hL⁻¹ de enzima pectolítica (Colorpect VR-C®, Amazon Group Ltda, Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, Brasil). Para iniciar a fermentação alcoólica, 20 g.hL⁻¹ de levedura seca ativa *Saccharomyces cerevisiae* (Zymaflore FX 10®, Laffort, França) e 20 g.hL⁻¹ de nutrientes para a levedura Gesferm Plus® (Amazon Group Ltda, Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, Brasil) foram inoculados.

Os vinhos foram elaborados através de uma metodologia tradicional, com maceração de 8 dias com cascas e sementes. Durante a maceração/fermentação, foram realizadas remontagens (duas vezes ao dia) e a temperatura de fermentação mantida entre 20 e 22 °C. Ao final da maceração, foram executados os processos de descuba (separação das partes sólidas e líquidas) e prensagem. Dois dias depois, o vinho límpido foi transferido para garrações de 4,6 L que foram cheios totalmente para que se realizasse a fermentação malolática. A fermentação malolática ocorreu de forma espontânea (90 dias de duração) e, após sua finalização, houve nova adição de metabissulfito de potássio, que tem ação conservante, evitando a oxidação e proliferação de microrganismos, contribuindo para manter baixos níveis de acidez volátil (concentração ajustada para 25 mg.L⁻¹ de SO₂ livre). Após três meses, os vinhos foram engarrafados em garrafas de 750 mL.

7.4 Caracterização físico-química de mosto e vinho

As análises físico-químicas do mosto e do vinho foram: determinação de pH, sólidos solúveis totais (TSS) em °Brix, açúcares redutores (RS), acidez total (TA), ácido tartárico e ácido málico utilizando o equipamento WineScan™ SO2 (FOSS Analytics, Hillerod, Dinamarca). Para as análises clássicas de vinhos, foram avaliados teor de álcool, acidez total, pH, teor de açúcares redutores, glicérol e acidez volátil (utilizando o mesmo equipamento), e medidas de intensidade e tonalidade de cor e índice de polifenóis totais (TPI) através de espectrofotometria UV/VIS (UV -2000A, Instrutherm, São Paulo, SP, Brasil) (Ribéreau-Gayon, Glories, Maujean, & Dubourdieu, 2006).

7.5 Análises de compostos fenólicos e antocianinas

Essas análises foram realizadas a partir do segundo ciclo de estudo. Foram diluídos 200 µL de vinho em 800 µL (5 vezes) de metanol grau HPLC (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, EUA) e a seguir filtrados através de uma membrana de 0,45 µm. O processo foi baseado na metodologia apresentada por Delcambre and Saucier (2012). Com a amostra pronta, 10 µL dela foram injetados em um cromatógrafo líquido de alto desempenho (UFLC, Shimadzu, Japão) acoplado a um espectrômetro de massa de alta resolução do tipo quadrupolo-tempo de voo (Maxis Impact, Bruker Daltonics, Bremen, Alemanha). Para a separação cromatográfica, foram utilizadas pré-coluna C18 (2,0 x 4,0 mm) e coluna C18 Luna (2,0 x 150 mm, 100 Å, 3,0 µm) (Phenomenex Torrance, CA, EUA). O processo de separação foi realizado com a utilização de duas fases móveis (eluentes) para promover a interação com as amostras e consequente separação cromatográfica. As fases móveis foram: água com 0,1% de ácido fórmico (eluente A) e acetonitrila com 0,1% de ácido fórmico (eluente B). O processo de separação durou 30 minutos para cada amostra e os gradientes de eluição utilizados foram: 0–2 min, 10% B; 2–15 min, 10–75% B; 15-18 min, 90% B; 18-21 min 90% B; 21-23 min, 10% B e 23-30 min, 10% B. Um fluxo de 0,2 mL.min⁻¹ e temperatura da coluna de 40 °C foram mantidos constantes. O espectrômetro de massa foi operado em modo ESI negativo (ácidos

fenólicos e flavonóides) e modo ESI positivo (antocianinas), tendo coletado espectros em uma faixa de massa de m/z 50 a 1200, com voltagem capilar em 3,5 kV, pressão de gás de nebulização (N₂) a 2 bar, gás de secagem a 8 L.min⁻¹, temperatura da fonte a 180 °C, colisão de RF a 150 Vpp, transferência a 70 mS e armazenamento de pré-pulso a 5 mS. O equipamento foi calibrado com formiato de sódio 10mM, cobrindo a faixa de aquisição de m/z 50 até 1200. Experimentos automáticos de MS/MS foram realizados ajustando os valores de energia de colisão como se segue: m/z 100, 15 eV; m/z 500, 35 eV; m/z 1000, 50 eV, usando nitrogênio como gás de colisão. Os dados de MS e MS/MS foram processados por meio do software Data analysis 4.0 (Bruker Daltonics, Bremen, Alemanha).

As antocianinas foram caracterizadas pelo espectro de UV/Vis (210-800 nm) e massa exata, padrões de fragmentação MSⁿ em comparação com os dados da biblioteca do equipamento, bases de dados (padrões, Metlin, Mass Bank, Kegg Compound, Chem Spider) e em comparação com padrão isotópico. A quantificação dos ácidos fenólicos e flavonoides foi realizada a partir da segunda safra através de curva de calibração externa com padrões de cada composto. Os resultados foram expressos em µg.mL⁻¹. O teor de antocianinas foi quantificado em relação à curva de calibração externa de pelargoinidina e os resultados foram expressos em µg.mL⁻¹ e padrão interno (reserpina).

7.6 Determinação de metoxipirazinas

As metoxipirazinas foram a metodologia de Kotseridis et al. (2008) com otimizações. Para o preparo da amostra, cada vinho teve o pH ajustado para a faixa de 6,0 com o uso de NaOH 2 mol.L⁻¹. Assim, em cada *vial* de SPME de 10 mL de capacidade, adicionou-se uma alíquota de 2 mL de vinho (pH 6,0) diluída em 2 mL de água ultrapura e 1 g de NaCl (cloreto de sódio). A seguir, as amostras foram fechadas hermeticamente, homogeneizadas utilizando agitação magnética durante 2 minutos a 37 ± 1 °C, e a fibra de divinilbenzeno/carboxeno/polidimetilsiloxano (DVB/CAR/PDMS) (Supelco 57328-U[®], Darmstadt, Alemanha) exposta no

headspace por 30 minutos, sob as mesmas condições. A seguir, a fibra foi imediatamente inserida no injetor do GC-MS à temperatura de 250 °C.

Para separação cromatográfica foi utilizada uma coluna cromatográfica Rxi-1MS (30 m x 0,32 mm x 0,25 µm) e o seguinte programa de temperatura: 40 °C por 5 minutos, aumentando a uma taxa de 3 °C.min⁻¹ até atingir 110 °C, permanecendo nesta condição por 1 minuto; e, por fim, aumentando 25 °C.min⁻¹ até alcançar 230 °C. Hélio foi usado como gás carreador com fluxo constante de 1 mL.min⁻¹ através da coluna. O espectrômetro de massas foi operado no modo de monitoramento de íons selecionados (SIM). Foi ajustada a temperatura de fonte de íons para 200 °C e o interface a 290 °C. Uma curva de calibração externa com o padrão comercial de 2-Isobutyl-3-methoxypyrazine (Merck KGaA, Darmstadt, Alemanha) na matriz, com faixa linear de 0,5 a 7,5 ng.L⁻¹ ($r^2=0,9974$), foi utilizada para a quantificação do composto nos vinhos. A quantificação foi realizada com base na área do pico de m/z 124 no tempo de retenção 20.4 ± 0.1 .

7.7 Desenho experimental e análise estatística

Optou-se pelo delineamento inteiramente casualizado devido à homogeneidade do terreno e ao grande número de repetições. O estudo foi composto por quatro tratamentos (diferentes alturas vegetativas do dossel) e seis repetições por tratamento, sete plantas por repetição, obtendo 168 plantas no total. As alturas estudadas foram: 60 cm (T1), 80 cm (T2), 100 cm (T3) e 120 cm (T4).

Todas as uvas foram colhidas sem qualquer tipo de seleção. Após avaliação dos dados agrônômicos, as uvas destinadas à vinificação foram removidas de forma homogênea. As avaliações dos vinhos foram realizadas em triplicatas técnicas. As variáveis agrônômicas e físico-químicas dos mostos e vinhos foram medidas em todos os ciclos produtivos. A quantificação de compostos fenólicos, antocianinas, metoxipirazinas e resveratrol foi realizada nos três últimos ciclos. Isso ocorreu porque não foram detectadas diferenças marcantes nos vinhos de primeira colheita, portanto, decidiu-se avaliar se não haveria diferenças nos perfis desses compostos.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando significativas, as médias foram comparadas aplicando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Na quantificação individual de antocianinas, foi aplicada a análise de componentes principais (PCA).

8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

8.1 Variáveis agronômicas

O manejo fitotécnico dos dosséis vegetativos da cultivar Cabernet Sauvignon, com alturas variando de 60 cm, 80 cm, 100 cm e 120 cm, não alterou as respostas correspondentes à maioria das variáveis agronômicas testadas (Tabela 1). Esses resultados estão de acordo com estudos semelhantes em que o manejo da área foliar dentro de um determinado limite não alterou os índices de produtividade (Borghesan et al., 2011; Leão et al., 2016). Este achado é uma informação importante para o produtor de uvas, principalmente pensando na implantação e infraestrutura de novos vinhedos na região. O Índice de Ravaz que foi medido no primeiro ciclo (Tabela 1) mostrou que T1 teve resultados entre 5 e 10, o que indica um equilíbrio entre a produção e a vegetação (Naor et al., 1997).

Tabela 1. Resultados agrônômicos contemplando diferentes alturas de dossel vegetativo (60 cm, 80 cm, 100 cm e 120 cm) em quatro ciclos produtivos (2015/16, 2016/17, 2017/18 e 2018/19) utilizando a cultivar Cabernet Sauvignon.

Características	Ciclos produtivos	Tratamentos				CV (%)
		T1	T2	T3	T4	
		(60 cm)	(80 cm)	(100 cm)	(120 cm)	
Massa média de cacho (g)	2015/16	78 ^{ns}	136	79	70	76,66
	2016/17	113 ^{ns}	119	123	129	22,26
	2017/18	155 ^{ns}	145	167	173	11,64
	2018/19	138 ^{ns}	118	123	121	13,78
Número médio de cachos por planta	2015/16	24 ^{ns}	18	20	22	23,46
	2016/17	45 ^{ns}	35	41	37	17,18
	2017/18	24 ^{ns}	26	24	24	19,29
	2018/19	23 ^{ns}	20	19	21	18,69
Produtividade por tratamento (kg)	2015/16	13 ^{ns}	12	12	10	36,10
	2016/17	36 ^{ns}	29	36	34	29,36
	2017/18	26 ^{ns}	26	28	28	23,16

Características	Ciclos produtivos	Tratamentos				CV (%)
		T1	T2	T3	T4	
		(60 cm)	(80 cm)	(100 cm)	(120 cm)	
Produtividade por planta (kg)	2018/19	21 ^{ns}	16	17	18	26,49
	2015/16	1,80 ^{ns}	1,73	1,70	1,50	36,10
	2016/17	5,11 ^{ns}	4,16	5,21	4,85	29,63
	2017/18	3,76 ^{ns}	3,78	4,00	4,07	23,16
	2018/19	3,04 ^{ns}	2,33	2,39	2,61	26,49
Produtividade estimada por hectare (t.ha ⁻¹)	2015/16	5,142 ^{ns}	4,810	4,727	4,149	36,10
	2016/17	14,169 ^{ns}	11,541	14,457	13,464	29,63
	2017/18	10,426 ^{ns}	10,492	11,106	11,291	23,16
	2018/19	8,437 ^{ns}	6,478	6,643	7,274	26,49
	Índice de Ravaz	2015/16	5,495 a	4,016 ab	3,535 ab	3,040 b

Legenda: ^{ns} – sem diferença significativa; CV (%) – coeficiente de variação. Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

8.2 Variáveis físico-químicas do mosto

Em relação à maturação tecnológica, o tratamento T3 nos ciclos 2015/16 e 2016/17 obteve os menores níveis de SST (19,83 e 19,20 °Brix) e açúcares redutores (195,60 e 191,00 g.L⁻¹) (Tabela 2). O menor acúmulo de açúcares e sólidos solúveis no tratamento T3 (100 cm) nos dois primeiros ciclos pode ser explicado pela "compensação fotossintética" nos tratamentos T1 (60 cm) e T2 (80 cm), devido à despona dessas plantas ter ocorrido antes do que o tratamento T3, promovendo uma maior recuperação dos fotoassimilados nestes dois primeiros tratamentos (Leão et al., 2016).

Tabela 2. Composição físico-química da cultivar Cabernet Sauvignon proveniente de videiras manejadas nas alturas de 60 cm, 80 cm, 100 cm e 120 cm, nos quatro ciclos produtivos (2015/16, 2016/17, 2017/18 e 2018/19).

Variáveis-resposta	Ciclos produtivos	Tratamentos				CV (%)
		T1	T2	T3	T4	
		(60 cm)	(80 cm)	(100 cm)	(120 cm)	
Sólidos solúveis totais (°Brix)	2015/16	20,90 ^a	20,70 ^a	19,83 ^b	21,33 ^a	1,27
	2016/17	19,43 ^b	19,50 ^b	19,20 ^c	19,70 ^a	0,30
	2017/18	21,80 ^{ns}	22,73	22,13	22,40	3,28
	2018/19	21,67 ^{ns}	22,07	21,57	22,03	2,21
Acidez total (g.L ⁻¹ H ₂ SO ₄)	2015/16	2,70 ^{ns}	2,93	2,93	2,76	3,48
	2016/17	2,70 ^c	2,86 ^{bc}	3,13 ^a	2,90 ^b	1,96

Variáveis-resposta	Ciclos produtivos	Tratamentos				CV (%)
		T1	T2	T3	T4	
		(60 cm)	(80 cm)	(100 cm)	(120 cm)	
pH	2017/18	2,80 ^{ns}	2,86	2,96	2,96	4,34
	2018/19	2,70 ^{ns}	2,73	2,75	2,70	3,23
	2015/16	3,73 ^a	3,71 ^a	3,67 ^b	3,71 ^a	1,03
	2016/17	3,55 ^a	3,53 ^b	3,50 ^c	3,47 ^d	0,09
	2017/18	3,48 ^{ns}	3,48	3,50	3,48	0,86
	2018/19	3,51 ^{ns}	3,53	3,51	3,50	0,80
	2015/16	208,43 ^a	206,16 ^a	195,60 ^b	213,10 ^a	1,44
	2016/17	194,50 ^b	195,76 ^{ab}	191,00 ^c	197,56 ^a	0,37
Açúcares redutores (g.L ⁻¹)	2017/18	220,43 ^{ns}	231,56	223,90	226,56	3,92
	2018/19	221,30 ^{ns}	226,50	220,30	225,30	2,56
	2015/16	6,56 ^{ns}	6,36	6,53	6,36	1,34
	2016/17	5,53 ^b	5,53 ^b	6,03 ^a	5,66 ^b	1,01
Ácido tartárico (g.L ⁻¹)	2015/16	6,56 ^{ns}	6,36	6,53	6,36	1,34
	2016/17	5,53 ^b	5,53 ^b	6,03 ^a	5,66 ^b	1,01

Variáveis-resposta	Ciclos produtivos	Tratamentos				CV (%)
		T1	T2	T3	T4	
		(60 cm)	(80 cm)	(100 cm)	(120 cm)	
Ácido málico (g.L ⁻¹)	2017/18	6,63 ^{ns}	6,56	6,60	6,60	3,70
	2018/19	4,80 ^{ns}	4,63	4,57	4,60	3,34
	2015/16	2,53 ^{ns}	2,80	2,76	2,50	5,19
	2016/17	2,60 ^b	2,86 ^a	2,90 ^a	2,66 ^b	1,60
Potássio (mg.L ⁻¹)	2017/18	1,56 ^{ns}	1,70	1,96	1,90	8,15
	2018/19	1,93 ^{ns}	1,07	2,10	1,97	4,89
	2015/16	2082,33 ^{ns}	2072,66	2001,33	2053,33	4,80
	2016/17	1359,33 ^b	1363,33 ^b	1415,33 ^a	1278,00 ^c	1,53
	2017/18	1504,66 ^{ns}	1440,66	1446,33	1464,66	4,53
	2018/19	1005,67 ^{ns}	1017,00	941,00	952,00	8,54

Legenda: ^{ns} – sem diferença significativa; CV (%) – coeficiente de variação. Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As variáveis relacionadas à acidez do mosto também não expressaram efeito claro dos tratamentos, embora no primeiro ciclo produtivo (2015/16), o menor pH

(3,67) seja observado no tratamento T3, e no segundo ciclo (2016/17) todos os tratamentos apresentem resultados estatísticos significativos, não sendo possível determinar melhor tratamento (Tabela 2). Em estudos semelhantes com o manejo do dossel, tanto o pH quanto a acidez total não foram afetados (Borghazan et al., 2011; Würz et al., 2017; Zhuang, Tozzini, Green, Acimovic, & Howell, 2014), por outro lado, há estudos que indicam que uvas menos expostas ao sol apresentam menor pH e maiores valores de acidez. (Leão et al., 2016; Zhang et al., 2017), tendo como principal gradiente de variação o clima (temperatura) (Ferrer et al., 2020; Luciano et al., 2013). No segundo ciclo, houve maior concentração de ácido tartárico no tratamento T3 ($6,03 \text{ g.L}^{-1}$), resultado consistente com os demais resultados (Tabela 2), como maior AT e menor acúmulo de açúcares redutores e TSS no mesmo ciclo, indicando um ligeiro atraso no amadurecimento (Rizzon & Sganzerla, 2007). O ácido málico, que também tem sua degradação condicionada à maturação e respiração oxidativa, só foi alterado no segundo ciclo onde os tratamentos intermediários T2 ($2,86 \text{ g.L}^{-1}$) e T3 ($2,90 \text{ g.L}^{-1}$) obtiveram os maiores valores.

Os resultados também exibem baixa acidez de mosto, o que de certa forma é típico da região (Zocche et al., 2017). Outro aspecto importante a ser observado é o teor de potássio do mosto (Tabela 2). O teor de potássio diminuiu ao longo dos ciclos de estudo, com a conseqüente diminuição do pH, como explicam Ribéreau-Gayon et al. (2006).

8.3 Variáveis físico-químicas dos vinhos

Em relação às diferentes alturas de dossel, observou-se uma ligeira tendência à obtenção de vinhos com maior carga fenólica no tratamento de maior altura (T4, 120 cm) (Tabela 3). Isso porque uma área foliar mais ampla proporciona uma maior interceptação da luz solar, permitindo que a planta produza mais fotoassimilados, e estes são convertidos em açúcares que são precursores dos compostos fenólicos (Borghazan et al., 2011; Leão et al., 2016; Zhang et al., 2017). Porém, os resultados relacionados à composição fenólica devem ser vistos com cautela, pois nem tudo

está diretamente relacionado à relação fonte-dreno. A luz e a temperatura, derivadas do microclima formado pelos tratamentos, também são fatores que afetam a composição das bagas (Bobeica et al., 2015; Lemut, Trost, Sivilotti, & Vrhovsek, 2011; Mori, Goto-Yamamoto, Kitayama, & Hashizume, 2007).

O “efeito safra” voltou a ser perceptível, principalmente no que diz respeito ao teor alcoólico do vinho (etanol e glicerol) e aos índices de cor e estrutura (intensidade e tonalidade da cor e índice de polifenóis totais), tendo o ciclo 2017/18 em destaque. Em nenhum dos tratamentos e/ou ciclos, a acidez volátil dos vinhos aumentou e não apresentou disparidades.

Tabela 3. Composição físico-química dos vinhos ‘Cabernet Sauvignon’ de videiras manejadas nas alturas de 60 cm, 80 cm, 100 cm e 120 cm, nos quatro ciclos produtivos (2015/16, 2016/17, 2017/18 e 2018/19).

Variáveis-resposta	Ciclos produtivos	Tratamentos				CV (%)
		T1	T2	T3	T4	
		(60 cm)	(80 cm)	(100 cm)	(120 cm)	
Etanol (% vol.)	2015/16	11,04 ^a	10,87 ^{ab}	10,54 ^b	11,14 ^a	1,49
	2016/17	10,60 ^b	11,10 ^{ab}	11,08 ^{ab}	11,43 ^a	2,02
	2017/18	12,85 ^{ab}	13,20 ^a	12,02 ^b	12,65 ^{ab}	3,41
	2018/19	12,80 ^b	13,53 ^{ab}	14,02 ^a	13,26 ^{ab}	3,13
Acidez total (g.L ⁻¹ expressos em	2015/16	6,86 ^{ns}	6,66	6,70	6,90	2,01
	2016/17	5,33 ^{ns}	5,26	5,40	5,23	2,01

Variáveis-resposta	Ciclos produtivos	Tratamentos				CV (%)
		T1	T2	T3	T4	
		(60 cm)	(80 cm)	(100 cm)	(120 cm)	
ácido tartárico)	2017/18	5,46 ^{ns}	5,40	5,40	5,33	1,83
	2018/19	6,90 ^c	7,16 ^{ab}	7,06 ^{bc}	7,33 ^a	0,97
pH	2015/16	3,50 ^{ns}	3,52	3,49	3,51	1,24
	2016/17	3,63 ^{ns}	3,68	3,64	3,66	1,52
	2017/18	3,80 ^{ns}	3,85	3,81	3,82	0,93
	2018/19	3,46 ^{ns}	3,57	3,53	3,44	1,93
Acidez volátil (g.L ⁻¹ de ácido acético)	2015/16	0,50 ^{ns}	0,63	0,53	0,60	16,38
	2016/17	0,50 ^{ns}	0,56	0,56	0,50	8,27
	2017/18	0,46 ^{ns}	0,53	0,56	0,50	7,21
Glicerol (g.L ⁻¹)	2018/19	0,53 ^{ns}	0,60	0,63	0,70	15,05
	2015/16	9,26 ^{ns}	9,13	9,23	9,06	2,23
	2016/17	7,50 ^b	7,66 ^{ab}	7,73 ^{ab}	8,06 ^a	2,32

Variáveis-resposta	Ciclos produtivos	Tratamentos				CV (%)
		T1	T2	T3	T4	
		(60 cm)	(80 cm)	(100 cm)	(120 cm)	
Intensidade de cor	2017/18	9,16 ^{ns}	9,40	8,86	9,16	2,82
	2018/19	10,53 ^b	11,66 ^a	12,43 ^a	11,43 ^{ab}	3,26
	2015/16	3,985 ^{ns}	4,145	3,749	4,448	9,00
	2016/17	2,639 ^b	3,436 ^{ab}	3,603 ^b	4,181 ^a	11,90
Tonalidade de cor	2017/18	4,415 ^{ns}	4,573	4,433	4,283	7,90
	2018/19	2,565 ^{ns}	2,276	2,126	2,611	14,00
	2015/16	0,884 ^{ns}	0,901	0,914	0,875	1,70
	2016/17	0,975 ^a	0,883 ^{ab}	0,841 ^b	0,850 ^b	4,10
Índice de polifenóis totais (TPI)	2017/18	0,611 ^{ns}	0,533	0,541	0,539	11,70
	2018/19	1,245 ^{ns}	1,011	1,012	1,015	9,00
Índice de polifenóis totais (TPI)	2015/16	23,76 ^{ns}	26,56	25,86	27,63	8,00
	2016/17	22,57 ^b	24,70 ^{ab}	25,90 ^{ab}	27,70 ^a	6,80

Variáveis-resposta	Ciclos produtivos	Tratamentos				CV (%)
		T1	T2	T3	T4	
		(60 cm)	(80 cm)	(100 cm)	(120 cm)	
	2017/18	44,20 ^{ns}	44,66	45,90	43,56	4,00
	2018/19	28,93 ^b	28,23 ^b	30,43 ^{ab}	31,56 ^a	2,80

Legenda: ^{ns} – sem diferença significativa; CV (%) – coeficiente de variação. Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Embora os mostos tenham níveis de pH distintos em algumas safras, eles se harmonizaram ao longo da vinificação e não houve diferenças significativas (Tabela 3). Os valores encontrados (entre 3,44 e 3,85) são adequados para esta cultivar. Ainda assim, é importante ressaltar que, principalmente na região da Campanha Gaúcha, foram detectados elevados teores de potássio em uvas e vinhos, principalmente na cultivar Cabernet Sauvignon, resultando em aumento do pH, tanto no mosto quanto no vinho (3,92 a 4,18) (Zocche et al., 2017). Tal característica não foi observada neste estudo, pois a colheita foi realizada em estágios de maturação menos avançados quando comparada à última pesquisa citada.

A cor e a tonalidade dos vinhos foram alteradas pelos tratamentos apenas no ciclo 2016/17, em que a cor foi mais intensa na altura do dossel de 120 cm (0,445), sendo menor para o tratamento de 60 cm (0,264) (Tabela 2). Este achado é coerente com o fato de as condições favorecerem a síntese de açúcares, dentro de certos limites, o que também contribui para o incremento de pigmentos (Brighenti et al., 2011). Em relação aos maiores valores de índice de polifenóis totais (IPT) em dois dos quatro ciclos avaliados (2016/17 e 2018/19) para o tratamento de 120 cm, resultados semelhantes foram encontrados na literatura, em que uma redução maior que 26% da área vegetativa causou uma redução nos valores de IPT (Würz et al., 2017).

8.4 Análise das antocianinas individuais dos vinhos

Em relação à composição das antocianinas, houve diferença estatisticamente significativa apenas em duas antocianinas das quatro avaliadas (Tabela 4). No ciclo 2016/17, os níveis de petunidina e delphinidina foram menores no tratamento com altura de dossel de 80 cm, isso pode ser entendido pelo fato de que cada tratamento cria um microclima e estes variam dependendo do clima de cada ciclo.

Da variabilidade de antocianinas e suas concentrações na videira, parte está associada a fatores intrínsecos, como a genética e suas atividades enzimáticas ao longo da via biossintética (Dai et al., 2011), e outra parte a fatores extrínsecos como luz, temperatura e em resposta a ataques microbiológicos que alteram os fatores de transcrição de genes que regulam ou inibem as vias de biossíntese (Hichri et al., 2011; Sun et al., 2017), modificando o perfil de antocianinas da uva e consequentemente do vinho. No entanto, a malvidina, que é a principal antocianina encontrada na maioria das cultivares de vinho (Wang, Race, & Shrikhande, 2004), não sofreu alterações devido aos tratamentos.

Tabela 4. Concentração de antocianinas individuais (mg.L^{-1}) em vinhos ‘Cabernet Sauvignon’ obtidos de videiras de 60, 80, 100 e 120 cm de altura do dossel em três ciclos de estudo (2016/17, 2017/18 e 2018/19).

Variáveis- resposta	Ciclos produtivos	Tratamentos				CV (%)
		T1 (60 cm)	T2 (80 cm)	T3 (100 cm)	T4 (120 cm)	
Malvidina	2016/17	238,05 ^{ns}	239,24	234,69	232,43	1,49
	2017/18	243,32 ^{ns}	239,75	238,58	242,89	4,89

Variáveis-resposta	Ciclos produtivos	Tratamentos				CV (%)
		T1 (60 cm)	T2 (80 cm)	T3 (100 cm)	T4 (120 cm)	
	2018/19	270,11 ^{ns}	266,47	272,95	275,62	4,25
	2016/17	13,61 ^b	12,99 ^b	14,70 ^a	14,68 ^a	1,95
Delfinidina	2017/18	16,02 ^{ns}	16,28	16,27	16,45	2,75
	2018/19	18,20 ^{ns}	18,24	19,33	17,94	3,62
	2016/17	24,84 ^a	23,70 ^b	24,93 ^a	24,85 ^a	0,78
Petunidina	2017/18	17,83 ^{ns}	17,59	18,36	18,64	5,82
	2018/19	15,92 ^{ns}	17,68	18,3	18,65	5,53
	2016/17	8,74 ^{ns}	9,31	8,98	9,80	4,66
Peonidina	2017/18	12,66 ^{ns}	13,43	13,14	12,88	6,70
	2018/19	11,58 ^{ns}	11,83	11,47	11,87	6,14

Legenda: ^{ns} – sem diferença significativa; CV (%) – coeficiente de variação. Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Diferenças mais perceptíveis surgiram nos ciclos produtivos, onde os vinhos 2018/19 atingiram maior presença de malvidinas e delfinidinas e menor para outras antocianinas. Por outro lado, os vinhos 2016/17, que apresentaram menor intensidade de cor (Tabela 3), destacaram-se pelos teores de petunidinas. Os vinhos de 2017/18, cujas intensidades de cor foram as maiores no geral, se destacaram sobre tudo para peonidinas (Figura 2).

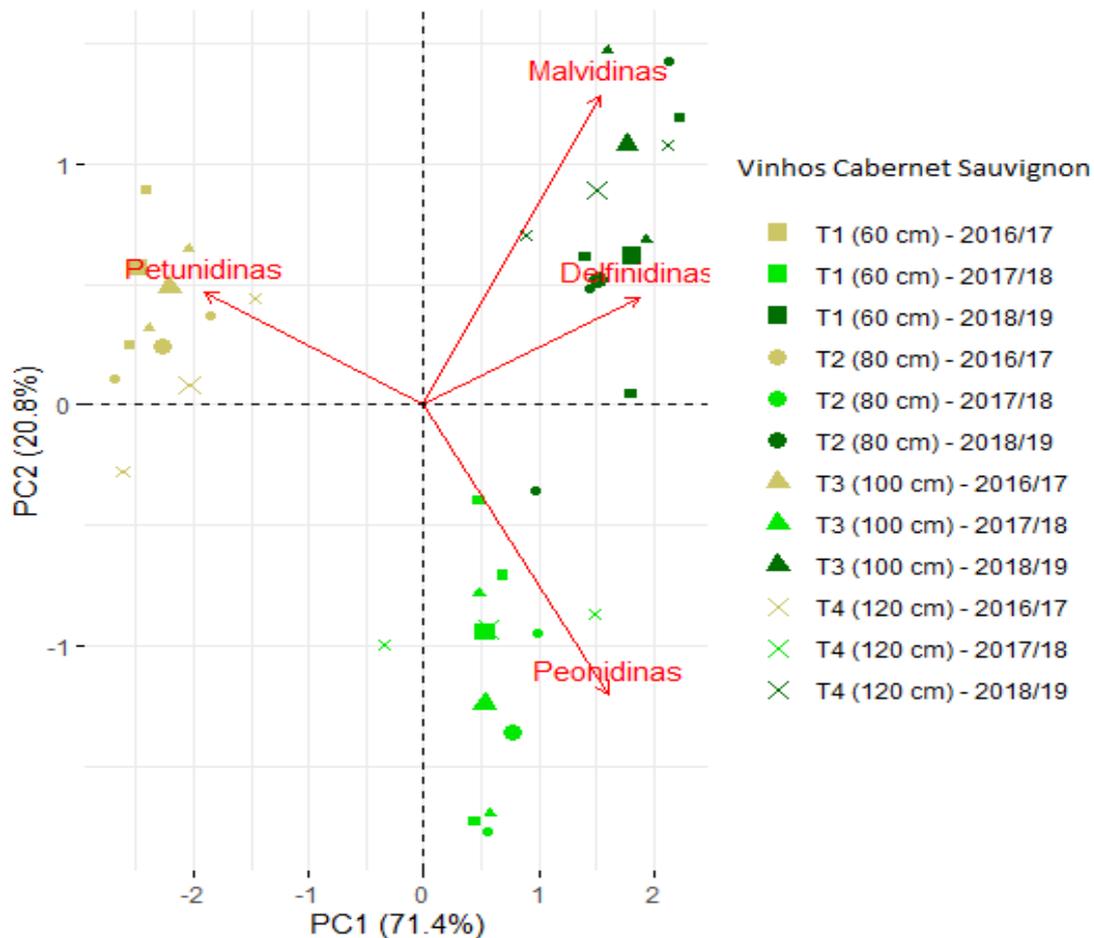


Figura 2. Análise de componentes principais (PCA) quanto ao perfil de antocianinas de vinhos Cabernet Sauvignon produzidos em diferentes ciclos de produção (2016/17, 2017/18 e 2018/19) através de videiras conduzidas com 60, 80, 100 e 120 cm de altura de copa vegetativa.

O fato de o perfil das antocianinas ter mudado em alguns ciclos está de acordo com estudos que revelam a importância de práticas de manejo que regulem a exposição ao sol do dossel e afetem a transcrição dos genes das enzimas da biossíntese de antocianinas (Brighenti et al., 2011; Miele & Rizzon, 2013). Além

disso, a concentração de antocianinas é fortemente influenciada pelas condições edafoclimáticas locais e pelo nível de amadurecimento da uva (Luciano et al., 2013).

8.5 Composição fenólica dos vinhos

Na composição fenólica, em apenas um ciclo produtivo (2017/18) maiores teores de resveratrol foram obtidos em vinhos elaborados a partir do tratamento de 80 cm de altura de dossel vegetativo (T3). Em relação à epicatequina e catequina, não foram observadas diferenças (Tabela 5).

Tabela 5. Concentração de compostos fenólicos individuais (mg.L^{-1}) em vinhos 'Cabernet Sauvignon' obtidos de videiras de 60, 80, 100 e 120 cm de altura do dossel em três ciclos de estudo (2016/17, 2017/18 e 2018/19).

Variáveis-resposta	Ciclos produtivos	Tratamentos				CV (%)
		T1 (60 cm)	T2 (80 cm)	T3 (100 cm)	T4 (120 cm)	
Resveratrol	2016/17	1,42 ^{ns}	1,55	1,42	1,43	32,04
	2017/18	1,76 ^b	4,00 ^a	1,78 ^b	1,66 ^b	11,24
	2018/19	1,42 ^{ns}	1,55	1,42	1,43	32,00
(-)- Epicatequinas	2016/17	53,32 ^{ns}	53,13	53,89	50,49	6,18
	2017/18	53,43 ^{ns}	52,54	51,58	52,16	1,94

	2018/19	52,32 ^{ns}	52,13	53,49	50,89	1,18
	2016/17	11,11 ^{ns}	11,21	10,62	11,00	8,14
Catequinas	2017/18	10,68 ^{ns}	10,96	11,42	11,20	7,33
	2018/19	11,11 ^{ns}	11,21	10,62	11,00	8,14

Legenda: ^{ns} – sem diferença significativa; CV (%) – coeficiente de variação, Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Considerando que o tratamento T3 se destacou pelo acúmulo de quase três vezes mais resveratrol que os demais tratamentos no ciclo 2017/18 (Tabela 5), pode-se supor que a associação das condições climáticas do ciclo e do tratamento promoveu um metabolismo favorável a este estilbeno. Este composto está em estudo há algum tempo devido aos seus benefícios para a saúde humana (Albertoni & Schor, 2015). Sua síntese é induzida por fatores bióticos e abióticos; o que já se sabe é que sua concentração aumenta em resposta a ataques de patógenos, como bactérias, fungos e danos físicos, principalmente a frutos e folhas (Del-Castillo-Alonso et al., 2016), Este achado está de acordo com Blancquaert et al. (2019), que além da verificação da influência da luz e da temperatura na composição fenólica em duas safras, observou que ao mudar a arquitetura do dossel para uma mesma cultivar, as respostas foram distintas em relação aos tratamentos.

Os flavonóides avaliados aqui (epicatequina e catequina) possuem múltiplas funções fotoprotetoras, e seu acúmulo na epiderme das bagas está intimamente associado às condições climáticas, principalmente luz e radiação solar (Agati et al., 2013). Além disso, tem impacto direto na qualidade do vinho, conferindo maior estrutura e intensificando a vida útil dos produtos (Ghanem et al., 2017).

8.6 Teor de metoxipirazinas

Em relação ao teor de metoxipirazina, os vinhos apresentaram menores concentrações de 3-isobutil-2-metoxipirazina (IBMP), todas abaixo de 2 ng.L^{-1} , e não apresentaram diferenças significativas (Figura 3). Esses números são positivos para a região como um todo, pois o limite de detecção sensorial deste composto é 15 ng.L^{-1} (Lei et al., 2018). O manejo da videira para o controle desses teores também é importante, pois condições que não favoreçam o amadurecimento das uvas, como a falta de luz na área dos cachos, assim como a colheita precoce podem resultar em vinhos com maiores concentrações de IBMP (Bindon et al., 2013).

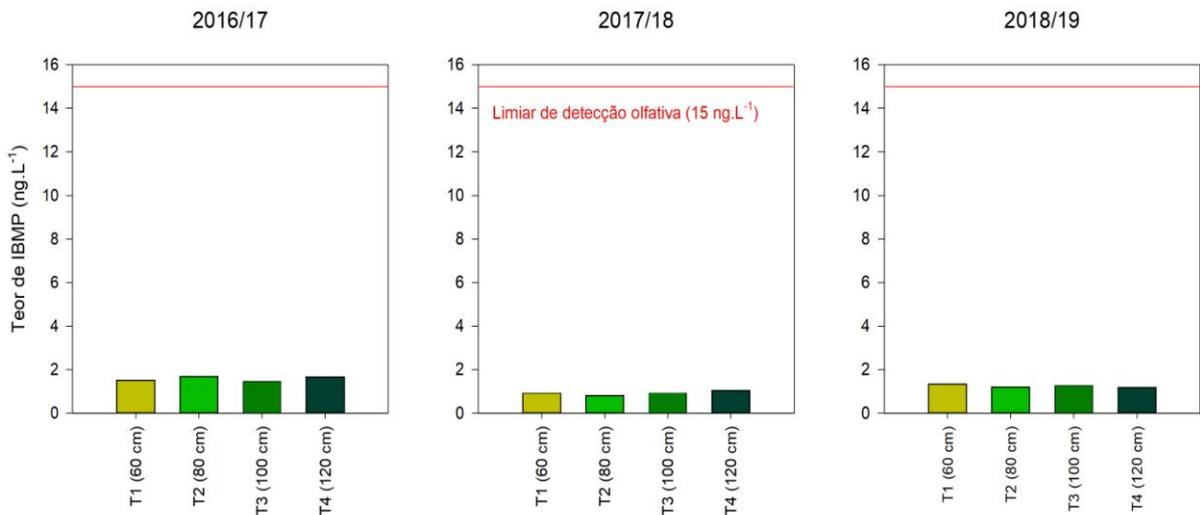


Figura 8. Quantificação do composto 3-isobutil-2-metoxipirazina (IBMP) de vinhos Cabernet Sauvignon produzidos em diferentes ciclos de produção (2016/17, 2017/18 e 2018/19) através de videiras conduzidas com 60, 80, 100 e 120 cm de altura do dossel vegetativo.

Conforme observado na qualidade do mosto e do vinho, percebeu-se que, embora algumas variáveis físico-químicas apresentem diferenças estatísticas entre os tratamentos, não houve prejuízo aos resultados globais.

Houve algumas vantagens em determinadas variáveis, mas a maioria dos resultados são relevantes, notadamente do ponto de vista econômico, pois não houve perdas significativas de produtividade em tratamentos mais curtos. Assim, uma alternativa de redução de custos pode ser oferecida no planejamento do

vinhedo, alterando a estrutura de suporte da planta e reduzindo, em média, o uso de arame de 6.600 a 13.200 metros por hectare. Além disso, pode haver uma redução considerável no uso de soluções fungicidas. Pode-se estimar uma diminuição de aproximadamente 40% na quantidade de defensivos químicos necessária para a implementação de controles fitossanitários.

O fato de muitos dos fatores estudados terem sido afetados principalmente pelas condições climáticas de cada ciclo produtivo elucida a plasticidade e adaptabilidade da videira, e reforça a necessidade de mais pesquisas regionais no manejo da área foliar.

Na qualidade físico-química do mosto e do vinho, observou-se uma leve tendência a maior acúmulo de açúcares nas bagas e, conseqüentemente, maior teor de álcool nos tratamentos vegetativos de maior dossel, principalmente 120 cm (T4). Além disso, a intensidade, a tonalidade da cor e o índice de polifenóis totais também foram superiores nos tratamentos de dossel superior.

Na composição das antocianinas, estatística foi reconhecida entre os tratamentos. As malvidinas foram as antocianinas encontradas em maiores quantidades em todos os vinhos de ciclos distintos, porém cada ciclo se destacou em quantidades menores: 2016/17 com petunidinas, 2017/18 com peonidinas e 2018/19 com delfinidinas.

A composição fenólica foi pouco afetada pelos tratamentos, destacando-se o fato de que houve maior acúmulo do estilbeno resveratrol no tratamento T2 (80 cm de altura) no ciclo 2017/18. As alterações na altura do dossel não afetou os teores de flavonóides.

Não foram identificadas diferenças na quantidade de 3-isobutil-2-metoxipirazina (IBMP); os níveis foram baixos em todas as colheitas e nenhuma outra metoxipirazina foi detectada. Esse achado é relevante, tendo em vista que, em particular para vinhos tintos (Lei et al., 2018), a presença de IBMPs em níveis elevados destaque o atributo “pimentão” e “vegetal”. Desse modo, esse trabalho traz também essa contribuição, que corrobora os achados de Wellynthon Machado da

Cunha (dados ainda não publicados), indicadores de que ‘Cabernet Sauvignon’ da Campanha Gaúcha não acumula elevados níveis de IBMPs.

9 CONCLUSÕES

A altura do dossel vegetativo (condições descritas em material e métodos) não altera significativamente a produtividade, nem as características do mosto e do vinho. Nesse estudo, a variável que mais afetou a produtividade e as características do mosto e do vinho foi a safra, o que era esperado.

Desse modo, se negou a hipótese.

AGRADECIMENTOS

Ao Sr, Adair Camponogara pela parceria e incentivo à pesquisa, disponibilizando seu vinhedo comercial para realização deste experimento de campo, À empresa Citropack pela doação da rede anti-pássaros, À Universidade Federal de Pelotas (UFPel), em especial ao Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial (DCTA) pela colaboração técnica, estrutura e análises, À Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) e ao Curso de Bacharelado em Enologia pelo auxílio nas análises, estrutura, logística e colaboração técnica,

REFERÊNCIAS

- Agati, G., Brunetti, C., Di Ferdinando, M., Ferrini, F., Pollastri, S., & Tattini, M. (2013). Functional roles of flavonoids in photoprotection: new evidence, lessons from the past. *Plant Physiology and Biochemistry*, 72, 35-45. DOI:10.1016/j.plaphy.2013.03.014
- Albertoni, G., & Schor, N. (2015). Resveratrol plays important role in protective mechanisms in renal disease--mini-review. *Brazilian Journal of Nephrology*, 37(1), 106-114. DOI:10.5935/0101-2800.20150015
- Bindon, K., Holt, H., Williamson, P. O., Varela, C., Herderich, M., & Francis, I. L. (2014). Relationships between harvest time and wine composition in *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon 2. Wine sensory properties and consumer preference. *Food Chemistry*, 154, 90-101. DOI:10.1016/j.foodchem.2013.12.099
- Bindon, K., Varela, C., Kennedy, J., Holt, H., & Herderich, M. (2013). Relationships between harvest time and wine composition in *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon: 1. Grape and wine chemistry. *Food Chemistry*, 138(2-3), 1696-1705. DOI:10.1016/j.foodchem.2012.09.146
- Blancquaert, E. H., Oberholster, A., Ricardo-da-Silva, J. M., & Deloire, A. J. (2019). Grape Flavonoid Evolution and Composition Under Altered Light and Temperature Conditions in Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.). *Frontiers in Plant Science*, 10, 1-19. DOI:10.3389/fpls.2019.01062
- Bobeica, N., Poni, S., Hilbert, G., Renaud, C., Gomes, E., Delrot, S., & Dai, Z. (2015). Differential responses of sugar, organic acids and anthocyanins to source-sink modulation in Cabernet Sauvignon and Sangiovese grapevines. *Frontiers in Plant Science*, 6, 382. DOI:10.3389/fpls.2015.00382
- Borghesan, M., Pit, F. A., Gavioli, O., Malinovski, L. I., & Silva, A. L. d. (2011). Efeito da área foliar sobre a composição da uva e a qualidade sensorial dos vinhos da variedade Merlot (*Vitis vinifera* L.) cultivada em São Joaquim, SC, Brasil. *Ciência e Técnica Vitivinícola*, 26, 1-9.
- Brighenti, A. F., Rufato, L., Kretschmar, A. A., & Schlemper, C. (2011). Desempenho vitivinícola da Cabernet Sauvignon sobre diferentes porta-

- enxertos em região de altitude de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33(1), 96-102. DOI:10.1590/S0100-29452011005000039
- Dai, Z. W., Ollat, N., Gomès, E., Decroocq, S., Tandonnet, J.-P., Bordenave, L., . . . Delrot, S. (2011). Ecophysiological, Genetic, and Molecular Causes of Variation in Grape Berry Weight and Composition: A Review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 62(4), 413-425. DOI:10.5344/ajev.2011.10116
- Del-Castillo-Alonso, M. A., Diago, M. P., Monforte, L., Tardaguila, J., Martinez-Abaigar, J., & Nunez-Olivera, E. (2015). Effects of UV exclusion on the physiology and phenolic composition of leaves and berries of *Vitis vinifera* cv. Graciano. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(2), 409-416. DOI:10.1002/jsfa.6738
- Del-Castillo-Alonso, M. A., Diago, M. P., Tomas-Las-Heras, R., Monforte, L., Soriano, G., Martinez-Abaigar, J., & Nunez-Olivera, E. (2016). Effects of ambient solar UV radiation on grapevine leaf physiology and berry phenolic composition along one entire season under Mediterranean field conditions. *Plant Physiology and Biochemistry*, 109, 374-386. DOI:10.1016/j.plaphy.2016.10.018
- Delcambre, A., & Saucier, C. (2012). Identification of new flavan-3-ol monoglycosides by UHPLC-ESI-Q-TOF in grapes and wine. *Journal of Mass Spectrometry*, 47(6), 727-736. DOI:10.1002/jms.3007
- Dutra, S. V., Adami, L., Marcon, A. R., Carnieli, G. J., Roani, C. A., Spinelli, F. R., . . . Vanderlinde, R. (2013). Characterization of wines according the geographical origin by analysis of isotopes and minerals and the influence of harvest on the isotope values. *Food Chemistry*, 141(3), 2148-2153. DOI:10.1016/j.foodchem.2013.04.106
- Ferrer, M., Pereyra, G., Salvarrey, J., Arrillaga, L., & Fourment, M. (2020). 'Tannat' (*Vitis vinifera* L.) as a model of responses to climate variability. *Vitis*, 59, 41-46. DOI:10.5073/vitis.2020.59.41-46
- Fontana, A., Rodriguez, I., & Cela, R. (2017). Accurate determination of 3-alkyl-2-methoxypyrazines in wines by gas chromatography quadrupole time-of-flight tandem mass spectrometry following solid-phase extraction and dispersive

- liquid-liquid microextraction. *Journal of Chromatography A*, 1515, 30-36. DOI:10.1016/j.chroma.2017.07.085
- Ghanem, C., Taillandier, P., Rizk, M., Rizk, Z., Nehme, N., Souchard, J. P., & El Rayess, Y. (2017). Analysis of the impact of fining agents types, oenological tannins and mannoproteins and their concentrations on the phenolic composition of red wine. *LWT - Food Science and Technology*, 83, 101-109. DOI:10.1016/j.lwt.2017.05.009
- Gregan, S. M., & Jordan, B. (2016). Methoxypyrazine Accumulation and O-Methyltransferase Gene Expression in Sauvignon blanc Grapes: The Role of Leaf Removal, Light Exposure, and Berry Development. *J Agric Food Chem*, 64(11), 2200-2208. DOI:10.1021/acs.jafc.5b05806
- Hichri, I., Barrieu, F., Bogs, J., Kappel, C., Delrot, S., & Lauvergeat, V. (2011). Recent advances in the transcriptional regulation of the flavonoid biosynthetic pathway. *Journal of Experimental Botany*, 62(8), 2465-2483. DOI:10.1093/jxb/erq442
- Kotseridis, Y. S., Spink, M., Brindle, I. D., Blake, A. J., Sears, M., Chen, X., . . . Pickering, G. J. (2008). Quantitative analysis of 3-alkyl-2-methoxypyrazines in juice and wine using stable isotope labelled internal standard assay. *Journal of Chromatography A*, 1190(1-2), 294-301. DOI:10.1016/j.chroma.2008.02.088
- Leão, P. C. d. S., Nunes, B. T. G., & Lima, M. A. C. d. (2016). Canopy management effects on 'Syrah' grapevines under tropical semi-arid conditions. *Scientia Agricola*, 73(3), 209-216. DOI:10.1590/0103-9016-2014-0408
- Lei, Y., Xie, S., Guan, X., Song, C., Zhang, Z., & Meng, J. (2018). Methoxypyrazines biosynthesis and metabolism in grape: a review. *Food Chemistry*, 245, 1141-1147. DOI:10.1016/j.foodchem.2017.11.056
- Lemut, M. S., Trost, K., Sivilotti, P., & Vrhovsek, U. (2011). Pinot Noir grape colour related phenolics as affected by leaf removal treatments in the Vipava Valley. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(6), 777-784. DOI:10.1016/j.jfca.2011.03.003
- Luciano, R. V., Albuquerque, J. A., Rufato, L., Miquelluti, D. J., & Warmling, M. T.

- (2013). Condições meteorológicas e tipo de solo na composição da uva 'Cabernet Sauvignon'. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48(1), 97-104. DOI:10.1590/s0100-204x2013000100013
- Marcon Filho, J. L., Hipólito, J. D. S., Macedo, T. A. D., Kretzschmar, A. A., & Rufato, L. (2015). Raleio de cachos sobre o potencial enológico da uva 'Cabernet Franc' em duas safras. *Ciência Rural*, 45(12), 2150-2156. DOI:10.1590/0103-8478cr20140995
- Miele, A., & Mandelli, F. (2012). Canopy management and its effect on the yield components of the Merlot grapevine. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 34(4), 964-973. DOI:10.1590/S0100-29452012000400002
- Miele, A., & Rizzon, L. A. (2013). Intensidades da poda seca e do desbaste de cacho na composição da uva Cabernet Sauvignon. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35(4), 1081-1092. DOI:10.1590/S0100-29452013000400020
- Mori, K., Goto-Yamamoto, N., Kitayama, M., & Hashizume, K. (2007). Loss of anthocyanins in red-wine grape under high temperature. *Journal of Experimental Botany*, 58(8), 1935-1945. DOI:10.1093/jxb/erm055
- Mozzon, M., Savini, S., Boselli, E., & Thorngate, J. H. (2016). The herbaceous character of wines. *Italian Journal of Food Science*, 28(2), 190-207. DOI:10.14674/1120-1770/ijfs.v304
- Naor, A., Gal, Y., & Bravdo, B. (1997). Crop load affects assimilation rate, stomatal conductance, stem water potential and water relations of field-grown Sauvignon blanc grapevines. *Journal of Experimental Botany*, 48(314), 1675-1680. DOI:10.1093/jxb/48.9.1675
- Nicolli, K., Biasoto, A., Guerra, C., dos Santos, H., Correa, L., Welke, J., & Zini, C. (2020). Effects of Soil and Vineyard Characteristics on Volatile, Phenolic Composition and Sensory Profile of Cabernet Sauvignon Wines of Campanha Gaúcha. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 31(6), 1110-1124. DOI:10.21577/0103-5053.20190276
- Parker, A. K., García de Cortázar-Atauri, I., Gény, L., Spring, J.-L., Destrac, A., Schultz, H., . . . van Leeuwen, C. (2020). Temperature-based grapevine sugar ripeness modelling for a wide range of *Vitis vinifera* L. cultivars. *Agricultural and Forest Meteorology*, 285-286. DOI:10.1016/j.agrformet.2020.107902

- Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., & Dubourdieu, D. (2006). *Handbook of Enology* (Vol. 2). Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.
- Rizzon, L. A., & Sganzerla, V. M. A. (2007). Tartaric and malic acids in the must grapes of Bento Gonçalves-RS, Brazil. *Ciência Rural*, 37(3), 911-914. DOI:10.1590/S0103-84782007000300053
- Streck, E. V., Kämpf, N., Dalmolin, R. S. D., Klamt, E., Nascimento, P. C., Schneider, P., . . . Pinto, L. F. S. (2008). *Solos do Rio Grande do Sul* (Vol. 2). Porto Alegre: UFRGS.
- Sun, R. Z., Cheng, G., Li, Q., He, Y. N., Wang, Y., Lan, Y. B., . . . Wang, J. (2017). Light-induced Variation in Phenolic Compounds in Cabernet Sauvignon Grapes (*Vitis vinifera* L.) Involves Extensive Transcriptome Reprogramming of Biosynthetic Enzymes, Transcription Factors, and Phytohormonal Regulators. *Frontiers in Plant Science*, 8, 547. DOI:10.3389/fpls.2017.00547
- Tonietto, J., Ruiz, V. S., & Gómez-Miguel, V. D. (2012). *Clima, zonificación y tipicidad del vino en regiones vitivinícolas iberoamericanas*. Madrid: CYTED.
- Wang, H., Race, E. J., & Shrikhande, A. J. (2004). Anthocyanin Transformation in Cabernet Sauvignon Wine during Aging. In *Red Wine Color* (pp. 198-216).
- Würz, D. A., Marcon Filho, J. L., Brighenti, A. F., Allebrandt, R., Bem, B. P. d., Magro, M., . . . Kretzschmar, A. A. (2017). Effect of shoot topping intensity on 'Cabernet Franc' grapevine maturity in high-altitude region. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52(10), 946-950. DOI:10.1590/s0100-204x2017001000015
- Würz, D. A., Rufato, L., Bogo, A., Allebrandt, R., Pereira de Bem, B., Marcon Filho, J. L., . . . Bonin, B. F. (2020). Effects of leaf removal on grape cluster architecture and control of Botrytis bunch rot in Sauvignon Blanc grapevines in Southern Brazil. *Crop Protection*, 131. DOI:10.1016/j.cropro.2020.105079
- Zhang, P., Wu, X., Needs, S., Liu, D., Fuentes, S., & Howell, K. (2017). The Influence of Apical and Basal Defoliation on the Canopy Structure and Biochemical Composition of *Vitis vinifera* cv. Shiraz Grapes and Wine. *Frontiers in Chemistry*, 5. DOI:10.3389/fchem.2017.00048
- Zhuang, S., Tozzini, L., Green, A., Acimovic, D., & Howell, G. S. (2014). Impact of Cluster Thinning and Basal Leaf Removal on Fruit Quality of Cabernet Franc

(*Vitis vinifera* L.) Grapevines Grown in Cool Climate Conditions. *HortScience*, 49(6), 750-756. DOI:10.21273/HORTSCI.49.6.750

Zocche, R. G. S., Jacobs, S. A., Sampaio, N. V., Souza, V. Q. d., Carvalho, I. R., Nardino, M., . . . Rombaldi, C. V. (2017). Wines produced with 'Cabernet Sauvignon' grapes from the region of Bagé in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52(5), 311-318. DOI:10.1590/s0100-204x2017000500004

10 Considerações finais

Retomando aqui a hipótese deste trabalho onde afirma-se que “A altura do dossel afeta a produtividade e a qualidade do vinho”.

Essa afirmação não se confirmou, pois com resultados obtidos observa-se que com os manejos propostos de diferentes alturas do dossel vegetativo não houve diferença significativa nas principais variáveis agrônômicas, para esse vinhedo com essa idade e nessas condições descritas em materiais e métodos.

Mas em relação à qualidade uva e do mosto os tratamentos apresentaram diferença nas características físico-químicas, principalmente na concentração de açúcares redutores e nos valores de pH. Contudo na avaliação realizada nos quatro ciclos os resultados não se repetiram, **não houve uma sequencia de resultados que permita isolar um tratamento**, somente algumas tendências.

No vinho, as principais diferenças físico-químicas observadas são o reflexo das características encontradas no mosto oriundo dos distintos tratamentos como diferentes concentrações como é caso do álcool e do glicerol.

Com relação aos componentes de cor, IPT, principalmente no ciclo 2016/2017 o dossel vegetativo mais alto tende a proporcionar melhores resultados. Ao inverso o menor dossel maior tonalidade menos cor e IPT.

A antocianina individual só ocorreu alteração na safra 2016/2017 e não na principal antocianina desta uva a malvadinha.

Faz-se necessário uma análise sensorial para confirmar este fato assim com verificar se os resultados das análises referente a cor são perceptíveis sensorialmente.

De modo geral observou-se que mesmo diferença entorno de 50% no comprimento dos sarmentos, isso não alterou a produtividade e para a composição física química do mosto e do vinho em um ciclo foi maior impacto. Mesmo que a ideia desse trabalho não foi avaliar a diferença entre as safras e sim entre os

tratamentos, isso não impede que com os resultados obtidos observe-se que as variáveis climáticas influenciaram as safras tanto do ponto produtivo quanto da composição físico química da uva e conseqüentemente alterando o vinho. Poderia se dizer que para determinado ciclo, com determinado clima favoreceu ou desfavoreceu determinado tratamento. Pois com certeza com a modificação do dossel vegetativo proposto nesse trabalho altera o microclima e também a altera área responsável de produção dos fotoassimilados que estão estreitamente ligados as condições climáticas. Dessa forma dependendo do clima em cada ciclo os tratamentos respondem de forma distintas.

Entretanto esse resultados obtidos servem de referência a outros estudo com o proposito semelhante, ou induzir a realização de outros trabalhos complementares, assim como pode balizar o viticultor na tomada de decisão no gerenciamento do dossel vegetativo principalmente para da cultivar Cabernet Sauvignon no município de Dom Pedrito-RS,

REFERÊNCIAS

BORGHEZAN, Marcelo et al. Efeito da área foliar sobre a composição da uva e a qualidade sensorial dos vinhos da variedade Merlot (*Vitisvinifera* L.) cultivada em São Joaquim, SC, Brasil. *Ciência e Técnica Vitivinícola*, v. 26, n. 1, p. 1-9, 2011.

BRIGHENTI, ALBERTO FONTANELLA et al. Desponte dos ramos da videira e seu efeito na qualidade dos frutos de 'Merlot' sobre os porta-enxertos 'Paulsen 1103' e 'Couderc 3309'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 32, p. 19-26, 2010.

CADASTRO VITÍCOLA Produção de uvas e produtos vitivinícolas elaborados na safra 2020, no Estado do Rio Grande do Sul - resumo geral <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202007/08133156-sisdevin-dados-da-safra-2020.pdf>. Acesso em: 28 Set. 2020.

CAIRO, P. A. R.; OLIVEIRA, LEM de; MESQUITA, A. C. Análise de crescimento de plantas. *Vitória da Conquista: Edições UESB*, p. 72, 2008.

CARBONNEAU, A. Interet et codification du systeme de conduite em double palissage-lyre. *Compte Rendu, Bordeaux*, v. 4, p. 202-214, 1989.

CARNEIRO, Rui Gomes; MAZAFFERA, Paulo. relação fonte-dreno e absorção e transporte de minerais em plantas infectadas por nematoides. SILVA, JFV Relações parasito hospedeiro nas meloidoginoses da soja. Londrina: Embrapa Soja: Sociedade Brasileira de Nematologia, p. 630-693. 2001, 2001.

COPELLO, M. As regiões produtoras do Brasil. *Revista Anuário Vinho do Brasil. Baco multimídias*. São Paulo. SP. 2015.

DOS SANTOS, Kemily Fernanda Tróiset al. FRUTICULTURA: estudo do comércio internacional do mamão. *Revista Interface Tecnológica*, v. 15, n. 2, p. 323-335, 2018.

ENGELMANN, D. Da estância ao parreiral: um estudo de caso sobre a vitivinicultura em Santana do Livramento. *Dissertação – Universidade Federal do Rio Grande do*

Sul, Escola de Administração, Programa de Pós Graduação em Administração. Porto Alegre: 2009.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations.2005.Disponível em: www.fao.org . Acesso em: 15 dez. 2017.

FLOSS, Elmar Luiz. Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê. - 5 ed.- Passo Fundo RS. Ed. Universidade de Passo Fundo. UPF, 2011. 728pg.

FOGAÇA, Aline de Oliveira et al. Compostos fenólicos em uvas e vinhos da variedade Merlot. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal de Santa Maria.2012.

FREGONI, M. Viticulturadiqualità. Verona: **EdizioneI' Informatore Agrário**, 1998. 707p.

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

GONZÁLEZ-NEVES G.; BALADO J.; BARREIRO L.; R.BOCHICCHIO; GATTO G.; GIL G.; A.TESSORE . Efecto de algunasprácticas de manejo Del vinedo y de La vinificación em La composición fenólica y color de los vinos tintos. X Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia – 2003; p. 43 – 54.

GUEDES, PEDRO DE ALMEIDA et al., Relação fonte-dreno na formação de frutos: uma revisão bibliográfica. Revista da Rede de Ensino FTC. Ano VI, n. 3, 2008.

GUERRA, Celito Crivellaro. Maturação da uva e condução da vinificação para a elaboração de vinhos finos. In: Embrapa Uva e Vinho-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO MINEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 1., 2002, Andradas, MG. Viticultura e Enologia: atualizando conceitos. Caldas: EPAMIG, 2002, 2002.

http://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/docu. Acessado em: 01 de set. de 2020.

IBGE 2021, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística . Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>. Acessado em: 20 de abr. de 2021.

IBRAVIN, Cadastro vinícola. 2017, Disponível em: <http://www.ibravin.org.br/downloads/1426615141.pdf>, Acesso em: 22 jan. 2017.

KLIEWER, W. M. Grapevine physiology: how does a grapevine make sugar? **Berkeley**: University of California, 1981. 13p.

KLIEWER, W. M.; WOLPET, J. A.; BENZ, M. Trellis and vine spacing effects on growth, canopy microclimate, yield and fruit composition of Cabernet Sauvignon. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 526, p. 21-31, 2000

KLUGE, R. A. ASPECTOS FISIOLÓGICOS E ECOLÓGICOS DA FOTOSSÍNTESE. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz - rkluge@esalq.usp.br. Disponível em: [http://www.academico.uema.br/DOWNLOAD/FotossinteseKluge\[1\].pdf](http://www.academico.uema.br/DOWNLOAD/FotossinteseKluge[1].pdf). Acessado em: 02 fev. 2018.

LANGBECKER; T., B et al. . CADEIA PRODUTIVA DA UVA PARA VINHOS FINOS – UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE DOM PEDRITO – RS. (2015). Disponível em: [http://cdn.fee.tche.br/eeg/6/mesa13/Cadeia Produtiva da Uva para Vinhos Finos -Um Estudo de Caso no Municipio de Dom Pedrito RS.pdf](http://cdn.fee.tche.br/eeg/6/mesa13/Cadeia%20Produtiva%20da%20Uva%20para%20Vinhos%20Finos%20-%20Um%20Estudo%20de%20Caso%20no%20Municipio%20de%20Dom%20Pedrito%20RS.pdf) . Acessado em: 15 dez. 2017.

LARCHER, W. Ecofisiologia Vegetal. São Carlos: RIMA, 531p. 2000.

LIMA, Mariana Araguaia de Castro Sá. Tecidos condutores: xilema e floema, 2021. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/tecidos-condutores-xilema-floema.htm>. Acessado em: 15 de maio de 2021.

LOPES, N. F.; LIMA, M. G. S. Fisiologia da produção. Viçosa: Editora UFV, 2015.

MACEDO, Tiago Afonso et al. Manejo do dossel vegetativo e qualidade físicoquímica dos cachos de ‘Sangiovese’ e ‘Tempranillo’ em região microclimática de altitude. Revista de Ciências Agroveterinárias, v. 14, n. 2, p. 146-152, 2015.

MANDELLI, F.; MIELE, A. Embrapa Uva e Vinho: Uvas Viníferas para Processamento em Regiões de Clima Temperado. Sistema de Produção, 4 ISSN

1678-8761. Versão Eletrônica Jul./2003. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvaAmericanaHibridaClimaTemperado/poda.htm>. Acessado em: 12 dez. 2017.

MANDELLI, Francisco et al. Efeito da poda verde na composição físico-química do mosto da uva Merlot. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 30, n. 3, p. 667-674, 2008.

MELLO, LMR de. Cadastro Vitícola mostra o novo mapa da viticultura no Rio Grande do Sul. Embrapa uva e vinho, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-denoticias/-/noticia/21842668/cadastro-viticola-mostra-o-novo-mapa-da-viticultura-norio-grande-do-sul>. Acesso em 10 nov. 2017.

MELLO, LMR de. Desempenho da vitivinicultura brasileira em 2015. Embrapa uva e vinho, 2016.

MIELE, A., & RIZZON, L. A. Intensidades da poda seca e do desbaste de cacho na composição da uva Cabernet Sauvignon. Revista Brasileira de Fruticultura, 35(4), 1081-1092, 2013.

MIELE, A., MIOLO, A. O sabor do vinho. Bento Gonçalves: Vinícola Miolo/ EMBRAPA Uva e vinho, 2003. 136 p.

MIELE, ALBERTO; MANDELLI, FRANCISCO. Manejo do dossel vegetativo e seu efeito nos componentes de produção da videira Merlot. Embrapa Uva e Vinho Artigo em periódico indexado (ALICE), 2012.

MIELE, Alberto; RIZZON, Luiz Antenor; MANDELLI, Francisco. Manejo do dossel vegetativo da videira e seu efeito na composição do vinho Merlot. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 44, n. 5, p. 463-470, 2010.

MOTA, Renata Vieira da et al. Biochemical and agronomical responses of grapevines to alteration of source-sink ratio by cluster thinning and shoot trimming. Bragantia, v. 69, n. 1, p. 17-25, 2010.

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

NACHTIGAL, J. C.; ROBERTO, S. F..Sistema de Produção de Uva de Mesa no Norte do Paraná. Embrapa uva e vinho sistema de produção, V 10 ISSN 1678-8761. Versão eletrônica Dez. 2005.

Organização Internacional da uva e do Vinho (OIV) 2021. Paris, France. Disponível em: <https://www.oiv.int/>, Acessado em: 20 Abr. 2021. Organização Internacional da uva e do Vinho (OIV) 2021. Paris, France. Disponível em: <https://www.oiv.int/> , Acessado em: 20 Abr. 2021.

PERES, L. E. P. Transporte no floema. Apostila Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2001.

PERUZZO, E. L. Efeitos do sombreamento e da área foliar na produção e qualidade do fruto de *Vitislabrusca* L., c. v “Niagara Rosada”. 1990. 69 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1990.

PIMENTEL, C. Metabolismo de carbono na agricultura tropical. Seropédica: Edur, 1998. 150p.

PONI, S.; BERNIZZONI, F.; BRIOLA, G.; CENNI, A. Effects of early leaf removal on cluster morphology, shoot efficiency and grape quality in two *Vitisvinifera* cultivars. Acta Horticulturae, n.689, p.217-226, 2005.

PÖTTER, Gabriela Hermann et al. Desfolha parcial em videiras e seus efeitos em uvas e vinhos Cabernet Sauvignon da região da Campanha do Rio Grande do Sul, Brasil. Ciência Rural, v. 40, n. 9, 2010.

REGINA, M. de A. et al. Sistemas de condução para a videira. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 19, n. 194, p. 28-33, 1998.

REGINA, M. de A.; CARBONNEAU, A. trocas gasosas em videira sob regime de estresse hídrico: II fotorrespiração e comportamento varietal. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 34, n. 1, p. 37-43, jan. 1999.

RIBÉREAU-GAYON, Pascal et al. (Ed.). Handbook of enology, Volume 1: The microbiology of wine and vinifications. John Wiley & Sons, 2006.

RIZZON, Luiz Antenor; MIELE, Alberto. Acidez na vinificação em tinto das uvas Isabel, Cabernet Sauvignon e Cabernet Franc. *Ciência Rural*, v. 32, n. 3, p. 511-515, 2002.

RIZZON, Luiz Antenor; ZANUS, Mauro Celso; MANFREDINI, Sadi. Como elaborar vinho de qualidade na pequena propriedade. Embrapa Uva e Vinho-Documents (INFOTECA-E), 1996.

ROITSCH, T.; BALIBREA, M.E.; HOFMANN, M.; PROELS, R.; SINHA, A.K. Extracellular invertases: metabolic enzyme and metabolic protein. *Journal of Experimental Botany*, Lancaster, v.54, n.382, p. 513-524, 2003.

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

SCHNEIDER, C. H. Introduction à l'écophysiologie viticole. Application aux systèmes de conduite. *Bulletin de l'OIV*, v. 62, n. 701-702, p. 498-515, 1989.

SEAB/DERA Secretaria de Agricultura e de Abastecimento e Departamento de ECONOMIA Rural do Paraná. Prognóstico 2020. Disponível em:

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

SMART, Richard et al. Sunlight into wine: a handbook for winegrape canopy management. Winetitles, 1991.

STRECK, E.V. et al. Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, 2002. 222p. Disponível em:<http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=INIA.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=031722> Acesso em: 24 out. 2017.

TAIZ, Lincoln et al. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. Artmed Editora, 2017.

VINHOS DA CAMPANHA. Associação vinhos da campanha. 2015. Disponível em: <http://vinhosdacampanha.com.br/> . Acessado em: 15 out. 2017.

VINHOS DA CAMPANHA: Território - Localização Geográfica. Disponível em: <http://www.vinhosdacampanha.com.br/>. Acessado em: 14 de abril de 2017.

ZOCCHÉ, Renata Gimenez Sampaio et al. Wines produced with 'Cabernet Sauvignon' grapes from the region of Bagé in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 5, p. 311-318, 2017.

APENDICÊS

Apêndice A - Mapa de localização do vinhedo,



Figura – Área destacada em vermelho é o local onde o experimento está instalado, Localização do vinhedo no município de Dom Pedrito-RS, Brasil ($31^{\circ} 01' 27''$ S, $54^{\circ} 36' 16''$ W, altitude 159m),

Apêndice B- Análise de solo de área experimental,

Diagnóstico para micronutrientes e relações molares

Registro	Cu	Zn	B	Fe	Mn	Na	Relações Molares		
	-----mg/dm ³ -----						Ca/Mg	(Ca+Mg)/K	K/(Ca+Mg) ^{1/2}
16896	4,108	2,755	0,2	--X--	--X--	--X--	2,3	31,10	0,116
16897	3,183	1,271	0,2	--X--	--X--	--X--	3,1	66,40	0,051
16898	5,666	2,096	0,3	--X--	--X--	--X--	2,6	101,00	0,038
16899	2,149	1,347	0,3	--X--	--X--	--X--	2,1	38,00	0,094
16900	6,154	2,421	0,4	--X--	--X--	--X--	2,9	49,90	0,07
16901	2,362	4,094	0,3	--X--	--X--	--X--	3	91,90	0,039

Matrícula:

Registro	Cx.	Cel.	Identificação da amostra	Área (ha)	Sistema de cultivo	Prof. (cm)	Georef.
16896	C281	5	Amostra 1			0-20 cm	
16897	C281	6	Amostra 2			0-40 cm	
16898	C281	7	Amostra 3			0-20 cm	
16899	C281	8	Amostra 1			0-40 cm	
16900	C281	9	Amostra 2			0-20 cm	
16901	C281	10	Amostra 3			0-40 cm	

Diagnóstico para acidez do solo e calagem

Registro	pH água 1:1	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC efet.	Saturação (%)		Índice SMP
		cmol _d dm ⁻³					Al	Bases	
16896	5,9	9,1	3,9	0,0	3,9	13,5	0,0	77,4	6,1
16897	5,6	8,8	2,8	0,0	7,7	11,7	0,0	60,4	5,5
16898	5,9	10,4	4,0	0,0	4,9	14,6	0,0	74,8	5,9
16899	5,7	8,7	4,1	0,0	4,4	13,2	0,0	74,9	6,0
16900	6,1	9,1	3,2	0,0	3,9	12,5	0,0	76,4	6,1
16901	5,3	9,9	3,3	0,3	4,4	13,6	2,2	75,1	6,0

Diagnóstico para macronutrientes e recomendação de adubação NPK-S

Registro	% MO	% Argila	Textura	S	P-Mehlich	C Total	K	CTC pH7	K
	-----m/v-----			-----mg/dm ³ -----			-----g.kg ⁻¹ -----	-----cmol _d dm ⁻³ -----	
16896	2,3	27,0	3,0	14,8	7,6	--X--	0,419	17,4	164,0
16897	2,1	27,0	3,0	15,7	4,3	--X--	0,174	19,4	68,0
16898	2,1	28,0	3,0	13,7	3,1	--X--	0,143	19,5	56,0
16899	2,0	31,0	3,0	20,6	3,4	--X--	0,338	17,6	132,0
16900	2,4	24,0	3,0	14,6	7,2	--X--	0,246	16,4	96,0
16901	2,0	30,0	3,0	22,1	4,1	--X--	0,143	17,7	56,0

Figura -Análise de solo (macro e micro nutrientes) realizado na área do experimento no ciclo 2015/16,