

RICARDO ALLEBRANDT

**EQUILÍBRIOS VEGETO PRODUTIVO E POTENCIAL ENOLÓGICO DE
VIDEIRAS EUROPEIAS SOBRE DIFERENTES PORTA-ENXERTOS**

Tese apresentada ao Curso de Pós-graduação em Produção Vegetal, na Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Leo Rufato
Coorientador: Dr. Alberto Fontanella Brighenti

**LAGES
2018**

Ficha catalográfica elaborada pelo(a) autor(a), com auxílio
do programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CAV/UDESC

Allebrandt, Ricardo Equilíbrio vegeto produtivo
e potencial enológico de videiras europeias sobre
diferentes portaenxertos / Ricardo Allebrandt. -
Lages , 2018. 94 p.

Orientador: Leo Rufato
Co-orientador: Alberto Fontanella Brighenti
Tese (Doutorado) - Universidade do Estado de
Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em
Produção Vegetal, Lages, 2018.

1. Vitis vinifera. 2. Enxertia. 3. Produção.
4. Vigor. I. Rufato, Leo. II. Fontanella Brighenti,
Alberto. III. Universidade do Estado de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias,
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. IV.
Título.

RICARDO ALLEBRANDT

**EQUILÍBRIO VEGETO PRODUTIVO E POTENCIAL ENOLÓGICO DE VIDEIRAS
EUROPEIAS SOBRE DIFERENTES PORTA-ENXERTOS**

Tese apresentada ao Curso de Pós-graduação em Produção Vegetal, na Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Produção Vegetal.

Banca Examinadora:

Orientador:

(Prof. Dr. Leo Rufato)

Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC/CAV

Membros:

(Dr. André Luiz Kükamp de Souza)

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI

(Dra. Carolina Pretto Panceri)

Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC

(Dr. Cristiano André Steffens)

Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC/CAV

(Dr. Marcelo Alves Moreira)

Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC/CAV

Lages, 5 de julho de 2018

AGRADECIMENTO

Agradeço aos meus pais, Paulo e Teresinha, pelo apoio e amor incondicional durante toda a minha vida. Aos meus irmãos Camila e Paulo Cesar, à minha cunhada Jamile e às minhas sobrinhas Beatriz e Júlia, pelos momentos especiais em família que renovam as nossas energias e tornam os dias mais leves.

Agradeço à minha companheira, Fernanda Espíndola Assumpção Bastos, por estar ao meu lado em todos os momentos de alegrias, conquistas, e principalmente de dificuldades. Tudo fica mais fácil ao seu lado.

Agradeço ao meu orientador e amigo, Professor Leo Rufato, por acreditar no meu potencial e por constantemente estimular o meu crescimento acadêmico e profissional. Obrigado pela parceria nesses 6 anos de CAV e pelos ensinamentos de profissão e de vida.

À Professora Aike Anneliese Kretzchmar, minha amiga e conterrânea, pelo companheirismo e apoio incondicional em todos os momentos durante minha vida Caviana.

Ao amigo José Luiz Marcon Filho, que foi um dos meus mestres na área da viticultura, e contribuiu muito para a minha formação. Ao Douglas André Würz, grande parceiro de trabalhos da viticultura, sempre solícito a ajudar com o que fosse preciso. À Betina Pereira de Bem, pela parceria desde os tempos da graduação. Foi uma honra trabalhar ao lado de vocês, com quem aprendi muito. Espero poder continuar nossa parceria no futuro. Aos colegas Marcus, Adrielen e Juliana, obrigado pela ajuda durante os experimentos e pela parceria na vinificação e análises. Contem sempre comigo.

Ao professor Marcelo Alves Moreira, pela grande ajuda nas análises de HPLC. À servidora pública Katia Wiggeres, pelo apoio em todos os assuntos relacionados ao programa de pós-graduação.

A todo o grupo da Fruticultura CAV/UDESC, pela camaradagem, apoio nos experimentos e pelas festas.

À Universidade do Estado de Santa Catarina, por fornecer estrutura e apoio de pessoal para a realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de doutorado no Brasil e pela concessão de bolsa no Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior (PDSE).

À Instituição Plant and Food Research, por me receber para o período de doutorado sanduíche, e fornecer toda estrutura necessária para a realização de parte desta tese. A todos os funcionários da instituição, pela camaradagem e solicitude durante todo o tempo em que estive na Nova Zelândia.

Ao Dr Mike Trought, pela coorientação e amizade durante o período de doutorado sanduíche, e pelos grandes ensinamentos na área da viticultura. Ao Dr Adam Friend, pela grande parceria nos trabalhos com porta-enxertos na Nova Zelândia. À Sue Neal, pelo grande apoio durante o período que fiquei no Plant and Food Research. Por não medir esforços em me ajudar com o que fosse preciso.

RESUMO

Há mais de um século, a viticultura deixou de ser a cultura de uma espécie ou uma variedade de videira, e passou a ser o cultivo de uma planta composta de dois genótipos: um para gerar o sistema radicular e o outro para produzir os frutos. Para se adaptar a essa nova realidade, a cadeia produtiva da uva e seus derivados tem desenvolvido estudos e pesquisas que vão desde o momento da enxertia até a degustação do vinho. Apesar do grande número de estudos sobre a influência dos porta-enxertos sobre o desempenho de variedades copa, muitos processos dessa interação ainda são desconhecidos. Esta tese de doutorado teve por objetivo avaliar o efeito dos porta-enxertos sobre o crescimento vegetativo, a produtividade e o potencial enológico de uvas destinadas à produção de vinhos finos. No primeiro capítulo, avaliou-se o efeito dos porta-enxertos P1103, 3309C e 101-14 sobre o desempenho produtivo e enológico das variedades Cabernet Sauvignon e Merlot. Para tanto, foram realizados experimentos em dois locais do Planalto Sul de Santa Catarina, durante os anos de 2014 e 2017. Esse experimento buscou discriminar variações na composição química dos vinhos, como resposta às modificações (mediadas pelos porta-enxertos) do equilíbrio entre as partes vegetativas e reprodutivas das videiras. O segundo capítulo foi desenvolvido durante o período de doutorado sanduíche na instituição Plant and Food Research, na região de Marlborough, Nova Zelândia, entre outubro de 2017 a abril de 2018. Em Marlborough, foi realizado um experimento em vasos com plantas novas de Sauvignon Blanc em combinação com sete porta-enxertos e submetidas ao estresse hídrico. A ideia desse experimento foi avaliar exclusivamente o efeito dos porta-enxertos sobre o vigor da videira, com o intuito de verificar se as modificações de vigor, causadas por porta-enxertos (e geralmente observadas em plantas adultas), são notadas nos primeiros meses após o plantio. Os porta-enxertos testados nesse experimento foram: 3309C, Schwarzmann, 5C, SO4, Gravesac, P1103 e Riparia. No primeiro capítulo, destacam-se como principais resultados: as produções da uva Cabernet Sauvignon nos porta-enxertos P1103 e 3309C, que foram 15,5 e 46,3% maiores do que em 101-14, nas áreas de Painel (5,2kg) e em São Joaquim (3,9kg). No entanto, P1103 diminuiu compostos flavonoides nos vinhos. O porta-enxerto 3309C melhorou os índices de equilíbrio vegeto produtivo das variedades Cabernet Sauvignon e Merlot. Além disso, diminuiu o tamanho das bagas de Cabernet Sauvignon e aumentou a concentração de compostos flavonoides nos vinhos. O porta-enxerto 101-14 diminuiu o tamanho das bagas de Merlot e aumentou a concentração dos compostos flavonoides nos vinhos. No segundo capítulo, observou-se que os porta-enxertos não influenciaram de forma consistente na taxa de crescimento dos ramos de Sauvignon Blanc, mas alteraram a alocação de matéria seca entre raízes e ramos. O porta-enxerto Gravesac acumulou a maior proporção maior de biomassa nas raízes ($0,28 \text{ g.g}^{-1}$), e o porta-enxerto P1103 conferiu a maior densidade de matéria seca nas raízes ($0,31 \text{ g.cm}^{-3}$). De modo geral, os resultados da presente tese revelaram que o efeito do porta-enxerto no desenvolvimento de videiras fica mais claro quando plantas maduras são avaliadas. Esta afirmação é apoiada nos resultados mostrados no primeiro capítulo, onde os porta-enxertos alteraram significativamente o equilíbrio da videira, o tamanho da baga e a composição fenólica do vinho. No entanto, em videiras jovens, nenhuma mudança no vigor da variedade copa foi observada, nos primeiros meses após o plantio, mas o que realmente variou foi a alocação de massa seca para as estruturas de tronco e raízes dos próprios porta-enxertos. Estas observações sugerem que o efeito de porta-enxertos sobre o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de

variedades copa de videiras é determinado por processos que se acumulam ao longo de vários ciclos.

Palavras-chave: *Vitis vinifera* L. Enxertia. Produção. Vigor.

ABSTRACT

For more than a century ago, viticulture went from being a cultivation of one species or a grape variety to being the cultivation of a plant composed of two genotypes: one responsible for growing the root system, and the other for producing the fruit. In order to adapt to the new reality, a great amount of research has been done, and the diversity of studies ranges from grafting techniques to sensory analysis. Despite the large number of studies on the influence of rootstocks on scion performance, many aspects of the interaction between rootstocks and scion are still unclear. The present Thesis aimed to evaluate the effect of rootstocks on the vegetative growth, yield performance and oenological potential of winegrapes. In the first chapter, the effect of the rootstocks P1103, 3309C and 101-14 on the yield and oenological performance of the Cabernet Sauvignon and Merlot varieties was evaluated. The experiments were carried out in two sites of the Southern Plateau of Santa Catarina, during the years 2014 and 2017. This experiment sought to discriminate variations in the chemical composition of the wines, in response to the modifications (mediated by the rootstocks) of the balance between the vegetative and reproductive parts of the vines. The second chapter was developed during the sandwich doctorate period at Plant and Food Research in the Marlborough region, in New Zealand, between October 2017 and April 2018. In Marlborough, a pot trial was carried out with water stressed young Sauvignon Blanc vines grafted onto seven rootstocks. The idea of this experiment was to evaluate exclusively the effect of the rootstocks on the vigor of the vine, in order to verify if the modifications of vigor, caused by rootstocks (and generally observed in adult plants), are noticed in the first months after planting. The rootstocks tested in this experiment were: 3309C, Schwarzmann, 5C, SO4, Gravesac, P1103 and Riparia. In the first chapter, the yield of Cabernet Sauvignon on rootstocks P1103 and 3309C were 15.5 and 46.3% higher than 101-14, in Painel-SC (5.2kg) and in São Joaquim (3.9kg). However, P1103 decreased flavonoid compounds in the wines. The 3309C rootstock improved balance of Cabernet Sauvignon and Merlot. In addition, 3309C increased the concentration of flavonoid compounds in Cabernet Sauvignon wines. 101-14 decreased Merlot's berry size and increased the concentration of flavonoid compounds in its wines. In the second chapter, it was observed that rootstocks did not influence shoot growth rate of Sauvignon Blanc, but altered the dry matter allocation between roots and shoots. Gravesac accumulated the highest proportion of biomass in the roots (0.28 g.g^{-1}), and P1103 conferred the highest root dry matter density (0.31 g.cm^{-3}). The results of the present thesis revealed that the effect of rootstock on grapevines development is more clear when assessing mature vineyards. This affirmation is supported on the results shown in the first chapter, where rootstocks significantly altered vine balance, berry size and wine phenolics. However, in young vines, no change in vigor of the scion was observed during the first months after planting, and what actually varied was the allocation of dry mass to the trunk structures and roots of the rootstocks themselves. These observations suggest that the effect of rootstocks on the vegetative and reproductive development of scion varieties is determined by cumulative processes over several cycles.

Keywords: *Vitis vinifera* L. Grafting. Yield. Vigor.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Precipitação acumulada mensal (mm) e temperatura média mensal (°C) em Blenheim, Marlborough, Nova Zelândia, médias do 2017/2018 e da série histórica de 1986 a 2017..... | 62 |
| Figura 2 - Soma térmica de graus-dia desenvolvimento (GDD, °C) em Blenheim, Marlborough, Nova Zelândia, médias do 2017/2018 e da série histórica de 1986 a 2017..... | 63 |
| Figura 3 - Teor de umidade relativa do solo de vasos sob cultivo de videiras novas da variedade Sauvignon Blanc (<i>Vitis vinifera L.</i>) submetidas ao estresse hídrico, em Blenheim, Marlborough, Nova Zelândia, ciclo 2017/2018..... | 64 |
| Figura 4 - Comprimento do ramo principal (cm) em função da soma térmica em graus-dias desenvolvimento (GDD, °C) em videiras novas de Sauvignon Blanc (<i>Vitis vinifera L.</i>) sobre diferentes porta-enxertos, e submetidas a dois tratamentos de irrigação: controle (a) e estresse hídrico (b). Plantas conduzidas em um único sarmento sem ramos laterais e inflorescências, em Blenheim, Marlborough, Nova Zelândia, ciclo 2017/2018. Média ± erro padrão (n=4 a 5)..... | 68 |
| Figura 5 - Emergência de folhas em função da soma térmica em graus-dias desenvolvimento (GDD, °C) em videiras novas de Sauvignon Blanc (<i>Vitis vinifera L.</i>) sobre diferentes porta-enxertos, e submetidas a dois tratamentos de irrigação: controle (a) e estresse hídrico (b). Plantas conduzidas em um único sarmento sem ramos laterais e inflorescências, em Blenheim, Marlborough, Nova Zelândia, ciclo 2017/2018. Média ± erro padrão (n=4 a 5)..... | 69 |
| Figura 6 - Tempo térmico (GDD, °C) entre a emergência de duas folhas sucessivas, calculado para o intervalo 200-640 GDD, em videiras novas de Sauvignon Blanc (<i>Vitis vinifera L.</i>) sobre diferentes porta-enxertos, em Blenheim, Marlborough, Nova Zelândia, ciclo 2017/2018. Média ± erro padrão (n=9 a 10)..... | 69 |
| Figura 7 - Volume do ramo (cm ³) em função da soma térmica em graus-dias desenvolvimento (GDD, °C) em videiras novas de Sauvignon Blanc (<i>Vitis vinifera L.</i>) sobre diferentes porta-enxertos, e submetidas a dois tratamentos de irrigação: controle (a) e estresse hídrico (b). Plantas conduzidas em um único sarmento sem ramos laterais e inflorescências, em Blenheim, Marlborough, Nova Zelândia, ciclo 2017/2018. Média ± erro padrão (n=4 a 5)..... | 70 |
| Figura 8 - Taxa de crescimento relativa de volume do ramo (cm ³) em função da soma térmica em graus-dias desenvolvimento (GDD, °C) em videiras novas de Sauvignon Blanc (<i>Vitis vinifera L.</i>) sobre diferentes porta-enxertos, e submetidas a dois tratamentos de irrigação: controle (a) e estresse hídrico (b). Plantas conduzidas em um único sarmento sem ramos laterais e inflorescências, em Blenheim, Marlborough, Nova Zelândia, ciclo 2017/2018. Média ± erro padrão (n=4 a 5)..... | 71 |

- Figura 9 - Proporção de matéria seca (g g^{-1}) alocada para os diferentes compartimentos de plantas novas de Sauvignon Blanc (*Vitis vinifera L.*) sobre diferentes porta-enxertos, conduzidas em um único ramo, sem ramos laterais ou inflorescências, em Blenheim, Marlborough, Nova Zelândia, em 08 de janeiro de 2018. Média \pm erro padrão ($n=10$). As letras indicam o teste LSD de Fisher ($p<0,05$)..... 73
- Figura 10 - Proporção de matéria seca (g g^{-1}) alocada para os diferentes compartimentos de plantas novas de Sauvignon Blanc (*Vitis vinifera L.*) sobre diferentes porta-enxertos. Plantas conduzidas em um único ramo, sem ramos laterais ou inflorescências, em Blenheim, Marlborough, Nova Zelândia, em 27 de fevereiro de 2018. Média \pm erro padrão ($n=10$). As letras indicam o teste LSD de Fisher ($p<0,05$)..... 73
- Figura 11 - Volume de raiz (cm^3) e densidade de matéria seca por volume de raiz (g cm^{-3}) de diferentes porta-enxertos sob Sauvignon Blanc (*Vitis vinifera L.*), e cultivados em vasos, entre 25 de setembro de 2017 a 08 de janeiro de 2018, em Blenheim, Marlborough, Nova Zelândia Média \pm erro padrão ($n=10$). As letras indicam o teste LSD de Fischer ($p<0,05$)..... 77
- Figura 12 - Volume de raiz (cm^3) e densidade de matéria seca por volume de raiz (g cm^{-3}) de diferentes porta-enxertos sob Sauvignon Blanc (*Vitis vinifera L.*), e cultivados em vasos, entre 25 de setembro de 2017 a 27 de fevereiro de 2018, em Blenheim, Marlborough, Nova Zelândia Média \pm erro padrão ($n=10$). As letras indicam o teste LSD de Fischer ($p<0,05$)..... 78

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabela 1 | - Componentes de produção da videira Cabernet Sauvignon (<i>Vitis vinifera L.</i>) sobre diferentes porta-enxertos, cultivada em Painel e em São Joaquim, durante os ciclos 2014/15, 2015/16 e 2016/17..... | 40 |
| Tabela 2 | - Componentes de produção da videira Merlot (<i>Vitis vinifera L.</i>) sobre diferentes porta-enxertos, cultivada em Painel, durante os ciclos 2014/15, 2015/16 e 2016/17..... | 41 |
| Tabela 3 | - Característica de vigor da videira Cabernet Sauvignon (<i>Vitis vinifera L.</i>) sobre diferentes porta-enxertos, cultivada em Painel e em São Joaquim, durante os ciclos 2014/15, 2015/16 e 2016/17..... | 43 |
| Tabela 4 | - Característica de vigor da videira Merlot (<i>Vitis vinifera L.</i>) sobre diferentes porta-enxertos, cultivada em Painel, durante os ciclos 2014/15, 2015/16 e 2016/17..... | 44 |
| Tabela 5 | - Equilíbrio vegeto:produtivo da videira Cabernet Sauvignon (<i>Vitis vinifera L.</i>) sobre diferentes porta-enxertos, cultivada em Painel e em São Joaquim, durante os ciclos 2014/15, 2015/16 e 2016/17..... | 44 |
| Tabela 6 | - Equilíbrio vegeto:produtivo da videira Merlot (<i>Vitis vinifera L.</i>) sobre diferentes porta-enxertos, cultivada em Painel, durante os ciclos 2014/15, 2015/16 e 2016/17..... | 45 |
| Tabela 7 | - Diâmetro e massa de baga de uvas Cabernet Sauvignon (<i>Vitis vinifera L.</i>) produzidas em plantas sobre diferentes porta-enxertos, cultivadas em Painel e em São Joaquim, durante os ciclos 2014/15, 2015/16 e 2016/17..... | 46 |
| Tabela 8 | - Maturação de uvas Cabernet Sauvignon (<i>Vitis vinifera L.</i>) produzidas em plantas sobre diferentes porta-enxertos, cultivadas em Painel e em São Joaquim, durante os ciclos 2014/15, 2015/16 e 2016/17..... | 47 |
| Tabela 9 | - Maturação de uvas Merlot (<i>Vitis vinifera L.</i>) produzidas em plantas sobre diferentes porta-enxertos, cultivadas em Painel, durante os ciclos 2014/15, 2015/16 e 2016/17..... | 47 |
| Tabela 10 | - Antocianinas, polifenóis totais e características cromáticas de vinhos Cabernet Sauvignon (<i>Vitis vinifera L.</i>) de uvas produzidas em plantas sobre diferentes porta-enxertos, cultivadas em Painel e em São Joaquim, durante os ciclos 2014/15, 2015/16 e 2016/17..... | 49 |
| Tabela 11 | - Antocianinas, polifenóis totais e características cromáticas de vinhos Cabernet Sauvignon (<i>Vitis vinifera L.</i>) de uvas produzidas em plantas sobre diferentes porta-enxertos, cultivadas em Painel e em São Joaquim, durante os ciclos 2015/16 e 2016/17..... | 50 |
| Tabela 12 | - Compostos fenólicos flavonoides de vinhos Cabernet Sauvignon (<i>Vitis vinifera L.</i>) de uvas produzidas em plantas sobre diferentes porta-enxertos, cultivadas em Painel e em São Joaquim, durante os ciclos 2014/15, 2015/16 e 2013/17..... | 53 |
| Tabela 13 | - Compostos fenólicos flavonoides de vinhos Merlot (<i>Vitis vinifera L.</i>) de uvas produzidas em plantas sobre diferentes porta- | |

| | | |
|-------------|--|----|
| | enxertos, cultivadas em Painel, durante os ciclos 2015/16 e 2013/17..... | 54 |
| Tabela 14 - | Compostos fenólicos não-flavonoides de vinhos Cabernet Sauvignon (<i>Vitis vinifera L.</i>) de uvas produzidas em plantas sobre diferentes porta-enxertos, cultivadas em Painel e em São Joaquim, durante os ciclos 2014/15, 2015/16 e 2013/17..... | 55 |
| Tabela 15 - | Compostos fenólicos não-flavonoides de vinhos Merlot (<i>Vitis vinifera L.</i>) de uvas produzidas em plantas sobre diferentes porta-enxertos, cultivadas em Painel, durante os ciclos 2015/16 e 2013/17..... | 56 |
| Tabela 16 - | Potencial hídrico do caule (ψ_{caule} , mPa) de videiras novas de Sauvignon Blanc (<i>Vitis vinifera L.</i>) sobre diferentes porta-enxertos, e submetidas a dois tratamentos de irrigação: controle e estresse hídrico. Plantas conduzidas em um único sarmento sem ramos laterais e inflorescências, em Blenheim, Marlborough, Nova Zelândia, ciclo 2017/2018..... | 67 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 17 |
| 2 | REVISÃO DE LITERATURA..... | 21 |
| 2.1 | PRINCIPAIS GRUPOS DE PORTA-ENXERTOS | 22 |
| 2.1.1 | V. berlandieri x V. rupestris | 22 |
| 2.1.2 | V. riparia x V. rupestris..... | 23 |
| 2.1.3 | V. berlandieri x V. riparia..... | 23 |
| 2.2 | EFEITO DO PORTA-ENXERTO SOBRE A VIDEIRA..... | 24 |
| 2.2.1 | Equilíbrio vegetativo:reprodutivo da videira | 24 |
| 2.2.2 | Efeito dos porta-enxertos sobre o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo | 25 |
| 2.3 | EFEITO DO PORTA-ENXERTO SOBRE UVA E DO VINHO..... | 26 |
| 2.3.1 | Compostos fenólicos na uva e no vinho | 27 |
| 2.3.2 | Flavonoides | 28 |
| 2.3.3 | Não-flavonoides | 28 |
| 3 | EQUILIBRIO VEGETO PRODUTIVO E POTENCIAL ENOLÓGICO DAS VARIEDADES CABERNET SAUVIGNON E MERLOT SOBRE DIFERENTES PORTA-ENXERTOS NO PLANALTO SUL DE SANTA CATARINA..... | 30 |
| 3.1 | RESUMO | 31 |
| 3.2 | INTRODUÇÃO..... | 31 |
| 3.3 | MATERIAL E MÉTODOS | 33 |
| 3.3.1 | Variáveis vegetativas e produtivas | 34 |
| 3.3.2 | Variáveis dos cachos e composição das bagas | 35 |
| 3.3.3 | Microvinificação | 35 |
| 3.3.4 | Análises dos vinhos | 36 |
| 3.3.5 | Delineamento experimental e análise estatística dos dados | 38 |
| 3.4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 38 |
| 3.4.1 | Desempenho produtivo..... | 38 |
| 3.4.2 | Vinhos..... | 49 |
| 3.5 | CONCLUSÃO | 57 |
| 4 | CRESCIMENTO E ALOCAÇÃO DE BIOMASSA EM PLANTAS DE SAUVIGNON BLANC SOBRE DIFERENTES PORTA-ENXERTOS SUBMETIDAS A ESTRESSE HÍDRICO | 58 |
| 4.1 | RESUMO | 59 |
| 4.2 | INTRODUÇÃO..... | 59 |
| 4.3 | MATERIAL E MÉTODOS | 61 |
| 4.3.1 | Tratamentos..... | 61 |
| 4.3.2 | Condições climáticas e de umidade do solo | 62 |
| 4.3.3 | Dinâmica do crescimento..... | 64 |
| 4.3.4 | Análises destrutivas | 65 |
| 4.3.5 | Delineamento experimental | 66 |
| 4.3.6 | Análise dos dados | 66 |
| 4.4 | RESULTADOS | 67 |
| 4.4.1 | Dinâmica do crescimento..... | 67 |
| 4.4.2 | Alocação de biomassa..... | 71 |
| 4.5 | DISCUSSÃO..... | 73 |
| 4.6 | CONCLUSÃO | 78 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 79 |
| | REFERÊNCIAS | 81 |
| | APÊNDICES | 89 |

1 INTRODUÇÃO

Na vitivinicultura, a relação entre as partes vegetativas e reprodutivas das plantas reflete diretamente na composição das uvas destinadas à vinificação. Para tanto, várias são as técnicas utilizadas pelos produtores para se obter vinhedos com máxima produção e com um dossel vegetativo que seja capaz de maturar os frutos e suprir carboidratos para as estruturas de reserva para o próximo ciclo. A maioria das estratégias se baseia em práticas de manejo, que muitas vezes requerem altos custos de mão-de-obra. Portanto, estabelecer o equilíbrio entre crescimento vegetativo e reprodutivo da videira é uma tarefa que deve ter início no estabelecimento do vinhedo, com a utilização do porta-enxerto adequado.

O estado de Santa Catarina (SC) tem uma produção de uva de 69,1 mil toneladas distribuídas em pouco mais de 4,8 mil hectares plantados (IBGE, 2017). No estado, as regiões de elevadas altitudes, localizadas acima de 900 m do nível do mar, foram identificadas no início dos anos 1990 como regiões promissoras para a produção de vinhos finos. Em 1998, os primeiros vinhedos comerciais de *Vitis vinifera* L. foram implantados, atingindo até 2013 uma área de 332,4 hectares distribuídos em 53 propriedades (VIANNA et al., 2016).

As vinícolas das regiões de altitude de SC se organizam em uma marca coletiva, denominada Vinhos de Altitude. O regulamento dessa marca estabelece que a produtividade máxima dos vinhedos deve ser de 6.000 litros por hectare (VIANNA et al., 2016). Nesse sentido, é possível estimar que o potencial produtivo, em relação à área total de vinhedos dessas regiões, é de no máximo 1.994.100 litros por safra (VIANNA et al., 2016). Todavia, o montante de vinhos finos produzidos anualmente fica em pouco mais de 300 mil litros (EPAGRI, 2017).

As condições ambientais encontradas nas regiões de altitude são desafiadoras para se obter vinhedos equilibrados. Dentre elas, destacam-se os altos teores de matéria orgânica nos solos (>3,5%) e a precipitação pluviométrica média acima dos 1700 mm anuais (VIANNA et al., 2016). Como resultado, é comum observar vinhedos com excesso de crescimento vegetativo e com produções de cachos relativamente baixas. Entretanto, o excesso de vigor não impossibilita a obtenção de uvas de excelente qualidade para a elaboração de vinhos finos. Dessa forma, cabe aqui levantar a hipótese de que os vinhedos dessas regiões não estão “expressando” a sua ótima capacidade produtiva.

Um dos fatores que contribuem para esse cenário é a utilização do porta-enxerto Paulsen 1103, híbrido de *Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris* que produz raízes profundas e com alta capacidade de absorção de água e nitrogênio. A combinação desses fatores cria condições para que os ramos das videiras cresçam excessivamente em relação à quantidade de cachos que elas produzem, acarretando em baixos índices de equilíbrio. Portanto, levanta-se outra hipótese de que porta-enxertos menos vigorosos seriam mais adequados para as regiões de elevadas altitudes, uma vez que o fator genético não responderia tanto aos estímulos do ambiente, de ampla disponibilidade de matéria orgânica e água nos solos.

Os porta-enxertos podem influenciar em várias características das variedades copa, dentre elas: o vigor e os componentes produtivos (KELLER et al., 2011; KIDMAN et al., 2013a; KIDMAN et al., 2013b; HICKEY et al., 2016), a absorção de nutrientes (KELLER et al., 2001; STOCKERT et al., 2013) a concentração de hormônios vegetais (NIKOLAOU et al., 2000) e a fotossíntese (SOAR et al., 2006). Além disso, os porta-enxertos são conhecidos por alterar a tolerância da variedade copa ao estresse hídrico (KELLER et al., 2011; PAVLOUSEK, 2011; SERRA et al., 2014). Nesse sentido, em cada região produtora, faz-se importante o estudo das interações entre porta-enxertos x variedades copa x ambiente, no sentido de manter produções constantes e com frutos atingindo parâmetros mínimos de maturação.

Esta tese de doutorado tem por objetivo avaliar o efeito dos porta-enxertos sobre o crescimento vegetativo, a produtividade da videira, e sobre o potencial enológico de variedades destinadas à produção de vinhos finos. Esse objetivo está atrelado ao primeiro capítulo, desenvolvido em vinhedos comerciais do Planalto Sul de Santa Catarina, avaliando-se vigor e produção de plantas maduras, bem como os vinhos produzidos a partir de suas uvas. O segundo capítulo, teve por objetivo avaliar o efeito do porta-enxerto sobre o crescimento e desenvolvimento vegetativo de videiras novas, a fim de descriminar possíveis variações de vigor conferidas pelos porta-enxertos nos primeiros meses após o plantio da videira.

O primeiro capítulo foi desenvolvido entre 2014 e 2017, e compõe o principal estudo da tese. Foi realizado com as variedades Cabernet Sauvignon e Merlot enxertadas em três variedades de porta-enxerto. Para a variedade Cabernet Sauvignon, o estudo foi desenvolvido em dois municípios do Planalto Sul de Santa Catarina, Painel e São Joaquim. Para a variedade Merlot, o trabalho foi desenvolvido apenas em Painel. Vale salientar que as variedades copa escolhidas são representam

as variedades viníferas com a maior área plantada nas regiões de altitude de Santa Catarina.

O segundo capítulo foi desenvolvido durante o período de doutorado sanduíche na instituição Plant and Food Research, na região de Marlborough, Nova Zelândia, entre outubro de 2017 a abril de 2018. Em Marlborough, foi realizado um experimento em vasos com plantas novas de Sauvignon Blanc em combinação com sete porta-enxertos e submetidas ao estresse hídrico. A ideia desse experimento foi avaliar o efeito dos porta-enxertos sobre o crescimento e a alocação de biomassa, acima e abaixo do ponto de enxertia.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Na maioria das regiões vitícolas do mundo, a produção de uva e vinho só é possível mediante a utilização de porta-enxertos. O uso de porta-enxertos na vitivinicultura surgiu da necessidade de controlar a filoxera (*Daktulospharia vitifoliae*), um afídeo natural da América do Norte, que ataca as raízes de videiras europeias (*Vitis vinifera L.*), levando as plantas ao perecimento (OLLAT et al., 2016). Em meados do século XIX, a filoxera se tornou a principal praga da videira, dizimando mais da metade dos vinhedos da Europa e causando um dos impactos econômicos mais severos já registrados na história da agricultura. Por volta de 1880, pesquisadores europeus descobriram que algumas espécies americanas de videira cresciam e se desenvolviam apresentando pouco ou nenhum dano causado por filoxera. Sendo assim, as videiras europeias passaram a ser enxertadas nas espécies americanas, com o objetivo de evitar o ataque do afídeo nas raízes e possibilitar a retomada da produção de vinho na Europa.

Ao identificar espécies americanas de videiras com potencial para se tornarem porta-enxertos, novos desafios surgiram, na tentativa de adaptar as novas raízes aos solos europeus. Durante as primeiras seleções de porta-enxertos, os pesquisadores procuravam espécies que apresentassem duas características: a primeira (obviamente) era que essas fossem altamente resistentes à filoxera; e segundo, que fossem capazes de se conectar facilmente com a copa vinífera. Nesse sentido, as espécies *V. riparia* e *V. rupestris* supriram as expectativas e foram as primeiras espécies de videiras americanas a serem utilizadas como porta-enxertos (ZHANG et al., 2016). Eram resistentes à filoxera e apresentavam boa pega na enxertia, além de fácil enraizamento. Entretanto, não toleravam os altos níveis de cal do solo europeu. Portanto, para lidar com o problema de estabelecer vinhedos em solos calcários, a *V. berlandieri* foi identificada como uma espécie resistente à filoxera e, ao mesmo tempo, tolerante à clorose induzida por calcário (ZHANG et al., 2016). Todavia, apresentava dificuldades de enraizamento, e passou a ser utilizada principalmente na hibridização com as outras espécies.

Ao todo, existem entre 70 a 80 variedades de porta-enxertos de videira, sendo que a maioria foi melhorada no final do século XIX e início do século XX (OLLAT et al., 2016). Dentre as variedades de porta-enxertos, apenas Riparia Gloire de Montpellier (*V. riparia*) e St. Georges (*V. rupestris*) provém de apenas uma espécie

cada. A maioria das variedades de porta-enxertos são híbridos interespecíficos gerados principalmente do cruzamento entre *V. riparia*, *V. rupestris* e *V. berlandieri*.

Uma planta enxertada é uma quimera entre dois genótipos, e o fenótipo resultante depende desses dois genótipos interagindo com o ambiente (OLLAT et al., 2016). O porta-enxerto absorve água e nutrientes do solo, enquanto que a variedade copa realiza fotossíntese e distribui carboidratos para os diferentes compartimentos acima e abaixo do ponto de enxertia. Essa interação leva a pesquisa sobre porta-enxertos além da resistência à pragas, e abre precedente para o estudo das interações fisiológicas em plantas enxertadas, bem como o impacto que essa relação tem sobre o desempenho agronômico e enológico da videira.

2.1 PRINCIPAIS GRUPOS DE PORTA-ENXERTOS

Os porta-enxertos podem ser espécies individuais do gênero *Vitis* ou híbridos resultantes de duas ou mais espécies. Atualmente, são poucos os porta-enxertos que provém de apenas uma espécie; a maioria é resultado da hibridação a partir de três espécies: *V. riparia*, *V. rupestris* e *V. berlandieri* (GALET, 1998). Sendo assim, os porta-enxertos podem ser além de *Vitis* Spp., híbridos simples e híbridos de múltiplas espécies (PONGRÁCZ, 1983).

2.1.1 *V. berlandieri* x *V. rupestris*

Caracterizam-se pelo alto vigor, boa resistência a seca, mas apresentam dificuldades de enraizamento (FREGONI, 1998). Pertencem a este grupo, importantes porta-enxertos muito utilizados em várias das regiões vitivinícolas de climas quentes e áridos da Europa e Austrália. Os principais exemplos são: 99 Richter, 110 Richter, 140 Ruggeri e o Paulsen 1103. Eles têm um longo ciclo vegetativo, e nas regiões quentes podem proporcionar altas produtividades com uvas de qualidade para vinhos comerciais, ou baixas produtividades visando uvas para vinhos de primeira qualidade (DRY, 2007).

O Paulsen 1103 (P1103) tem sido um dos porta-enxertos mais plantados no sul da Austrália, além de ser muito utilizado no norte da África e nas regiões secas e áridas da Itália e França (DRY, 2007). É muito vigoroso, tem um longo ciclo vegetativo e retarda a maturação dos frutos. Seu sistema radicular é profundo e fortemente

desenvolvido. Apresenta alta eficiência de uso da água e resistência a seca (DRY, 2007).

2.1.2 *V. riparia* x *V. rupestris*

Esses porta-enxertos transmitem baixo a moderado vigor à variedade copa, tendem a antecipar a maturação, mas não toleram condições de seca (DRY, 2007). Conferem boa proteção contra a filoxera, e suas estacas enraízam com facilidade e tem boa pega na enxertia (COUSINS, 2005). As variedades mais importantes são: 3309 C, 101-14 Mgt, Scharzmann e 3306 C.

O 3309 Couderc (3309C) confere vigor baixo a moderado e pode induzir à maturação precoce (DRY, 2007). Caracteriza-se por altas produtividades, pois pode aumentar o pegamento de fruto (DRY, 2007). Tem melhor desempenho produtivo em solos profundos, com boa disponibilidade de água e bem drenados. Em solos secos, geralmente tem limitada produtividade, mas podem aumentar a qualidade da uva e reprimir distúrbios fisiológicos, como necroses de inflorescências e ráquis (JACKSON, 2008).

O 101-14 Millardet et De Grasset (101-14) apresenta produtividade moderada em climas frios e altas produtividades em climas quentes (DRY, 2007). É um porta-enxerto de baixo vigor e que confere maturação mais antecipada (GALET, 1998). Tem um sistema radicular bem ramificado e superficial, sendo um bom porta-enxerto para solos argilosos e com alta retenção de água (DRY, 2007).

2.1.3 *V. berlandieri* x *V. riparia*

Dependendo do tipo de solo, esses porta-enxertos conferem vigor de moderado a alto ao enxerto, tem moderada sensibilidade à seca, mas tendem a acelerar a maturação e aumentar o pegamento de fruto (DRY, 2007). A presença de *V. berlandieri* contribui para a adaptação das plantas a solos calcários, e as duas espécies proporcionam excelente proteção contra a filoxera (COUSINS, 2005). Destacam-se os porta-enxertos SO4, Teleki 5C, Kober 5BB e o 420A Mgt.

2.2 EFEITO DO PORTA-ENXERTO SOBRE A VIDEIRA

Em uma planta enxertada, é evidente que a variedade copa é o principal fator determinante na composição dos frutos, porém, os porta-enxertos podem influenciar significativamente algumas características. Nesse sentido, a adoção de porta-enxertos na produção de uvas viníferas proporciona aos produtores a oportunidade de manipular e mudar características varietais para melhorar a qualidade da uva e do vinho sem alterar geneticamente a copa (JONES et al., 2009). A variedade copa depende do porta-enxerto com relação ao suprimento de água e de nutrientes minerais, enquanto que a o porta-enxerto conta com os assimilados fotossintetizados pela copa (KOCSIS et al., 2012).

O uso de porta-enxertos na vitivinicultura fornece uma plataforma para a manipulação de uma ampla gama de características da videira, que podem melhorar a eficiência produtiva do vinhedo. Dentre elas, a habilidade de absorver e transportar nutrientes (TANDONNET et al., 2008; WOOLDRIDGE et al., 2010; STOCKERT et al., 2013; LECOURT et al., 2015), resistência ao déficit hídrico (HARBERTSON; KELLER, 2011; PAVLOUSEK, 2011) e do transporte de hormônios vegetais (NIKOLAOU et al., 2000). Os porta-enxertos podem exercer função importante no controle do excesso de crescimento vegetativo e no aumento da frutificação de variedades pouco férteis (KIDMAN et al., 2013a). Estas aptidões dependem de sua adaptabilidade ao ambiente e da interação com a variedade copa (TANDONNET et al., 2010).

2.2.1 Equilíbrio vegetativo:reprodutivo da videira

O equilíbrio entre crescimento vegetativo e reprodutivo está ligado com a capacidade das plantas de produzir a máxima carga de frutos e com a qualidade desejada, uma vez que sua taxa de crescimento (vigor) não interfira na sua ‘habilidade’ de maturar tais frutos (JACKSON, 2008). Desta forma, a pesquisa passou a quantificar as relações entre o crescimento vegetativo e a massa de frutos da videira, de modo a criar parâmetros de equilíbrio vegeto produtivo.

Um dos parâmetros é a relação de área foliar por massa de frutos, que fica entre 7 e 14 cm² g⁻¹ fruto (Howell, 2001). Outros autores descrevem relações entre 8 e 12 cm² g⁻¹ fruto (KLIEWER; DOKOOZLIAN, 2005). Outro indicativo de equilíbrio das plantas é a relação entre a carga de produção e a massa de poda de inverno (kg kg⁻

¹). Esta relação é conhecida como Índice de Ravaz (RAVAZ; SICARD, 1903), e os valores que representam plantas em equilíbrio ficam na faixa de 5 a 10 (SMART; ROBINSON, 1991). Nas regiões de altitude, é comum a ocorrência de Índices de Ravaz abaixo do mínimo ideal. Em São Joaquim, por exemplo, para as variedades Cabernet Sauvignon e Merlot, já foram descritos valores entre 1,5 e 2,3 (BRIGHENTI et al., 2011; ZALAMENA et al., 2013b).

2.2.2 Efeito dos porta-enxertos sobre o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo

Variedades copa enxertadas sobre diferentes porta-enxertos exibem diferentes taxas de crescimento quando cultivadas em vasos ou em condições de campo, e essas diferenças são observadas em várias escalas de tempo (TARDÁGUILA et al., 1995; GRANT; MATTHEWS, 1996; NIKOLAOU et al., 2000; OLLAT et al., 2003; PARANYCHIANAKIS et al., 2004; TANDONNET et al., 2008; TANDONNET et al., 2010). Em um estudo realizado com plantas de Cabernet Sauvignon e Chenin Blanc enxertadas em quatro variedades de porta-enxertos e plantadas em vasos, foram observadas diferenças no crescimento dos ramos após 10 dias do plantio (GRANT e MATTHEWS, 1996). Variações no padrão de crescimento dos ramos também foram observadas por Cookson et al (2012), em um experimento realizado em vasos comparando Cabernet Sauvignon enxertada sobre Riparia Glorie e Paulsen 1103. Além disso, os porta-enxertos influenciam no crescimento da copa durante múltiplas estações de crescimento, como foi evidenciado em um estudo realizado ao longo de 25 anos, em que foram observadas diferenças consistentes na massa de poda, na taxa de crescimento dos ramos e na alocação de biomassa em plantas de Cabernet Sauvignon enxertadas sobre Riparia Glorie, 101-14 e SO4 (OLLAT et al., 2003).

Alguns porta-enxertos aumentam consistentemente o crescimento vegetativo e reprodutivo da videira. Por exemplo, o porta-enxerto 41B induziu maior área foliar e maior produção à variedade Sultana, quando comparado ao P1103 (PARANYCHIANAKIS et al., 2004). Em outro estudo, 41B também induziu maior produção além de maior massa de poda na variedade Thompson Seedless (NIKOLAOU et al., 2000).

Os porta-enxertos alteram a produtividade da copa por meio da modificação de diferentes componentes de produção, como a fertilidade de gemas, a frutificação efetiva e o tamanho das bagas. Todavia, essa influência pode ser mais sensível para

algumas variedades copa do que outras. Para a variedade Merlot, a frutificação efetiva foi maior quando em combinação com porta-enxertos, mas o mesmo não ocorreu com a Cabernet Sauvignon (KIDMAN et al., 2013). Em outro trabalho os porta-enxertos não exerceram impacto sobre o fruit set, todavia as diferenças encontradas em produção estiveram relacionadas com a fertilidade de gemas e o tamanho das bagas (KELLER et al, 2012). No trabalho realizado por Paranychianakis et al (2004), os autores encontraram diferenças na produtividade associadas a ambos fatores de massa das bagas e número de bagas por cacho.

2.3 EFEITO DO PORTA-ENXERTO SOBRE UVA E DO VINHO

Vários estudos têm relatado a influência dos porta-enxertos sobre a composição da uva e do vinho, no entanto há uma considerável variabilidade nos resultados. Miele e Rizzon (2017) estudaram a composição do mosto de Cabernet Sauvignon sobre 15 porta-enxertos, e encontraram maiores teores de açúcares e pH em porta-enxertos que tinham *V. riparia* na sua genética, como 101-14, 3309C e Gravesac. Ollat et al (2003) encontraram maiores teores de antocianinas em frutos de plantas de Cabernet Sauvignon sobre Riparia, quando comparados a 101-14 e SO4. O mesmo estudo encontrou diferenças na concentração de sólidos solúveis, mas outros estudos chegaram a resultados contrários (PARANYCHIANAKIS et al., 2004; HARBERTSON; KELLER, 2011; KELLER et al., 2011). Em um estudo que comparou dois porta-enxertos (P1103 e SO4), foram encontradas diferenças nos teores de açúcares, mas não em antocianinas e polifenóis totais (KOUNDOURAS et al., 2009).

Alguns autores argumentam que o porta-enxerto tem alguns efeitos significativos na composição da uva e do vinho, mas que os fatores determinantes são relacionados à variedade copa e ao fator ambiente (HARBERTSON; KELLER, 2011). Mas de modo geral, outros estudos têm demonstrado claramente que o porta-enxerto tem um potencial considerável de determinar características importantes da qualidade da uva e do vinho (KODUR et al., 2013; JOGAIAH et al., 2015). Os mecanismos envolvidos nesse fenômeno podem estar relacionados com a modificação da relação entre o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo (KIDMAN et al., 2013a; KIDMAN et al., 2013b; MIELE; RIZZON, 2017), ou mesmo pela influência direta na composição dos frutos (KODUR et al., 2013; JOGAIAH et al., 2015).

No trabalho de Jogaiah et al (2015), os autores encontraram efeitos significativos dos porta-enxertos sobre a concentração de compostos fenólicos do vinho de Cabernet Sauvignon. Koundouras et al (2009) descreveram aumento no acúmulo de antocianinas e de flavan-3-óis nas cascas de uvas Cabernet Sauvignon, quando enxertada sobre P1103 em comparação com SO4. A variação no teor de compostos fenólicos pode estar ligada à modificação do microclima do dossel da videira, mediada pela indução de vigor dos porta-enxertos à copa (JOGAIAH et al., 2015). A influência do vigor da videira sobre esse fenômeno já foi largamente estudada, e está baseada na alteração da quantidade de luz que penetra no interior do dossel da videira e permite o estímulo da síntese de compostos fenólicos pelos raios UV (CORTELL et al., 2005; CORTELL; KENNEDY, 2006).

2.3.1 Compostos fenólicos na uva e no vinho

Os compostos fenólicos são constituintes fundamentais para as plantas e devido a sua imensa diversidade química, podem exercer uma variedade de funções nos vegetais. Nas uvas, os compostos fenólicos são produzidos principalmente na casca e na semente, e estão entre os principais fatores que determinam parâmetros de qualidade dos vinhos, tais como a cor e o sabor.

Do ponto de vista fisiológico, os compostos fenólicos são produtos do metabolismo secundário das plantas, caracterizados por conter um grupo fenol – um grupo hidroxila funcional em um anel aromático (TAIZ et al., 2017). A síntese destes compostos em *Vitis vinifera*, tem origem principalmente na via do ácido chiquímico (CONDE et al., 2007). Segundo Adams (2006), a videira produz os polifenóis como forma de defesa a situações adversas, como quando a planta é submetida ao ataque de patógenos, ou a um estresse abiótico (déficit hídrico, radiação ultravioleta, etc.).

Os compostos fenólicos das uvas são subdivididos em dois grupos: os flavonoides e os não-flavonoides. Os flavonoides constituem o principal grupo de polifenóis presentes nas uvas, sendo que os que se destacam em vinhos dividem-se em três grupos: flavan-3-óis, flavonóis e antocianinas.

2.3.2 Flavonoides

Os flavan-3-óis são monômeros responsáveis pelo sabor amargo do vinho, e as formas mais encontradas nas uvas incluem: (+)-catequinas, (-)-epicatequinas e catequina-3-O-galato (CORTELL; KENNEDY, 2006). Os taninos, também denominados de proantocianidinas são polímeros de flavan-3-óis, conferem a adstringência aos vinhos tintos e são extraídos das cascas, sementes e dos pedúnculos das uvas (ADAMS, 2006).

Os principais flavonóis da uva são a quercetina, o kaempferol e a miricetina (CORTELL; KENNEDY, 2006). A síntese de flavonóis ocorre nas cascas, praticamente durante todo o crescimento da baga, e seu conteúdo varia conforme a resposta a condições restritivas ou de estresse (ADAMS, 2006). Embora seja uma família minoritária nas uvas, os flavonóis tem um papel importante na evolução da cor dos vinhos tintos através de processos de copigmentação com as antocianinas (ADAMS, 2006).

As antocianinas estão entre os mais importantes flavonoides das uvas tintas. São responsáveis pela cor de vinhos tintos e estão localizadas nas paredes espessas de células hipodérmicas das cascas das uvas (CONDE et al., 2007). As antocianinas tem sua estrutura formada por antocianidinas ligadas covalentemente a uma ou mais moléculas de açúcar (TAIZ et al., 2017). Uma das estruturas mais comuns de antocianinas encontradas em *Vitis vinifera* é a malvidina-3-glucosídeo (CONDE et al., 2007).

2.3.3 Não-flavonoides

Os compostos não-flavonoides são encontrados em baixas concentrações nas uvas e vinhos, com exceção dos ácidos fenólicos (hidroxicinâmico e benzoico), que representam a terceira classe de compostos fenólicos mais abundantes nas bagas das uvas, depois de taninos e antocianinas (GIL et al., 2015). Os não-flavonoides estão presentes nas células hipodérmicas, mesocarpo e em algumas células da polpa (CONDE et al., 2007), sendo os principais compostos fenólicos em vinhos brancos (ADAMS, 2006). Embora não exerçam uma influência direta no gosto dos vinhos, os ácidos hidroxicinâmicos estão envolvidos no aparecimento de fenóis voláteis com consequentes alterações aromáticas. Os fenóis voláteis derivados dos ácidos

fenólicos estão envolvidos nos aromas primários que são desenvolvidos durante a maturação (ADAMS, 2006).

Os estilbenos são compostos da classe dos não-flavonoides que, apesar de se apresentarem em quantidades mínimas nos vinhos, têm grande importância devido aos benefícios que trazem a saúde humana. O resveratrol destaca-se entre esses compostos, por ser o principal estilbenol produzido nas uvas. Concentra-se na casca das bagas, e é sintetizado principalmente em resposta ao ataque de patógenos e ao estresse abiótico (BAVARESCO et al., 2016). Sua concentração é maior em uvas tintas do que brancas, e as condições que estimulam sua síntese podem ser influenciadas pela variedade, clone, condições meteorológicas, tipo de solo e pelos tratos culturais (BAVARESCO et al., 2016).

3 EQUILIBRIO VEGETO PRODUTIVO E POTENCIAL ENOLÓGICO DAS VARIEDADES CABERNET SAUVIGNON E MERLOT SOBRE DIFERENTES PORTA-ENXERTOS NO PLANALTO SUL DE SANTA CATARINA

3.1 RESUMO

O porta-enxerto mais utilizado na região do Planalto Sul de Santa Catarina é o Paulsen 1103, considerado vigoroso, e o seu uso aliado as características edafoclimáticas locais proporcionam excesso de vigor vegetativo e consequente desequilíbrio da planta e baixas produtividades. Este capítulo teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes porta-enxertos sobre o equilíbrio vegeto produtivo e a composição dos vinhos das variedades Cabernet Sauvignon e Merlot. Para tanto, foram testados, além do P1103, os porta-enxertos 3309C e 101-14. Os experimentos foram conduzidos nos municípios de Painel ($28^{\circ}01'S$, $50^{\circ}08'W$ e 1.200 m) e São Joaquim ($28^{\circ}14'S$, $49^{\circ}58'O$ e 1.300m), durante os ciclos 2014/2015, 2015/2016 e 2016/2017. Foram avaliados componentes de produção, características de vigor, maturação das bagas e composição química dos vinhos. Os porta-enxertos P1103 e 3309C conferiram as maiores produções para Cabernet Sauvignon, com médias de 5,2 e 3,9 kg nas áreas de Painel e São Joaquim, respectivamente. O que representou um aumento de 15,5 e 46,3% em relação ao porta-enxerto 101-14. P1103 induziu maior vigor para Cabernet Sauvignon em relação aos outros porta-enxertos. O porta-enxerto 3309C induziu os melhores índices de equilíbrio vegeto produtivo das variedades Cabernet Sauvignon e Merlot. 3309C diminuiu o tamanho das bagas de Cabernet Sauvignon e aumentou a concentração de compostos flavonoides nos vinhos, quando comparado a P1103. O porta-enxerto 101-14 diminuiu o tamanho das bagas de Merlot e aumentou a concentração dos compostos flavonoides nos vinhos, em relação a P1103. O uso de porta-enxertos

Palavras-chave: *Vitis vinifera L.* Enxertia. Vinho. Flavonoides.

3.2 INTRODUÇÃO

Na maioria das regiões vitícolas do mundo, a enxertia de variedades copa sobre porta-enxertos resistentes à filoxera é uma prática quase que obrigatória, pois é a única forma comprovada de controle dessa praga. Partindo desse pressuposto, há mais de um século, a viticultura deixou de ser a cultura de uma espécie ou uma variedade de videira, e passou a ser o cultivo de uma planta composta: com um genótipo gerando o sistema radicular e o outro produzindo os frutos. Para se adaptar a essa nova realidade, a cadeia produtiva da uva e seus derivados tem desenvolvido estudos e pesquisas que vão desde o momento da enxertia até a degustação do vinho. Apesar do grande número de estudos sobre a influência dos porta-enxertos sobre o

desempenho de variedades copa, muitos processos dessa interação ainda não são conhecidos.

Um desses processos é a influência do porta-enxerto sobre a composição química dos vinhos. Sabe-se que as características de uma variedade de uva no momento da colheita são majoritariamente determinadas pela sua genética, e como ela interagiu com o ambiente durante o ciclo. Quando se pensa na expressão varietal nos vinhos, além dos fatores genéticos e ambientais, somam-se os fatores envolvidos no processo de vinificação (GONZALEZ-SAN JOSE et al., 1990). Nesse contexto, o porta-enxerto tem um papel importante, pois faz a conexão da variedade copa ao solo, o que o torna um elemento de adaptação ao ambiente (OLLAT et al., 2015), implicando em um potencial de influenciar indiretamente na expressão de características varietais da copa.

Os principais mecanismos pelos quais os porta-enxertos mais influenciam na fisiologia da variedade copa, e que podem indiretamente modificar a composição dos vinhos, estão ligados à absorção e transporte de nutrientes (TANDONNET et al., 2008; WOOLDRIDGE et al., 2010; STOCKERT et al., 2013; LECOURT et al., 2015), à resistência ao déficit hídrico (HARBERTSON; KELLER, 2011; PAVLOUSEK, 2011) e ao transporte de hormônios vegetais (NIKOLAOU et al., 2000). Esses processos fisiológicos estimulam o crescimento vegetativo e reprodutivo da videira e interferem no equilíbrio entre esses dois fatores.

O conceito de equilíbrio veote produtivo é de especial importância na vitivinicultura, pois o vigor com que as plantas crescem deve ser capaz de produzir e maturar a máxima quantidade de uvas, sem que essa produção interfira na carga de frutos do ciclo seguinte. Nesse sentido, os porta-enxertos devem atuar de modo a conferir as quantidades ideais de nutrientes e de água, para que as variedades copa expressem o vigor ideal. Em locais de escassez de nutrientes ou de água, porta-enxertos com sistemas radiculares vigorosos e com alta capacidade de extrair água do solo são mais interessantes, pois irão garantir suprimento desses elementos à copa. Em situações onde há disponibilidade hídrica e os solos são férteis, faz-se necessária a busca por genótipos que não respondam vigorosamente a esses estímulos.

Os porta-enxertos vigorosos tendem a prolongar a maturação dos frutos da variedade copa, em comparação com videiras enxertadas em genótipos de baixo vigor, que por sua vez tendem a acelerar o processo de maturação (POUGET, 1986).

Porta-enxertos de baixo vigor podem diminuir o tamanho das bagas, aumentando a relação casca/polpa, o que resulta num aumento da concentração de compostos fenólicos e da cor dos vinhos (GIL et al., 2015). Além disso, se um porta-enxerto diminui o vigor da variedade copa, há uma diminuição do adensamento do dossel vegetativo, fazendo com que os cachos fiquem mais expostos à radiação solar, o que estimula o aumento da síntese de compostos fenólicos e de cor nas bagas (SPAYD et al., 2002; CORTELL; KENNEDY, 2006).

No Planalto Sul de Santa Catarina, principal região produtora de vinhos finos de altitude, a precipitação pluviométrica fica em torno de 1700 mm ao ano (VIANNA et al., 2016), os solos apresentam teores de matéria orgânica que variam entre 3,5 e 10% (MAFRA et al., 2014), e por serem solos ácidos, a prática da calagem contribui para o aumento da atividade microbiana, acelerando a mineralização da matéria orgânica e aumentando a disponibilidade de nitrogênio às plantas. Nessa região, 72% das videiras são enxertadas sobre ‘Paulsen 1103’ (VIANNA et al., 2016), que é descrito na literatura como um genótipo vigoroso (KELLER, 2015). De acordo com Bauerle et al. (2008), Paulsen 1103 produz mais raízes durante o verão, em resposta ao suprimento de água. Além disso, apresenta alta capacidade de absorção de nitrogênio (STOCKERT et al., 2013).

Confrontando-se as características do ‘Paulsen 1103’ com as condições edafoclimáticas encontradas no Planalto Sul de Santa Catarina, verifica-se um ambiente propício ao crescimento vegetativo das variedades copa, o que acarreta em desequilíbrio dos vinhedos (BRIGHENTI et al., 2011; ZALAMENA et al., 2013b). Nesse sentido, este capítulo teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes porta-enxertos sobre o equilíbrio vegeto produtivo e a composição fenólica dos vinhos das variedades Cabernet Sauvignon e Merlot.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nos municípios de Painel ($28^{\circ}01'S$, $50^{\circ}08'W$ e 1.200 m) e São Joaquim ($28^{\circ}14'S$, $49^{\circ}58'W$ e 1.300m), durante os ciclos 2014/2015, 2015/2016 e 2016/2017. Os vinhedos foram implantados em 2004, nos espaçamentos de 3,0 m entre linhas e 1,5 m entre plantas. As plantas são conduzidas no sistema Ípsilon (“Y”) com poda em cordão esporonado duplo (APÊNDICE A, APÊNDICE B). Os solos da região enquadram-se nas classes Cambissolo Húmico,

Neossolo Litólico e Nitossolo Háplico, desenvolvidos a partir de rocha riodacito e basalto (EMBRAPA, 2004). O clima da região, de acordo com o sistema de classificação climática de Koeppen, é classificado como mesotérmico úmido e verão ameno (Cfb).

Foi avaliado o efeito dos porta-enxertos Paulsen 1103, 3309 Couderc e 101-14 Mgt sobre as variáveis vegetativas, produtivas e enológicas das variedades Cabernet Sauvignon e Merlot. Para a variedade Cabernet Sauvignon, o estudo foi realizado nas duas áreas experimentais mencionadas acima, sendo que em Painel foram avaliados os ciclos 2014/2015, 2015/2016 e 2016/2017, enquanto que em São Joaquim os ciclos avaliados foram apenas 2014/2015 e 2015/2016. Para a variedade Merlot, o estudo foi realizado apenas em Painel, nos ciclos 2014/2015, 2015/2016 e 2016/2017, e os vinhos foram analisados apenas nos últimos dois ciclos.

3.3.1 Variáveis vegetativas e produtivas

Na colheita, foram registrados os dados de produção e área foliar, bem como coletadas amostras de cachos e bagas para posteriores análises e microvinificações em laboratório.

A produção (kg), o número de cachos e o número de ramos foram registrados para cada planta de cada tratamento. A massa de cacho foi estimada pela divisão da produção por planta pelo número de cachos por planta, e os resultados expressos em gramas (g). O número de cachos por ramo foi obtido pela divisão do número de cachos por planta pelo número ramos por planta.

Para a estimativa da área foliar por planta, 10 ramos por tratamento foram selecionados no terço médio dos braços das plantas. Nesses ramos, foi obtido o comprimento da nervura central (cm) de todas as folhas, com uma régua. Para cada folha, calculou-se a área foliar através da fórmula: $y = 1,1265x^{2,0445}$, onde y corresponde à área foliar em cm^2 e x corresponde ao comprimento da nervura central em cm (BORGHEZAN et al., 2010). Somando-se a área foliar das folhas para cada ramo, obteve-se a área foliar por ramo. A partir daí, calculou-se a área foliar média por ramo para cada tratamento, e multiplicando-se esse valor pelo número de ramos por planta, obteve-se uma estimativa da área foliar por planta, com os resultados expressos em m^2 . A relação entre área foliar e massa de fruto (AF/Fruto) foi calculada

através da divisão da área foliar (m^2) pela produção (kg), sendo os resultados expressos em cm^2g^{-1} .

O teor de clorofila das folhas foi estimado de modo não destrutivo logo após a ocorrência da plena florada. Para tanto, utilizou-se o equipamento SPAD-502 PLUS (Konica Minolta, INC., Japão), que mede mínimas variações da coloração verde. Foram analisadas 30 folhas por parcela, sempre localizadas na 4^a ou 5^a gema após o primeiro cacho, e escolhendo-se sempre o ramo na posição mediana do cordão esporonado.

Durante a poda de inverno, que sucedeu cada safra, foi registrada a massa de poda por planta (kg), para as mesmas plantas que foram utilizadas para as avaliações de colheita. A massa média de ramo (g) foi obtida com a divisão da massa de poda pelo número de ramos por planta.

O Índice de Ravaz foi obtido através da divisão dos valores de produção (kg) pelos valores da massa do material podado por planta (kg). Esse índice foi descrito por Ravaz (1903), e expressa a capacidade da videira de produzir o máximo de carga de fruta em relação ao material podado, sem comprometer a qualidade da uva.

3.3.2 Variáveis dos cachos e composição das bagas

Amostras de 100 bagas por repetição foram coletadas para as análises de maturação tecnológica e determinação do diâmetro e massa das bagas. No laboratório, as bagas foram pesadas e individualmente espremidas para a obtenção do mosto. Foram analisados o teor de sólidos solúveis, utilizando-se um refratômetro digital com compensação de temperatura (ATAGO®, PAL-1); o pH, por meio de potenciômetro (Impac®); e a acidez titulável, através da titulação com NaOH 0,1N, utilizando-se indicador azul de bromotimol até o pH do meio atingir 8,2, sendo os resultados expressos em meq L⁻¹ (OIV, 2009).

3.3.3 Microvinificação

Para a microvinificação, foram colhidas amostras de 40kg por tratamento, que foram mantidas em câmara fria por 24h à temperatura de 5°C. Os cachos passaram por desengaçadeira, separando-se as bagas das ráquis, e no recipiente em que

recebeu as bagas se adicionou 60 mg kg⁻¹ de SO₂ a partir de uma solução com 10 % de metabissulfito de potássio. As bagas, de cada tratamento, foram divididas em quatro repetições de igual volume e colocadas em fermentadores de plástico adaptados com batoque hidráulico. A inoculação de leveduras hidratadas ativas (*Saccharomyces cerevisiae*) foi realizada na proporção de 0,2 g.L⁻¹, quatro horas após as uvas terem sido colocadas nos fermentadores. A fermentação alcoólica ocorreu em uma sala climatizada com temperatura controlada a 20°C (±2°C). O tempo de maceração foi de 7 dias, com duas remontagens diárias. Após a descuba, separação do vinho e do bagaço, o vinho foi trasfegado de duas a três vezes, até que se observou o fim da fermentação malolática. Uma das repetições foi utilizada para completar o volume dos fermentadores das outras três repetições, durante as trasfegas.

Finalizada a fermentação malolática, em cada repetição foi adicionado 60 mg L⁻¹ de SO₂, mediante uma solução de metabissulfito a 10%, e após armazenadas em câmera fria a 0 °C (±1°C) por 21 dias para estabilização tartárica. Ao final, foram coletadas amostras do vinho pronto, em tubos Falcon de 50 ml, e armazenadas em congelador (-18°C) até o momento das análises em espectrofotômetro e em cromatografia líquida de alta eficiência. O vinho restante foi envasado em garrafas de 375 ml que foram armazenadas em sala climatizada a 18°C, para futuras análises de evolução em garrafa.

3.3.4 Análises dos vinhos

A análise do teor de polifenóis totais foi realizada em espectrofotômetro UV-VIS (Biospectro - Modelo SP220), de acordo com metodologia descrita por Singleton e Rossi (1965), com os resultados expressos em mg L⁻¹ de equivalentes de ácido gálico. O teor de antocianinas foi determinado por espectrofotometria, pelo método descrito por Rizzon (2010). A cor dos vinhos foi mensurada em espectrofotômetro, através das leituras de absorbância nos comprimentos de onda 420, 520 e 620 nm. Com os valores obtidos, foram calculados os parâmetros de intensidade e tonalidade de cor: *Intensidade* = 420 + 520 + 620 nm; *Tonalidade* = 420/520 nm.

Os compostos fenólicos dos vinhos foram quantificados em cromatografia líquida de alta eficiência de acordo com metodologia descrita por Cadahía et al. (2009), adaptado por Ferreira-Lima et al. (2013) com modificações.

Os reagentes utilizados na realização das análises como acetonitrila ($\geq 99,9\%$, Fluka), ácido acético ($\geq 99,7\%$, Sigma -Aldrich) e metanol ($\geq 99,8\%$, Biotec) foram de grau cromatográfico. O ácido L(+) tartárico ($\geq 99\%$, Vetec) e etanol ($\geq 99,8\%$, Vetec) foram de grau analítico. A água utilizada para as análises foi obtida através de sistema de purificação Milli-Q, Sistema Simplicity UV (Millipore, Massachusetts, USA). Os padrões ácido gálico anidro ($\geq 98\%$), (+) - catequina ($\geq 98\%$), ácido p-cumárico ($\geq 98\%$), ácido vanílico ($\geq 97\%$), resveratrol ($\geq 95\%$), quercetina ($\geq 95\%$), rutin ($\geq 94\%$) e campferol ($\geq 97\%$) foram obtidos na Sigma-Aldrich.

As soluções estoque de cada padrão foram preparadas em metanol e congeladas a -18°C . Uma solução contendo uma mistura de todos os padrões foi preparada em sistema de vinho sintético (5 g L $^{-1}$ ácido tartárico, 12 % v/v de etanol e pH 3,2). O vinho sintético foi utilizado para evitar interferência na separação cromatográfica e na resposta de detecção. As soluções de calibração foram preparadas também em vinho sintético pela diluição da solução estoque contendo a mistura dos padrões. Todos as soluções utilizadas foram previamente filtradas em membrana com poros de 0,45 μm (Membrana PES-Kasvi). As faixas de calibração e as equações para determinação dos compostos fenólicos estão descritas no APÊNDICE C.

As amostras de aproximadamente 2 ml (vinho ou solução de calibração) foram filtradas em membrana de 0,45 μm (Membrana PES-Kasvi) com uma seringa e colocada no vial para injeção direta no sistema CLAE. Foram utilizadas três amostras por tratamento (combinação variedade copa e porta-enxerto), provenientes do vinho congelado no momento do envase. Para cada amostra foi realizada a leitura em duplicata e quando se detectou variação $>$ que 10% realizou-se uma terceira leitura. A quantificação em mg L $^{-1}$ de todos os compostos foi determinada por curvas de calibração com padrão externo.

As análises cromatográficas foram realizadas utilizando um equipamento de cromatografia líquida de alta eficiência Shimadzu (Kyoto, Japão), equipado com um desgaseificador a vácuo (DGU-2A), sistema quaternário com bomba (LC-10ADVP), válvula (FCV-10ALVP), detector UV-VIS (SPD-10AV), auto injetor (SIL-10ADVP) e controlador (SCL-10AVP). A coluna foi a C18 (5 μm , 250 mm x 4,6 mm, Restek). O software utilizado para controlar o sistema gradiente, o detector e para aquisição dos dados foi Shimadzu Class-VP.

Utilizou-se gradiente com dois solventes A e B: para fase móvel A utilizou-se água: ácido acético (98:2) e como solvente para fase móvel B água: ácido acético: acetonitrila (58:2:40). A eluição foi realizada através de gradiente linear: iniciou com 100% de A; aos 55 min 20% A e 80% B; aos 70 min 0% A e 100% B e aos 80 min 100%A e 0% B. O fluxo utilizado foi de 0,9 mL min⁻¹. Os compostos fenólicos foram lidos em 280nm. Todos os solventes utilizados como fase móvel foram previamente filtrados em membrana com poros de 0,45 µm (Membrana PES-Kasvi).

3.3.5 Delineamento experimental e análise estatística dos dados

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro blocos, sendo cada repetição constituída de 10 plantas uniformes em vigor.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) num esquema fatorial entre porta-enxertos e ciclos. A ANOVA foi feita individualmente para cada variedade copa em cada local. Quando foram detectados efeitos significativos de porta-enxertos, procedeu-se o teste de comparação de médias de Fisher, ao nível de 5% de probabilidade de erro. Análises de correlação também foram realizadas entre variáveis produtivas.

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.4.1 Desempenho produtivo

A análise de variância revelou altos níveis de significância para os efeitos principais de porta-enxerto e de ciclo, além da interação entre os dois fatores, para a maioria das variáveis de produção, vigor e equilíbrio vegeto:produtivo da variedade Cabernet Sauvignon (APÊNDICE D).

Para Cabernet Sauvignon, o efeito do porta-enxerto sobre os componentes de produção foi relativamente consistente em ambos locais de estudo, ao longo dos três ciclos (Tabela 1). Os porta-enxertos P1103 e 3309C conferiram as maiores médias de produção por planta, quando comparados a 101-14 na área de Painel. Em São Joaquim, esse comportamento foi observado apenas em 2016. No entanto, a média dos dois ciclos avaliados em São Joaquim revelou maior consistência produtiva nos

porta-enxertos P1103 e 3309C. Em Painel, a produção média de Cabernet Sauvignon sobre P1103 e 3309C foi de 5,2 kg, o que foi 15,5% maior em relação às plantas enxertadas em 101-14. Em São Joaquim, essa mesma comparação revelou um aumento de 46,3%.

A carga de Cabernet Sauvignon sobre os porta-enxertos mais produtivos foi determinada tanto pelo aumento do número de cachos por planta, quanto pelo aumento da massa dos cachos, todavia, a importância de cada um desses componentes variou de acordo com o local. Em Painel, o coeficiente de correlação entre produção e número de cachos por planta foi de 0,84 ($p<0,001$), e entre produção e massa do cacho foi de 0,84 ($p<0,001$). Nessa área, P1103 e 3309C produziram estatisticamente o mesmo número de cachos (63 e 67, respectivamente), mas P1103 não diferiu significativamente de 101-14 (60 cachos/planta). No entanto, a massa do cacho nos dois porta-enxertos mais produtivos foi 17,4% maior do que a observada em 101-14. Em São Joaquim, foi observado o mesmo comportamento com relação ao número de cachos por planta, com correlação de 0,84 ($p<0,001$), porém, a massa do cacho explicou uma proporção menor da variação da produção por planta ($r=0,73$; $p<0,001$), e nessa área, a massa do cacho em P1103 (71,2 g) foi 27% maior que as observadas em 3309C e 101-14.

A produção por planta da variedade Merlot foi significativamente afetada pelo porta-enxerto, independente do ciclo avaliado (APÊNDICE E, Tabela 2). A maior produção por planta foi observada em 3309C, que apresentou o maior número de cachos e teve os cachos mais pesados. P1103 e 101-14 tiveram as menores produções, os menores números de cachos por planta e a menor massa média de cacho. No entanto, a massa do cacho em 101-14 não diferiu significativamente do observado em 3309C.

O porta-enxerto P1103 aumentou a produção por planta na variedade Cabernet Sauvignon, através do aumento do número de cachos e da massa dos cachos. Todavia, o mesmo efeito não foi observado para a variedade Merlot. O porta-enxerto 3309C se equiparou a P1103 na produção de Cabernet Sauvignon e aumentou a produção de Merlot, na qual induziu a um aumento da fertilidade de gemas, representada pela relação cachos por ramo, além de aumentar a massa dos cachos. Essas observações estão de acordo com a literatura, especialmente o trabalho de Kidman et al (2013b), que relatam um aumento na fertilidade de gemas e pegamento de frutos de Merlot, quando enxertada em porta-enxertos que tinham *V. riparia* na sua

genética. Em outro estudo, os autores também encontraram as maiores produtividades em plantas de Merlot enxertadas sobre 3309C, em comparação com vários porta-enxertos durante três anos de estudos (KELLER et al., 2011).

Tabela 1 - Componentes de produção da videira Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera L.*) sobre diferentes porta-enxertos, cultivada em Painel e em São Joaquim, durante os ciclos 2014/15, 2015/16 e 2016/17.

| Variáveis | Safra | Porta-enxertos | | | | | | | |
|--------------------------------|-------|----------------|-------|----|------|-------|----|--------|---------|
| | | P1103 | | | | 3309C | | 101-14 | |
| Painel | | | | | | | | | |
| <i>Produção/planta</i> (kg) | 2015 | 4,3 | ± 0,2 | a | 4,5 | ± 0,2 | a | 3,9 | ± 0,2 b |
| | 2016 | 3,5 | ± 0,3 | a | 2,9 | ± 0,4 | a | 1,8 | ± 0,3 b |
| | 2017 | 8,0 | ± 0,6 | a | 7,9 | ± 0,5 | a | 7,6 | ± 0,9 a |
| | Média | 5,3 | ± 0,4 | a | 5,1 | ± 0,4 | a | 4,5 | ± 0,5 b |
| <i>Cachos/planta</i> | 2015 | 60,2 | ± 3,0 | ab | 70,8 | ± 4,3 | a | 56,8 | ± 3,3 b |
| | 2016 | 54,7 | ± 4,6 | a | 48,1 | ± 3,7 | ab | 38,7 | ± 3,7 b |
| | 2017 | 74,9 | ± 5,4 | a | 82,2 | ± 6,5 | a | 86,3 | ± 3,0 a |
| | Média | 63,3 | ± 2,9 | ab | 67 | ± 3,8 | a | 60,6 | ± 4,0 b |
| <i>Massa do cacho</i> (g) | 2015 | 72,5 | ± 2,8 | a | 65,1 | ± 3,4 | a | 69,7 | ± 3,8 a |
| | 2016 | 67,2 | ± 9,1 | a | 59,1 | ± 4,5 | a | 42,7 | ± 4,0 b |
| | 2017 | 106,3 | ± 2,9 | a | 97,6 | ± 4,1 | ab | 85,8 | ± 7,7 b |
| | Média | 82,0 | ± 4,5 | a | 73,9 | ± 3,9 | a | 66,4 | ± 4,5 b |
| São Joaquim | | | | | | | | | |
| <i>Produção/planta</i> (kg) | 2015 | 4,2 | ± 0,4 | a | 3,7 | ± 0,4 | a | 4,1 | ± 0,5 a |
| | 2016 | 4,2 | ± 0,3 | a | 3,7 | ± 0,2 | a | 1,6 | ± 0,2 b |
| | Média | 4,2 | ± 0,2 | a | 3,7 | ± 0,2 | a | 2,7 | ± 0,3 b |
| | | | | | | | | | |
| <i>Cachos/planta</i> | 2015 | 59,8 | ± 3,8 | a | 69,3 | ± 5,2 | a | 68,3 | ± 5,0 a |
| | 2016 | 57,5 | ± 3,0 | a | 56,1 | ± 2,1 | a | 34,2 | ± 2,4 b |
| | Média | 58,7 | ± 2,3 | ab | 62,7 | ± 2,7 | a | 49,0 | ± 3,8 b |
| | | | | | | | | | |
| <i>Massa do cacho</i> (g) | 2015 | 70,2 | ± 3,5 | a | 53,2 | ± 3,3 | b | 59,4 | ± 3,9 b |
| | 2016 | 72,2 | ± 2,2 | a | 65,9 | ± 3,9 | a | 46,8 | ± 4,3 b |
| | Média | 71,2 | ± 2,0 | a | 59,5 | ± 2,9 | b | 52,3 | ± 3,2 b |
| | | | | | | | | | |

Médias com letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste LSD de Fisher ($p<0,05$).

Média ± erro padrão. ns = não significativo na ANOVA ($p<0,05$).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Os porta-enxertos influenciaram significativamente os parâmetros do dossel vegetativo da variedade Cabernet Sauvignon (Tabela 3). A área foliar foi semelhante entre os porta-enxertos, com uma média de 8,5 e 8,0 m² por planta, nas áreas de Painel e São Joaquim, respectivamente. No entanto, o porta-enxerto P1103 conferiu o maior índice SPAD, independentemente do local ou ciclo.

A massa de poda por planta variou de acordo com o porta-enxerto e com a área experimental. 3309C induziu o menor valor de massa de poda em São Joaquim (1,0 kg), e 101-14 apresentou a menor massa de poda em Painel (1,6 kg). A maior massa

média dos ramos de Cabernet Sauvignon em Painel foi obtida no porta-enxerto P1103 (54,0 g). Em 3309C e em 101-14, os ramos foram 18,9 e 33,8% mais leves. Na área de São Joaquim, a massa de ramo em 101-14 se equiparou a observada em P1103, e ambos foram superiores ao 3309C.

Tabela 2 - Componentes de produção da videira Merlot (*Vitis vinifera L.*) sobre diferentes porta-enxertos, cultivada em Painel, durante os ciclos 2014/15, 2015/16 e 2016/17. (Continua)

| Variáveis | Safra | Porta-enxertos | | | | | |
|------------------------------------|-------|----------------|-------|-------|------|--------|----|
| | | P1103 | | 3309C | | 101-14 | |
| <i>Produção por planta</i> (kg) | 2015 | 3,8 | ± 0,2 | b | 6,8 | ± 0,2 | a |
| | 2016 | 1,6 | ± 0,1 | b | 2,9 | ± 0,3 | a |
| | 2017 | 5,2 | ± 0,7 | b | 6,8 | ± 0,8 | a |
| | Média | 3,7 | ± 0,4 | b | 5,5 | ± 0,5 | a |
| <i>Cachos/Planta</i> | 2015 | 59,9 | ± 2,8 | ns | 89,1 | ± 4,3 | - |
| | 2016 | 54,3 | ± 3,3 | - | 68,8 | ± 3,9 | - |
| | 2017 | 75,7 | ± 9,6 | - | 87,3 | ± 6,5 | - |
| | Média | 64,7 | ± 4,4 | b | 81,6 | ± 3,5 | a |
| <i>Massa do cacho</i> (g) | 2015 | 64,1 | ± 1,5 | b | 76,8 | ± 2,0 | a |
| | 2016 | 29,0 | ± 2,1 | b | 41,5 | ± 2,3 | a |
| | 2017 | 68,5 | ± 3,1 | b | 75,5 | ± 3,3 | ab |
| | Média | 55,5 | ± 3,7 | b | 64,5 | ± 3,4 | a |

Médias com letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste LSD de Fisher ($p<0,05$).

Média ± erro padrão. ns = não significativo na ANOVA ($p<0,05$).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

As maiores médias de área foliar por planta, na variedade Merlot, foram observadas em P1103 e em 3309C, e a menor foi observada em 101-14 (Tabela 4). O porta-enxerto 3309C reduziu significativamente a massa de poda e massa média dos ramos, em relação aos outros genótipos. Além disso, esse porta-enxerto aumentou o número de cachos por ramo e o índice de ravaz, além de reduzir a relação área foliar/fruto, quando comparado com P1103. Em 101-14 o número de cachos por ramo não diferiu de 3309C. O menor índice de Ravaz foi observado em plantas com enxertia sobre P1103.

De acordo com Smart e Robinson (1991), a pesagem do material podado no inverno é uma medida representativa do crescimento vegetativo que ocorreu durante o ciclo que precede a poda. Esses autores descreveram importantes princípios sobre o manejo do dossel vegetativo da videira, e concluíram que a massa de poda de videiras em equilíbrio vegetativo produtivo fica entre 300 e 600 g por metro linear de dossel. Neste trabalho, as maiores massas de poda foram observadas em videiras enxertadas sobre P1103. Nesse porta-enxerto, as plantas de Cabernet Sauvignon

apresentaram massas de poda de 1600 e 1060 g m⁻¹, nas áreas de Painel e de São Joaquim, respectivamente. Em plantas Merlot sobre P1103, foi observada média de 1200g m⁻¹.

Neste trabalho, a poda de inverno foi feita de modo a deixar o mesmo número de gemas por planta para todas as combinações porta-enxerto X variedade copa, e áreas experimentais, com o intuito de homogeneizar o potencial número de pontos de crescimento das plantas e isolar a variação atribuída ao porta-enxerto. Como resultado, a maior massa de poda obtida em P1103 refletiu na obtenção da maior massa média de ramos, uma vez que o número de ramos era estatisticamente o mesmo em relação aos outros porta-enxertos. Em um estudo que testou densidades de 10 a 20 ramos por metro linear de dossel, Reynolds et al. (1994) não encontraram diferenças na massa de poda por planta. Myers et al. (2008) também não detectaram diferenças na massa de poda quando testaram densidades de 12, 20 e 28 ramos m⁻¹, sugerindo que os ramos apresentaram menores massas.

Outra característica importante observada em P1103 são os valores significativamente maiores de índice SPAD, em relação aos outros porta-enxertos. O índice SPAD tem relação direta com a concentração de clorofila nas folhas (AMARANTE et al., 2009) e indica o estado nutricional das plantas (PORRO et al., 2000), principalmente com relação à concentração de nitrogênio nas folhas (TASKOS et al., 2015).

As leituras de SPAD em P1103 e as observações da massa de poda são resultados fidedignos que tem fundamento teórico no estudo realizado por Lecourt et al (2015), onde os autores cultivaram videiras Cabernet Sauvignon enxertadas em P1103 e Riparia Glorie (*V. riparia*), e submeteram-nas a diferentes doses de adubação nitrogenada. Ao analisar o crescimento vegetativo e a concentração de macro e micro nutrientes, observaram que P1103 é capaz de induzir maior vigor devido a sua “habilidade” de absorver uma maior quantidade de nitrogênio e de outros nutrientes (LECOURT et al., 2015).

Após a análise individual dos componentes de produção e dos parâmetros de vigor, os cálculos das relações entre as partes reprodutivas e vegetativas revelaram que os porta-enxertos, os ciclos e os locais induziram variações no equilíbrio da videira Cabernet Sauvignon (Tabela 5).

Na área de São Joaquim, o porta- enxerto 3309C apresentou o maior número de cachos por ramo, a menor relação área foliar/fruto (cm² g⁻¹), e o maior índice de

Ravaz. O mesmo foi observado em São Joaquim, com exceção do número de cachos/ramo, que sofreu uma variação devido ao ciclo. O porta-enxerto P1103 se equiparou ao 3309C na variável área foliar/fruto, porém induziu, proporcionalmente, um maior acúmulo de energia nos ramos do que foliar/fruto ($\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$), e o maior índice de Ravaz. O mesmo foi observado em São Joaquim, com exceção do número de cachos/ramo, que sofreu uma variação devido ao ciclo.

Tabela 3 - Característica de vigor da videira Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera L.*) sobre diferentes porta-enxertos, cultivada em Painel e em São Joaquim, durante os ciclos 2014/15, 2015/16 e 2016/17.

| Variáveis | Safra | Porta-enxertos | | | | | |
|-----------------------|-------|-------------------|-------------------|--------|------------------|---|--|
| | | P1103 | 3309C | 101-14 | | | |
| Painel | | | | | | | |
| Área Foliar (m^2) | 2015 | 10,1 \pm 0,4 ns | 10,5 \pm 0,6 | - | 10,0 \pm 0,3 | - | |
| | 2016 | 5,4 \pm 0,2 ns | 6,8 \pm 0,4 | - | 6,2 \pm 0,3 | - | |
| | 2017 | 9,4 \pm 0,9 ns | 9,2 \pm 0,6 | - | 9,5 \pm 0,4 | - | |
| | Média | 8,3 \pm 0,5 | 8,8 \pm 0,4 | | 8,5 \pm 0,3 | | |
| Massa de poda (kg) | 2015 | 2,1 \pm 0,1 ns | 1,5 \pm 0,1 | - | 1,2 \pm 0,1 | - | |
| | 2016 | 3,0 \pm 0,1 ns | 2,2 \pm 0,2 | - | 2,1 \pm 0,2 | - | |
| | 2017 | 2,0 \pm 0,1 a | 1,8 \pm 0,1 | - | 1,3 \pm 0,2 | - | |
| | Média | 2,4 \pm 0,1 a | 1,9 \pm 0,1 b | b | 1,6 \pm 0,1 c | | |
| Massa de ramo (g) | 2015 | 46,1 \pm 3,1 ns | 31,5 \pm 2,5 | - | 25,2 \pm 2,3 | - | |
| | 2016 | 72,7 \pm 3,7 ns | 60,6 \pm 5,4 | - | 54,9 \pm 4,1 | - | |
| | 2017 | 43,3 \pm 4,6 ns | 39,3 \pm 4,2 | - | 26,0 \pm 2,8 | - | |
| | Média | 54,0 \pm 3,3 a | 43,8 \pm 3,3 b | b | 35,7 \pm 3,0 c | | |
| Índice SPAD | 2015 | 35,7 \pm 0,3 a | 31,8 \pm 0,3 | b | 31,4 \pm 0,5 b | | |
| | 2016 | 34,9 \pm 0,2 a | 31,6 \pm 0,3 | b | 29,9 \pm 0,3 b | | |
| | 2017 | 32,9 \pm 0,3 a | 32,0 \pm 0,1 ab | ab | 31,2 \pm 0,3 b | | |
| | Média | 34,4 \pm 0,3 a | 31,8 \pm 0,2 b | b | 30,9 \pm 0,3 b | | |
| São Joaquim | | | | | | | |
| Área Foliar (m^2) | 2015 | 9,5 \pm 0,7 ns | 10,0 \pm 0,6 | - | 8,9 \pm 0,6 | - | |
| | 2016 | 7,7 \pm 0,3 ns | 6,1 \pm 0,3 | - | 6,2 \pm 0,2 | - | |
| | Média | 8,6 \pm 0,4 ns | 8,1 \pm 0,4 | - | 7,4 \pm 0,4 | - | |
| Massa de poda (kg) | 2015 | 1,7 \pm 0,1 ns | 1,3 \pm 0,1 | - | 1,7 \pm 0,1 | - | |
| | 2016 | 1,5 \pm 0,1 ns | 0,8 \pm 0,0 | - | 1,3 \pm 0,0 | - | |
| | Média | 1,6 \pm 0,1 a | 1,0 \pm 0,1 b | b | 1,5 \pm 0,1 a | | |
| Massa de ramo (g) | 2015 | 47,0 \pm 3,8 ns | 30,9 \pm 2,5 | - | 48,6 \pm 3,8 | - | |
| | 2016 | 37,9 \pm 0,2 ns | 21,4 \pm 0,9 | - | 34,4 \pm 0,0 | - | |
| | Média | 42,4 \pm 2,1 a | 26,2 \pm 1,7 b | b | 40,6 \pm 2,2 a | | |
| Índice SPAD | 2015 | 40 \pm 0,1 a | 37 \pm 0,2 | b | 36 \pm 0,2 b | | |
| | 2016 | 36 \pm 0,2 a | 33 \pm 0,1 b | b | 32 \pm 0,2 b | | |
| | Média | 38 \pm 0,1 a | 35 \pm 0,3 b | b | 34 \pm 0,2 b | | |

Médias com letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste LSD de Fisher ($p<0,05$).
Média \pm erro padrão. ns = não significativo na ANOVA ($p<0,05$).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Tabela 4 - Característica de vigor da videira Merlot (*Vitis vinifera L.*) sobre diferentes porta-enxertos, cultivada em Painel, durante os ciclos 2014/15, 2015/16 e 2016/17.

| Variáveis | Safra | Porta-enxertos | | | | | |
|----------------------------------|-------|----------------|-------|-------|------|--------|----|
| | | P1103 | | 3309C | | 101-14 | |
| Área Foliar (m ²) | 2015 | 18,8 | ± 0,7 | ns | 16,3 | ± 1,0 | - |
| | 2016 | 12,1 | ± 1,0 | - | 14,4 | ± 0,7 | - |
| | 2017 | 16,3 | ± 1,0 | - | 15,2 | ± 1,0 | - |
| | Média | 15,8 | ± 0,7 | a | 15,2 | ± 0,5 | a |
| Massa de poda (kg) | 2015 | 1,8 | ± 0,1 | a | 1,4 | ± 0,1 | b |
| | 2016 | 1,9 | ± 0,2 | a | 1,5 | ± 0,1 | b |
| | 2017 | 1,8 | ± 0,1 | a | 1,3 | ± 0,1 | b |
| | Média | 1,8 | ± 0,1 | a | 1,4 | ± 0,1 | b |
| Massa de ramo (g) | 2015 | 36,0 | ± 2,2 | a | 26,6 | ± 2,8 | ab |
| | 2016 | 47,2 | ± 6,9 | a | 29,9 | ± 2,2 | b |
| | 2017 | 36,8 | ± 3,0 | a | 27,5 | ± 2,6 | b |
| | Média | 39,7 | ± 2,6 | a | 28,1 | ± 1,5 | b |

Médias com letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste LSD de Fisher ($p<0,05$).

Média ± erro padrão. ns = não significativo na ANOVA ($p<0,05$).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

O porta-enxerto P1103 se equiparou ao 3309C na variável área foliar/fruto, porém induziu, proporcionalmente, um maior acúmulo de energia nos ramos do que nos cachos, o que é representado pela relação produção/poda (Índice de Ravaz). O número de cachos por ramo em 101-14 sofreu variação considerável de acordo com o ciclo, e o índice de Ravaz de acordo com o local: foi semelhante ao observado em 3309C na área de Painel, mas apresentou o menor valor em São Joaquim.

Devido ao aumento dos componentes de produção, o porta-enxerto 3309C melhorou as variáveis de equilíbrio vegeto produtivo (Tabela 6). As médias de índice de Ravaz em videiras enxertadas sobre 3309C foi de 3,4 para a variedade Cabernet Sauvignon e 4,1 para a Merlot, enquanto que em P1103, os valores foram de 2,5 e 2,2, respectivamente. Na literatura científica sobre equilíbrio vegeto produtivo da videira, valores ideais de índice de Ravaz ficam entre 5 e 10 (SMART; ROBINSON, 1991). Apesar dos valores encontrados em 3309C estarem abaixo do mínimo ideal, eles ainda estão bem acima de índices descritos nas regiões de altitude de Santa Catarina. Em São Joaquim, por exemplo, para as variedades Cabernet Sauvignon e Merlot, já foram descritos valores entre 1,5 e 2,3 (BRIGHENTI et al., 2011; ZALAMENA et al., 2013a; ZALAMENA et al., 2013b).

Tabela 5 - Equilíbrio vegeto:produtivo da videira Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera L.*) sobre diferentes porta-enxertos, cultivada em Painel e em São Joaquim, durante os ciclos 2014/15, 2015/16 e 2016/17.

| Variáveis | Safra | Porta-enxertos | | | | | |
|------------------------------------|-------|----------------|----|-------------|----|-------------|---|
| | | P1103 | | 3309C | | 101-14 | |
| Painel | | | | | | | |
| <i>Cachos/Ramo</i> | 2015 | 1,29 ± 0,04 | ab | 1,42 ± 0,07 | a | 1,15 ± 0,08 | b |
| | 2016 | 1,30 ± 0,08 | a | 1,30 ± 0,05 | a | 0,98 ± 0,07 | c |
| | 2017 | 1,51 ± 0,06 | b | 1,66 ± 0,05 | ab | 1,73 ± 0,05 | a |
| | Média | 1,36 ± 0,04 | b | 1,47 ± 0,04 | a | 1,29 ± 0,07 | b |
| <i>Área Foliar/Fruto (cm² g⁻¹)</i> | 2015 | 23,3 ± 0,6 | a | 23,6 ± 1,5 | a | 26,4 ± 1,6 | a |
| | 2016 | 16,4 ± 1,1 | c | 26,3 ± 2,8 | b | 46,2 ± 6,9 | a |
| | 2017 | 11,8 ± 0,5 | a | 11,8 ± 0,5 | a | 14,4 ± 1,6 | a |
| | Média | 17,2 ± 1,0 | b | 20,5 ± 1,6 | b | 28,7 ± 3,3 | a |
| <i>Produção/Poda (kg kg⁻¹)</i> | 2015 | 2,1 ± 0,1 | b | 3,0 ± 0,1 | a | 3,3 ± 0,2 | a |
| | 2016 | 1,2 ± 0,1 | ab | 1,4 ± 0,2 | a | 0,9 ± 0,2 | b |
| | 2017 | 4,2 ± 0,6 | b | 4,5 ± 0,5 | b | 6,1 ± 0,4 | a |
| | Média | 2,5 ± 0,3 | b | 3,0 ± 0,3 | a | 3,5 ± 0,4 | a |
| São Joaquim | | | | | | | |
| <i>Cachos/Ramo</i> | 2015 | 1,64 ± 0,09 | b | 1,69 ± 0,07 | b | 1,93 ± 0,07 | a |
| | 2016 | 1,41 ± 0,06 | a | 1,45 ± 0,07 | a | 0,92 ± 0,06 | b |
| | Média | 1,52 ± 0,06 | ns | 1,57 ± 0,06 | - | 1,36 ± 0,11 | - |
| | | | | | | | |
| <i>Área Foliar/Fruto (cm² g⁻¹)</i> | 2015 | 23,2 ± 1,5 | a | 28,7 ± 2,3 | a | 22,8 ± 1,4 | a |
| | 2016 | 19,0 ± 1,3 | b | 17,5 ± 1,7 | b | 44,1 ± 3,7 | a |
| | Média | 21,1 ± 1,1 | b | 23,1 ± 1,9 | b | 34,8 ± 3,1 | a |
| | | | | | | | |
| <i>Produção/Poda (kg kg⁻¹)</i> | 2015 | 2,5 ± 0,2 | a | 3,0 ± 0,2 | a | 2,5 ± 0,2 | a |
| | 2016 | 2,7 ± 0,1 | b | 4,5 ± 0,4 | a | 1,2 ± 0,2 | c |
| | Média | 2,6 ± 0,1 | b | 3,8 ± 0,3 | a | 1,8 ± 0,2 | c |
| | | | | | | | |

Médias com letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste LSD de Fisher ($p<0,05$). Média ± erro padrão. ns = não significativo na ANOVA ($p<0,05$).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Tabela 6 - Equilíbrio vegeto:produtivo da videira Merlot (*Vitis vinifera L.*) sobre diferentes porta-enxertos, cultivada em Painel, durante os ciclos 2014/15, 2015/16 e 2016/17.

| Variáveis | Safra | Porta-enxertos | | | | | |
|------------------------------------|-------|----------------|----|------------|---|------------|---|
| | | P1103 | | 3309C | | 101-14 | |
| Painel | | | | | | | |
| <i>Cachos/Ramo</i> | 2015 | 1,2 ± 0,0 | ns | 1,7 ± 0,1 | - | 1,4 ± 0,0 | - |
| | 2016 | 1,3 ± 0,1 | - | 1,4 ± 0,1 | - | 1,4 ± 0,1 | - |
| | 2017 | 1,5 ± 0,1 | - | 1,7 ± 0,1 | - | 1,7 ± 0,1 | - |
| | Média | 1,4 ± 0,1 | b | 1,6 ± 0,1 | a | 1,5 ± 0,0 | a |
| <i>Área Foliar/Fruto (cm² g⁻¹)</i> | 2015 | 49,7 ± 2,8 | a | 24,2 ± 1,5 | b | 31,8 ± 1,6 | b |
| | 2016 | 79,9 ± 6,5 | a | 52,0 ± 3,2 | b | 53,8 ± 1,8 | b |
| | 2017 | 34,3 ± 2,6 | a | 24,0 ± 1,6 | b | 21,6 ± 2,7 | b |
| | Média | 52,4 ± 4,3 | a | 33,4 ± 2,8 | b | 34,7 ± 3,0 | b |
| <i>Produção/Poda (kg kg⁻¹)</i> | 2015 | 2,2 ± 0,1 | ns | 5,0 ± 0,4 | - | 4,4 ± 0,3 | - |
| | 2016 | 1,0 ± 0,2 | - | 2,1 ± 0,2 | - | 0,9 ± 0,1 | - |
| | 2017 | 3,1 ± 0,4 | - | 5,3 ± 0,7 | - | 4,0 ± 0,7 | - |
| | Média | 2,2 ± 0,3 | c | 4,1 ± 0,4 | a | 3,2 ± 0,4 | b |

Médias com letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste LSD de Fisher ($p<0,05$). Média ± erro padrão. ns = não significativo na ANOVA ($p<0,05$).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

O porta-enxerto 101-14 diminuiu o tamanho das bagas de Cabernet Sauvignon em Painel, e em São Joaquim, 101-14 e 3309C diminuíram o diâmetro e também a massa da baga (Tabela 7). A composição das uvas de Cabernet Sauvignon sofreu pouca influência do porta-enxerto nos dois locais estudados, ao longo de ciclos (Tabela 8). O teor médio de sólidos solúveis variou de 19,7 a 20,2 °Brix em uvas da área experimental de Painel. Em São Joaquim, apesar da diferença de valores, em termos práticos, ter sido relativamente pequena, foi observado que 101-14 induziu a um acúmulo de SS significativamente maior que 3309C, que por sua vez foi maior que P1103: 21,9, 21,6 e 21,2°Brix, respectivamente.

Somente em Painel, a acidez titulável foi maior em P1103 (130,2 meq L⁻¹) em relação aos outros dois porta-enxertos. Em São Joaquim, a média dos teores de acidez variaram entre 109,4 e 115,3 meq L⁻¹. O pH médio das bagas foi semelhante nas duas áreas experimentais, variando entre 3,13 e 3,19.

Tabela 7 - Diâmetro e massa de baga de uvas Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera L.*) produzidas em plantas sobre diferentes porta-enxertos, cultivadas em Painel e em São Joaquim, durante os ciclos 2014/15, 2015/16 e 2016/17.

| Variáveis | Safra | Porta-enxertos | | | | | |
|--------------------------|-------|----------------|-------|-------------|---|-------------|----|
| | | P1103 | 3309C | 101-14 | | | |
| Painel | | | | | | | |
| Diâmetro de baga (mm) | 2015 | 13,9 ± 0,0 | a | 13,8 ± 0,0 | a | 13,6 ± 0,1 | a |
| | 2016 | 12,9 ± 0,1 | b | 13,4 ± 0,1 | a | 12,4 ± 0,0 | c |
| | 2017 | 13,9 ± 0,0 | a | 13,3 ± 0,0 | b | 13,1 ± 0,0 | b |
| | Média | 13,6 ± 1,0 | a | 13,5 ± 0,1 | a | 13,0 ± 0,1 | b |
| Massa de baga (g) | 2015 | 1,51 ± 4,00 | a | 1,37 ± 0,02 | b | 1,35 ± 0,04 | b |
| | 2016 | 1,32 ± 0,02 | a | 1,37 ± 0,03 | a | 1,30 ± 0,05 | a |
| | 2017 | 1,28 ± 0,02 | a | 1,35 ± 0,03 | a | 1,37 ± 0,02 | a |
| | Média | 1,37 ± 0,02 | ns | 1,36 ± 0,02 | - | 1,35 ± 0,02 | - |
| São Joaquim | | | | | | | |
| Diâmetro de baga (mm) | 2015 | 13,2 ± 0,1 | ns | 12,5 ± 0,0 | - | 12,9 ± 0,1 | - |
| | 2016 | 13,2 ± 0,0 | - | 12,6 ± 0,1 | - | 12,6 ± 0,1 | - |
| | Média | 13,2 ± 0,1 | a | 12,6 ± 0,1 | b | 12,8 ± 0,0 | b |
| Massa de baga (g) | 2015 | 1,17 ± 0,06 | a | 1,10 ± 0,04 | b | 1,13 ± 0,03 | ab |
| | 2016 | 1,38 ± 0,07 | a | 1,20 ± 0,04 | b | 1,27 ± 0,04 | b |
| | Média | 1,27 ± 0,05 | a | 1,14 ± 0,03 | b | 1,19 ± 0,03 | b |

Médias com letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste LSD de Fisher (p<0,05).
Média ± erro padrão. ns = não significativo na ANOVA (p<0,05).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

As bagas de Merlot provenientes de plantas enxertadas em P1103 foram significativamente maiores em diâmetro e mais pesadas ao longo dos três anos de

estudo (Tabela 9). O teor médio de sólidos solúveis da uva Merlot variou entre 19,0 e 19,2 °Brix, mas não foi afetado pelo porta-enxerto. O menor valor de pH (3,06) e a maior concentração de acidez titulável (104,5 meq L⁻¹) foram observados em uvas colhidas em plantas enxertadas sobre P1103. 3309C e 101-14 não diferiram com relação ao pH e à acidez titulável nas bagas.

Tabela 8 - Maturação de uvas Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera L.*) produzidas em plantas sobre diferentes porta-enxertos, cultivadas em Painel e em São Joaquim, durante os ciclos 2014/15, 2015/16 e 2016/17.

| Variáveis | Safra | Porta-enxertos | | | | | |
|--|-------|----------------|--------|-------|-------|--------|---|
| | | P1103 | | 3309C | | 101-14 | |
| Painel | | | | | | | |
| Sólidos solúveis (°Brix) | 2015 | 20,7 | ± 0,3 | ns | 20,9 | ± 0,2 | - |
| | 2016 | 18,8 | ± 0,3 | ns | 19,2 | ± 0,1 | - |
| | 2017 | 19,7 | ± 0,0 | ns | 19,7 | ± 0,1 | - |
| | Média | 19,7 | ± 0,3 | ns | 19,9 | ± 0,3 | - |
| Acidez titulável (meq L ⁻¹) | 2015 | 136,7 | ± 2,3 | ns | 131,2 | ± 1,8 | - |
| | 2016 | 132,3 | ± 6,3 | ns | 118,1 | ± 4,4 | - |
| | 2017 | 121,4 | ± 1,9 | ns | 115,9 | ± 2,2 | - |
| | Média | 130,2 | ± 2,8 | a | 121,7 | ± 2,7 | b |
| pH | 2015 | 3,16 | ± 0,02 | ns | 3,13 | ± 0,01 | - |
| | 2016 | 3,23 | ± 0,06 | ns | 3,21 | ± 0,07 | - |
| | 2017 | 3,05 | ± 0,01 | ns | 3,07 | ± 0,02 | - |
| | Média | 3,15 | ± 0,03 | ns | 3,13 | ± 0,03 | - |
| São Joaquim | | | | | | | |
| Sólidos solúveis (°Brix) | 2015 | 20,6 | ± 0,5 | ns | 21,5 | ± 0,6 | - |
| | 2016 | 21,8 | ± 0,6 | ns | 21,8 | ± 0,8 | - |
| | Média | 21,2 | ± 0,1 | c | 21,6 | ± 0,1 | b |
| Acidez titulável (meq L ⁻¹) | 2015 | 114,1 | ± 7,8 | ns | 114,5 | ± 5,1 | - |
| | 2016 | 116,6 | ± 9,6 | ns | 106,4 | ± 5,3 | - |
| | Média | 115,3 | ± 6,0 | ns | 110,4 | ± 4,7 | - |
| pH | 2015 | 3,19 | ± 0,01 | ns | 3,18 | ± 0,02 | - |
| | 2016 | 3,21 | ± 0,07 | ns | 3,13 | ± 0,02 | - |
| | Média | 3,19 | ± 0,02 | ns | 3,13 | ± 0,02 | - |

Médias com letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste LSD de Fisher (p<0,05).

Média ± erro padrão. ns = não significativo na ANOVA (p<0,05).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Após verificar a alteração dos parâmetros de equilíbrio das videiras, observou-se pouca influência dos porta-enxertos sobre a maturação das uvas Cabernet Sauvignon e Merlot. No entanto, algumas observações são pertinentes, pois condizem com resultados encontrados em outros trabalhos científicos. Como por exemplo, na área de Painel, os teores significativamente maiores de acidez titulável nas bagas de

CS/P1103 e Merlot/P1103 podem indicar um atraso do processo de maturação dos frutos (POUGET, 1986).

Tabela 9 - Maturação de uvas Merlot (*Vitis vinifera L.*) produzidas em plantas sobre diferentes porta-enxertos, cultivadas em Painel, durante os ciclos 2014/15, 2015/16 e 2016/17.

| Variáveis | Safra | Porta-enxertos | | | | | | | |
|--|-------|----------------|--------|-------|-------|--------|---|-------|--------|
| | | P1103 | | 3309C | | 101-14 | | | |
| Massa da baga (g) | 2015 | 1,54 | ± 0,08 | ab | 1,63 | ± 0,13 | a | 1,48 | ± 0,05 |
| | 2016 | 1,71 | ± 0,08 | a | 1,38 | ± 0,08 | c | 1,52 | ± 0,06 |
| | 2017 | 1,66 | ± 0,03 | a | 1,55 | ± 0,02 | b | 1,59 | ± 0,03 |
| | Média | 1,64 | ± 0,03 | a | 1,52 | ± 0,04 | b | 1,53 | ± 0,02 |
| Diâmetro da baga (mm) | 2015 | 14,1 | ± 0,1 | a | 13,9 | ± 0,2 | a | 14,1 | ± 0,1 |
| | 2016 | 15,2 | ± 0,2 | a | 13,5 | ± 0,1 | b | 13,5 | ± 0,3 |
| | 2017 | 14,6 | ± 0,4 | a | 13,7 | ± 0,3 | b | 13,8 | ± 0,2 |
| | Média | 14,6 | ± 0,4 | a | 13,7 | ± 0,3 | b | 13,7 | ± 0,2 |
| Sólidos solúveis (°Brix) | 2015 | 20,0 | ± 0,1 | ns | 19,9 | ± 0,0 | - | 20,2 | ± 0,1 |
| | 2016 | 18,5 | ± 0,1 | ns | 18,8 | ± 0,1 | - | 18,6 | ± 0,3 |
| | 2017 | 18,7 | ± 0,1 | ns | 18,4 | ± 0,1 | - | 18,8 | ± 0,2 |
| | Média | 19,1 | ± 0,2 | ns | 19,0 | ± 0,2 | - | 19,2 | ± 0,2 |
| Acidez titulável (meq L ⁻¹) | 2015 | 3,04 | ± 0,02 | ns | 3,09 | ± 0,01 | - | 3,11 | ± 0,03 |
| | 2016 | 3,10 | ± 0,00 | ns | 3,17 | ± 0,00 | - | 3,19 | ± 0,00 |
| | 2017 | 3,05 | ± 0,02 | ns | 3,17 | ± 0,01 | - | 3,17 | ± 0,01 |
| | Média | 3,06 | ± 0,01 | b | 3,14 | ± 0,01 | a | 3,16 | ± 0,01 |
| pH | 2015 | 113,5 | ± 3,8 | ns | 103,5 | ± 1,9 | - | 106,7 | ± 3,2 |
| | 2016 | 101,1 | ± 0,6 | ns | 97,6 | ± 0,7 | - | 95,6 | ± 1,9 |
| | 2017 | 98,8 | ± 4,2 | ns | 89,0 | ± 0,9 | - | 88,4 | ± 2,1 |
| | Média | 104,5 | ± 2,6 | a | 96,7 | ± 1,9 | b | 96,9 | ± 2,6 |

Médias com letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste LSD de Fisher (p<0,05).

Média ± erro padrão. ns = não significativo na ANOVA (p<0,05).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Esses resultados estão de acordo com o trabalho de Pouget (1986), que demonstrou claramente que videiras com dosséis de grande porte, induzidos pelo porta-enxerto, tendem a prolongar a maturação dos frutos da variedade copa, em comparação com videiras enxertadas em genótipos de baixo vigor, que por sua vez tendem a acelerar o processo de maturação. Essa característica também tem sido relatada em outros estudos (BRIGHENTI et al., 2010; BRIGHENTI et al., 2011; KELLER et al., 2011; NEAL et al., 2014; JOGAIAH et al., 2015). O pH dos frutos de Merlot foi significativamente maior nos porta-enxertos 3309C e 101-14. Esses resultados condizem com os encontrados em outros estudos (KODUR et al., 2013; NEAL et al., 2014; JOGAIAH et al., 2015). O pH dos frutos é determinado pela quantidade relativa de ácidos orgânicos e de cátions, como o potássio, presentes nas

bagas (KODUR et al., 2013). Nas bagas de Merlot/P1103, o baixo teor de pH pode ser explicado pela menor capacidade de absorver potássio em porta-enxertos com descendência de *Vitis berlandieri* (WOLPERT et al., 2005).

3.4.2 Vinhos

O vinho elaborado com uvas Cabernet Sauvignon, proveniente de plantas enxertadas sobre 101-14 apresentou a maior concentração média de antocianinas na área de Painel (480,4 mg L⁻¹), mas teve a menor em São Joaquim (590,1 mg L⁻¹), quando comparado aos outros porta-enxertos (Tabela 10). No entanto, essa variação não impediu que esse vinho tivesse as maiores intensidade e tonalidade de cor em ambos locais. 101-14 também conferiu a maior concentração de polifenóis totais nos vinhos produzidos em São Joaquim.

No porta-enxerto P1103, o vinho Cabernet Sauvignon apresentou os menores teores de antocianinas, além dos menores valores de intensidade e tonalidade de cor. Em 3309C, o vinho se equiparou ao de 101-14 em intensidade de cor nas duas áreas, e produziu a maior concentração de antocianinas em São Joaquim. A composição fenólica e cromática dos vinhos de uva Merlot foi significativamente influenciada pelo porta-enxerto (Tabela 11). O porta-enxerto 101-14 conferiu o maior teor de antocianinas totais e a maior intensidade de cor, em relação aos outros porta-enxertos. A concentração de polifenóis totais foi maior em P1103, quando comparado a 3309C. 101-14 não diferiu dos outros porta-enxertos quanto ao teor de polifenóis totais.

Os porta-enxertos influenciaram significativamente a cor e a concentração de vários compostos fenólicos nos vinhos de Cabernet Sauvignon e Merlot. Os porta-enxertos 3309C e 101-14 se destacaram por conferir maiores intensidades de cor para o vinho Cabernet Sauvignon. A cor do vinho Merlot foi maior em 101-14. A intensidade de cor dos vinhos é determinada principalmente pelo teor de antocianinas das uvas. Um dos fatores que contribuem para o aumento da cor nos vinhos tintos está ligado a diminuição do tamanho médio das bagas (GIL et al., 2015). Bagas menores tendem a aumentar a relação casca/baga e incrementam a concentração de antocianinas nos vinhos (DOWNEY et al., 2006). O mesmo fenômeno pode explicar o teor de polifenóis totais encontrados em CS/101-14 de São Joaquim.

Tabela 10 – Antocianinas, polifenóis totais e características cromáticas de vinhos Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera L.*) de uvas produzidas em plantas sobre diferentes porta-enxertos, em Painel e em São Joaquim, durante os ciclos 2014/15, 2015/16 e 2016/17.

| Variáveis | Safra | Porta-enxertos | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------|----------------|---|------|-------|--------|---|--------|----|--------|---|-------|----|
| | | P1103 | | | 3309C | | | 101-14 | | | | | |
| Painel | | | | | | | | | | | | | |
| Antocianinas Totais (mg L-1) | 2015 | 377,7 | ± | 1,3 | b | 404,8 | ± | 10,3 | b | 512,2 | ± | 17,9 | a |
| | 2016 | 377,6 | ± | 6,9 | b | 382,9 | ± | 6,8 | b | 420,9 | ± | 15,3 | a |
| | 2017 | 395,8 | ± | 15,7 | b | 371,5 | ± | 16,2 | b | 508,3 | ± | 7,8 | a |
| | Média | 383,7 | ± | 5,8 | b | 386,4 | ± | 7,7 | b | 480,4 | ± | 16,5 | a |
| Polifenóis Totais (mg L-1) | 2015 | 1895,5 | ± | 35,3 | b | 1883,3 | ± | 19,7 | b | 2113,6 | ± | 73,6 | a |
| | 2016 | 1748,7 | ± | 16,8 | a | 1722,6 | ± | 34,4 | a | 1793,1 | ± | 5,0 | a |
| | 2017 | 1602,0 | ± | 2,6 | a | 1561,8 | ± | 85,1 | a | 1472,5 | ± | 64,5 | a |
| | Média | 1748,7 | ± | 43,8 | ns | 1722,6 | ± | 53,7 | - | 1793,1 | ± | 96,8 | - |
| Intensidade de Cor ¹ | 2015 | 7,8 | ± | 0,1 | ns | 7,6 | ± | 0,0 | - | 8,1 | ± | 0,1 | - |
| | 2016 | 7,3 | ± | 0,1 | ns | 8,8 | ± | 0,5 | - | 8,4 | ± | 0,4 | - |
| | 2017 | 8,3 | ± | 0,1 | ns | 9,8 | ± | 0,5 | - | 9,4 | ± | 0,4 | - |
| | Média | 7,8 | ± | 0,2 | b | 8,7 | ± | 0,4 | a | 8,7 | ± | 0,3 | a |
| Tonalidade de Cor ² | 2015 | 0,75 | ± | 0,01 | a | 0,74 | ± | 0,00 | a | 0,72 | ± | 0,01 | b |
| | 2016 | 0,73 | ± | 0,00 | b | 0,71 | ± | 0,00 | c | 0,78 | ± | 0,00 | a |
| | 2017 | 0,83 | ± | 0,00 | b | 0,81 | ± | 0,00 | c | 0,88 | ± | 0,00 | a |
| | Média | 0,77 | ± | 0,02 | c | 0,75 | ± | 0,01 | b | 0,79 | ± | 0,02 | a |
| São Joaquim | | | | | | | | | | | | | |
| Antocianinas Totais (mg L-1) | 2015 | 640,2 | ± | 85 | ab | 721,7 | ± | 23 | a | 549,0 | ± | 60 | b |
| | 2016 | 580,3 | ± | 35 | b | 687,0 | ± | 15 | a | 631,2 | ± | 24 | ab |
| | Média | 610,3 | ± | 26 | b | 704,4 | ± | 14 | a | 590,1 | ± | 40 | b |
| Polifenóis Totais (mg L-1) | 2015 | 2306,1 | ± | 9,5 | b | 2386,4 | ± | 61,3 | ab | 2559,1 | ± | 13,60 | a |
| | 2016 | 2503,1 | ± | 15,2 | b | 2761,1 | ± | 32,1 | ab | 2813,7 | ± | 26,1 | a |
| | Média | 2404,6 | ± | 12,4 | b | 2573,8 | ± | 46,7 | ab | 2686,4 | ± | 19,9 | a |
| Intensidade de Cor ¹ | 2015 | 10,1 | ± | 0,8 | b | 13,1 | ± | 0,2 | a | 10,6 | ± | 0,1 | b |
| | 2016 | 8,6 | ± | 1,1 | b | 11,2 | ± | 0,9 | a | 12,1 | ± | 0,8 | a |
| | Média | 9,4 | ± | 1,0 | b | 12,2 | ± | 0,6 | a | 11,4 | ± | 0,5 | a |
| Tonalidade de Cor ² | 2015 | 0,72 | ± | 0,02 | a | 0,59 | ± | 0,01 | c | 0,65 | ± | 0,01 | b |
| | 2016 | 0,80 | ± | 0,01 | b | 0,95 | ± | 0,10 | a | 0,92 | ± | 0,03 | a |
| | Média | 0,76 | ± | 0,02 | b | 0,77 | ± | 0,06 | ab | 0,79 | ± | 0,02 | a |

Médias com letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste LSD de Fisher ($p<0,05$).

Média ± erro padrão. ns = não significativo na ANOVA ($p<0,05$).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Além disso, plantas relativamente menos vigorosas diminuem o sombreamento dos cachos, e a radiação solar incidente induz o aumento na síntese de antocianinas (SPAYD et al., 2002; DOWNEY et al., 2006). A intensidade de cor é mesurada pela soma das absorbâncias de luz nos comprimentos de onda 420, 520 e 620 nm. A absorção em 520 nm é associada ao teor de antocianinas, e representa a cor violácea dos vinhos, enquanto que a absorbância no comprimento de onda de 420 nm expressa a cor caramelo. À medida que o vinho envelhece em garrafa, os níveis de pigmentos

poliméricos amarelos aumentam, e o impacto dos pigmentos antociânicos monoméricos vermelhos diminuem (JACKSON, 2008). Ou seja, a absorbância dos vinhos tintos no comprimento de onda de 420 nm aumenta, e no de 520 nm diminui, aumentando assim, a tonalidade dos vinhos (420/520nm).

Tabela 11 - Antocianinas, polifenóis totais e características cromáticas de vinhos Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera L.*) de uvas produzidas em plantas sobre diferentes porta-enxertos, cultivadas em Painel e em São Joaquim, durante os ciclos 2015/16 e 2016/17.

| Variáveis | Safra | Porta-enxertos | | | | | |
|--|-------|----------------|--------|-------|--------|--------|---|
| | | P1103 | | 3309C | | 101-14 | |
| Antocianinas Totais (mg L ⁻¹) | 2016 | 174,6 | ± 17,6 | a | 207,8 | ± 28,3 | a |
| | 2017 | 232,8 | ± 35,2 | b | 197,9 | ± 15,2 | c |
| | Média | 203,7 | ± 26,4 | b | 202,8 | ± 21,8 | b |
| Polifenóis totais (mg L ⁻¹) | 2016 | 1175,1 | ± 19,6 | a | 1031,1 | ± 26,4 | b |
| | 2017 | 1382,5 | ± 13,4 | a | 1145,7 | ± 80,4 | b |
| | Média | 1279 | ± 16,5 | a | 1088 | ± 53,4 | b |
| Intensidade de Cor ¹ | 2016 | 7,6 | ± 0,1 | b | 7,8 | ± 0,3 | b |
| | 2017 | 10,7 | ± 0,3 | b | 10,2 | ± 0,1 | b |
| | Média | 9,2 | ± 0,2 | b | 9,0 | ± 0,2 | b |
| Tonalidade de Cor ² | 2016 | 0,75 | ± 0,05 | ns | 0,76 | ± 0,01 | - |
| | 2017 | 0,73 | ± 0,01 | ns | 0,73 | ± 0,00 | - |
| | Média | 0,74 | ± 0,03 | ns | 0,75 | ± 0,01 | - |

Médias com letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste LSD de Fisher (p<0,05).

Média ± erro padrão. ns = não significativo na ANOVA (p<0,05).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Os porta-enxertos influenciaram na concentração de todos os compostos fenólicos flavonoides de ambas variedades, com exceção da concentração de catequina nos vinhos de Cabernet Sauvignon de São Joaquim, que não foi alterada pelo porta-enxerto (Tabela 12, Tabela 13). 3309C aumentou a concentração de catequina e rutina nos vinhos de Painel, e de queracetina e caempferol em ambos locais. Os vinhos de P1103 tiveram o menor valor de catequina e o maior de rutin, ao lado de 3309C, em Painel. Os vinhos de 101-14 apresentaram os menores valores de queracetina, e caempferol nas duas áreas, mas em São Joaquim teve o maior valor de rutina.

Neste estudo, os compostos fenólicos analisados são categorizados em flavonoides e não-flavonoides. Os flavonoides são os compostos responsáveis pela principalmente pela cor e adstringência dos vinhos, além de terem grande importância para a saúde humana (SANTOS-BUELGA e SCALBERT, 2000). Os flavonoides são

subdivididos em três classes principais: os flavan-3-óis e seus derivados estruturais (proantocianidinas, ou taninos condensados), antocianinas e os flavonóis. Os porta-enxertos não exerceram influência consistente sobre a concentração de catequina, composto do grupo dos flavan-3-óis. Apenas no vinho Cabernet Sauvignon de Painel, em que foram observados maiores teores na combinação CS/3309C e CS/101-14, o que pode ser reflexo da diminuição do tamanho das bagas, causando um aumento da concentração de compostos flavan-3-óis nos vinhos. No vinho Cabernet Sauvignon de São Joaquim e no vinho Merlot não foram observadas variações atribuídas aos porta-enxertos.

A uva é um fruto não-climatérico e seu desenvolvimento ocorre em duas etapas de crescimento, separadas por uma fase lag (COOMBE, 1976). Os compostos flavan-3-óis e seus derivados estruturais (proantocianidinas) são sintetizados durante a primeira fase do desenvolvimento das uvas, enquanto que as antocianinas são sintetizadas durante a segunda fase, que tem início a partir da virada de cor das bagas (BOSS et al., 1996; BOGS et al., 2006). A síntese de flavonoides também pode ocorrer em resposta a fatores externos como a radiação UV, seca e temperaturas baixas (CHALKER-SCOTT, 1999; WINKEL-SHIRLEY, 2002).

Em um estudo sobre o efeito do vigor sobre a composição de flavonoides em uvas e vinhos de Pinot Noir, os autores concluíram que o vigor da videira exerce maior influência no acúmulo de flavonoides nas cascas e menor ou nenhuma influência desses compostos nas sementes (CORTELL et al., 2005). A concentração de alguns flavan-3-óis e flavonóis nas cascas aumentou significativamente com a redução do vigor das videiras (CORTELL et al., 2005). Todavia, não ficou claro nesse trabalho se esse incremento foi consequência de algum mecanismo fisiológico causado pelo vigor em si, ou se o dossel menos vigoroso proporcionou maior exposição dos cachos à luz e/ou calor. Dessa forma, os autores fizeram outro estudo, na mesma parcela de vinhedo, aplicando sombreamento nos cachos de plantas com baixo vigor e encontraram os mesmo resultados (CORTELL; KENNEDY, 2006).

Os teores de flavonóis foram representados pelos compostos quercetina, rutin e caempferol. Nos vinhos de Cabernet Sauvignon, os maiores teores de flavonóis foram observados quando essa variedade foi enxertada em 3309C, com exceção da rutin em Cabernet Sauvignon de São Joaquim. Já no vinho Merlot, os maiores teores de flavonóis foram encontrados em 101-14. Esses resultados podem estar relacionados com a diminuição do tamanho das bagas (GIL et al., 2015) e com a

redução da área foliar e potencial diminuição do sombreamento dos cachos. Tem sido demonstrado que o sombreamento causa reduções significativas na concentração de flavonóis em uvas (SPAYD et al., 2002; DOWNEY et al., 2004) e maçãs (SOLOVCHENKO e SCHMITZ-EIBERGER, 2003). Os flavonóis constituem uma porção pequena dos compostos fenólicos do vinho, e sua quantidade é influenciada por fatores como a variedade, o processo de maceração e as condições climáticas (GONZALEZ-SAN JOSE et al., 1990; SPIORA;GUTIERREZ, 1998). Apesar de sua baixa concentração, os flavonóis são importantes por participarem de processos de co-pigmentação com as antocianinas, alterando a cor dos vinhos e estabilizando os pigmentos (CHEYNIER; RIGAUD, 1986).

Nos vinhos de Cabernet Sauvignon, os compostos não-flavonóides foram pouco afetados pelos porta-enxertos, sendo que a concentração de resveratrol foi maior em P1103 e as menores em 3309C e 101-14, em Painel e em São Joaquim (Tabela 14). Em São Joaquim, 3309C não diferiu significativamente de P1103 quanto ao teor de resveratrol no vinho. A concentração de ácido gálico foi maior em 3309C e 101-14 apenas na área de São Joaquim.

Nos vinhos Merlot, a maior concentração de ácido gálico foi observada em P1103, e a menor em 101-14 (Tabela 15). 3309C aumentou os teores de ácido p-coumárico e de resveratrol. 101-14 se equiparou a 3309C quanto aos teores de resveratrol, e ambos foram maiores que P1103.

Os compostos não-flavonóides analisados neste trabalho são classificados como: ácidos hidroxibenzóicos (ácido gálico e vanílico), ácidos hidroxicinâmicos (p-cumárico) e estilbenos (resveratrol). Para tais compostos, não foi observado um efeito consistente do porta-enxerto. Algumas diferenças foram detectadas, mas não se mantiveram ao longo das combinações de variedades copa, genótipos de porta-enxerto e local. Dentre os ácidos hidroxibenzóicos, o teor de ácido gálico foi maior em Merlot/P1103 em relação aos outros porta-enxertos. Mas nos vinhos de Cabernet Sauvignon e m São Joaquim, foi obdervado o contrário, os porta-enxertos 3309C e 101-14 induziram maior acúmulo de ácido gálico nos vinhos Cabernet Sauvignon. Sabe-se que os teores de ácidos hidroxibenzóicos e hidroxicinâmicos nas bagas aumentam à medida que a maturação avança e o teor de sólidos solúveis incrementam (TIAN et al., 2009). Neste sentido, os resultados encontrados neste trabalho estão de acordo, pois em São Joaquim, as uvas Cabernet Sauvignon

atingiram teores de sólidos solúveis maiores em 101-14, seguido de 3309C. Jogaiah et al (2015) encontraram os mesmo resultados em vinhos da combinação CS/101-14.

Tabela 12 – Compostos fenólicos flavonoides de vinhos Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera L.*) de uvas produzidas em plantas sobre diferentes porta-enxertos, cultivadas em Painel e em São Joaquim, durante os ciclos 2014/15, 2015/16 e 2013/17.

| Variáveis | Safra | Porta-enxertos | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------|----------------|---|------|-------|------|---|--------|---|------|---|------|---|
| | | P1103 | | | 3309C | | | 101-14 | | | | | |
| Painel | | | | | | | | | | | | | |
| Catequina (mg L ⁻¹) | 2015 | 24,3 | ± | 1,9 | b | 32,3 | ± | 5,6 | b | 49,0 | ± | 7,0 | a |
| | 2016 | 61,7 | ± | 1,1 | a | 67,3 | ± | 3,2 | a | 68,7 | ± | 0,8 | a |
| | 2017 | 45,6 | ± | 0,7 | b | 67,6 | ± | 1,4 | a | 65,6 | ± | 2,2 | a |
| | Média | 43,9 | ± | 6,7 | b | 55,7 | ± | 7,5 | a | 61,1 | ± | 4,6 | a |
| Quercetina (mg L ⁻¹) | 2015 | 4,5 | ± | 0,3 | b | 4,1 | ± | 0,3 | b | 6,6 | ± | 0,2 | a |
| | 2016 | 4,4 | ± | 0,0 | b | 4,5 | ± | 0,2 | b | 6,8 | ± | 0,4 | a |
| | 2017 | 24,5 | ± | 0,1 | b | 28,2 | ± | 0,0 | a | 17,5 | ± | 0,0 | c |
| | Média | 11,1 | ± | 3,3 | b | 12,2 | ± | 4,0 | a | 10,3 | ± | 1,8 | c |
| Rutina (mg L ⁻¹) | 2015 | NQ | ± | - | - | NQ | ± | - | - | NQ | ± | - | - |
| | 2016 | 2,0 | ± | 0,1 | a | 1,9 | ± | 0,1 | a | 2,1 | ± | 0,2 | a |
| | 2017 | 8,0 | ± | 0,4 | a | 8,4 | ± | 0,4 | a | 2,1 | ± | 0,1 | b |
| | Média | 5,0 | ± | 1,4 | a | 5,1 | ± | 1,5 | a | 2,1 | ± | 0,1 | b |
| Caempferol (mg L ⁻¹) | 2015 | 0,3 | ± | 0,1 | c | 0,7 | ± | 0,1 | b | 1,3 | ± | 0,1 | a |
| | 2016 | 0,4 | ± | 0,1 | a | 0,1 | ± | 0,0 | b | 0,2 | ± | 0,1 | b |
| | 2017 | 5,1 | ± | 0,0 | b | 6,5 | ± | 0,0 | a | 3,9 | ± | 0,0 | c |
| | Média | 1,9 | ± | 0,8 | b | 2,4 | ± | 1,0 | a | 1,8 | ± | 0,5 | c |
| São Joaquim | | | | | | | | | | | | | |
| Catequina (mg L ⁻¹) | 2015 | 63,1 | ± | 13,3 | ns | 82,4 | ± | 0,03 | - | 73,6 | ± | 1,8 | - |
| | 2016 | 71,6 | ± | 7,2 | - | 64,7 | ± | 5,10 | - | 66,7 | ± | 6,30 | - |
| | Média | 67,4 | ± | 2,50 | ns | 73,5 | ± | 5,10 | - | 70,2 | ± | 1,90 | - |
| Quercetina (mg L ⁻¹) | 2015 | 11,3 | ± | 0,6 | b | 21,3 | ± | 1,4 | a | 13,5 | ± | 0,0 | b |
| | 2016 | 0,8 | ± | 0,0 | a | 0,4 | ± | 0,0 | b | 0,3 | ± | 0,0 | c |
| | Média | 6,0 | ± | 0,2 | b | 10,8 | ± | 0,3 | a | 6,9 | ± | 0,6 | b |
| Rutina (mg L ⁻¹) | 2015 | NQ | ± | - | - | NQ | ± | - | - | NQ | ± | - | - |
| | 2016 | 4,9 | ± | 0,7 | b | 6,1 | ± | 0,4 | b | 11,0 | ± | 0,8 | a |
| | Média | - | ± | - | - | - | ± | - | - | - | ± | - | - |
| Caempferol (mg L ⁻¹) | 2015 | 1,5 | ± | 0,1 | b | 4,2 | ± | 0,80 | a | 2,0 | ± | 0,01 | b |
| | 2016 | 0,10 | ± | 0,02 | a | 0,07 | ± | 0,01 | a | 0,03 | ± | 0,01 | a |
| | Média | 0,78 | ± | 0,20 | b | 2,13 | ± | 0,40 | a | 1,02 | ± | 0,10 | b |

Médias com letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste LSD de Fisher (p<0,05).

Média ± erro padrão. ns = não significativo na ANOVA (p<0,05).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Os ácidos hidroxicinâmicos e seus derivados participam como cofatores pigmentadores, portanto, uma maior proporção desses compostos nos vinhos elaborados com uvas de menor calibre poderia explicar parcialmente a intensa cor desses vinhos, por conta do efeito de copigmentação intermolecular (GIL et al., 2015).

Em seu estudo sobre a influência do tamanho das bagas obre a cor e a composição química do vinho, Gil et al (2015) encontraram aumentos significativos nas concentrações de vários compostos fenólicos em vinhos feitos com bagas pequenas, de diâmetros menores que 11,5 mm, em comparação com bagas médias e grandes (11,5–14,5 mm, >14,5 mm, respectivamente).

Tabela 13 - Compostos fenólicos flavonoides de vinhos Merlot (*Vitis vinifera L.*) de uvas produzidas em plantas sobre diferentes porta-enxertos, cultivadas em Painel, durante os ciclos 2015/16 e 2013/17.

| Variáveis | Safra | Porta-enxertos | | | | | |
|----------------------------------|-------|----------------|--------|-------|------|--------|---|
| | | P1103 | | 3309C | | 101-14 | |
| Catequina (mg L ⁻¹) | 2016 | 15,1 | ± 0,7 | ns | 15,1 | ± 1,0 | - |
| | 2017 | 51,6 | ± 0,1 | ns | 49,0 | ± 2,6 | - |
| | Média | 33,3 | ± 8,2 | ns | 32,0 | ± 7,7 | - |
| Quercetina (mg L ⁻¹) | 2016 | 1,5 | ± 0,1 | a | 1,3 | ± 0,1 | a |
| | 2017 | 22,1 | ± 0,3 | b | 21,6 | ± 0,2 | b |
| | Média | 11,8 | ± 4,6 | b | 11,5 | ± 4,5 | b |
| Rutina (mg L ⁻¹) | 2016 | 1,3 | ± 0,7 | a | 1,0 | ± 0,1 | a |
| | 2017 | 7,8 | ± 0,2 | b | 8,1 | ± 0,1 | b |
| | Média | 4,6 | ± 1,5 | b | 4,6 | ± 1,6 | b |
| Caempferol (mg L ⁻¹) | 2016 | 0,14 | ± 0,02 | a | 0,03 | ± 0,00 | a |
| | 2017 | 1,66 | ± 0,04 | c | 1,80 | ± 0,01 | b |
| | Média | 0,90 | ± 0,34 | b | 0,91 | ± 0,39 | b |

Médias com letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste LSD de Fisher (p<0,05).

Média ± erro padrão. ns = não significativo na ANOVA (p<0,05).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

No presente trabalho, a diminuição do tamanho das bagas de Cabernet Sauvignon e Merlot, mediada pelos porta-enxertos 3309C e 101-14, parece ter sido suficiente para aumentar a concentração de ácido p-couumárico (em Merlot/3309C) e resveratrol em Merlot/3309C e Merlot/101-14. O mesmo não foi observado no vinho Cabernet Sauvignon de Painel, mas em São Joaquim a combinação CS/3309C não diferiu de CS/P1103. Os estilbenos são fitoalexinas biossintetizadas pelas videiras, como uma resposta ao ataque de doenças fúngicas e à condições de estresse (ADAMS, 2006). Dessa forma, não foi possível determinar qual foram os fatores determinantes na concentração de resveratrol nos vinhos. Todavia, pode-se considerar que o aumento de concentração observado pode ter sido uma resposta de defesa das plantas ao ataque principalmente do míldio da videira (*Plasmopara viticola*) que é a doença fúngica mais problemática na viticultura Brasileira, e altos índices de incidência e severidade têm sido relatados em vinhedos de altitude de Santa Catarina

(DE BEM et al., 2015; BETINA et al., 2016; DE BEM, B. et al., 2016; DE BEM, B. P. et al., 2016).

Tabela 14 - Compostos fenólicos não-flavonoides de vinhos Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) de uvas produzidas em plantas sobre diferentes porta-enxertos, cultivadas em Painel e em São Joaquim, durante os ciclos 2014/15, 2015/16 e 2013/17.

| Variáveis | Safra | Porta-enxertos | | |
|--|-------|----------------|---------------|---------------|
| | | P1103 | 3309C | 101-14 |
| Painel | | | | |
| Ácido Gálico (mg L ⁻¹) | 2015 | 29,3 ± 0,5 ns | 28,0 ± 1,8 - | 24,4 ± 1,2 - |
| | 2016 | 24,0 ± 0,6 ns | 32,3 ± 1,0 - | 33,9 ± 1,1 - |
| | 2017 | 21,4 ± 0,0 ns | 19,9 ± 0,0 - | 19,7 ± 0,0 - |
| | Média | 24,9 ± 1,4 ns | 26,8 ± 2,3 - | 26,0 ± 2,6 - |
| Ácido Vanílico (mg L ⁻¹) | 2015 | 4,8 ± 0,1 ns | 4,4 ± 0,1 - | 4,1 ± 0,1 - |
| | 2016 | 8,4 ± 1,1 ns | 9,8 ± 0,8 - | 8,9 ± 0,8 - |
| | 2017 | 7,0 ± 0,3 ns | 7,2 ± 0,2 - | 7,1 ± 0,1 - |
| | Média | 6,7 ± 0,8 ns | 7,1 ± 1,0 - | 6,7 ± 0,9 - |
| Ácido p-Coumarico (mg L ⁻¹) | 2015 | 2,7 ± 0,8 ns | 3,5 ± 0,7 - | 2,3 ± 0,7 - |
| | 2016 | 1,1 ± 0,1 ns | 1,1 ± 0,1 - | 1,1 ± 0,1 - |
| | 2017 | 1,3 ± 0,1 ns | 0,5 ± 0,0 - | 1,1 ± 0,1 - |
| | Média | 1,7 ± 0,4 ns | 1,7 ± 0,6 - | 1,5 ± 0,3 - |
| Resveratrol (mg L ⁻¹) | 2015 | 3,2 ± 0,3 ns | 2,2 ± 0,2 - | 1,9 ± 0,1 - |
| | 2016 | 3,8 ± 0,3 ns | 3,9 ± 0,4 - | 4,3 ± 0,1 - |
| | 2017 | 2,3 ± 0,0 ns | 1,9 ± 0,0 - | 1,9 ± 0,0 - |
| | Média | 3,1 ± 0,3 a | 2,7 ± 0,3 b | 2,7 ± 0,4 b |
| São Joaquim | | | | |
| Ácido Gálico (mg L ⁻¹) | 2015 | 22,7 ± 1,2 b | 32,1 ± 0,4 a | 25,1 ± 2,9 ab |
| | 2016 | 29,4 ± 2,3 b | 34,8 ± 3,0 ab | 40,7 ± 0,7 a |
| | Média | 26,1 ± 2,7 b | 33,4 ± 2,3 a | 32,9 ± 5,2 a |
| Ácido Vanílico (mg L ⁻¹) | 2015 | 5,3 ± 0,2 ns | 3,7 ± 3 - | 6,9 ± 0,1 - |
| | 2016 | 6,9 ± 0,9 ns | 10,8 ± 1,6 - | 8,8 ± 0,3 - |
| | Média | 6,1 ± 0,7 ns | 7,3 ± 3,0 - | 7,9 ± 0,6 - |
| Ácido p-Coumarico (mg L ⁻¹) | 2015 | 2,6 ± 0,1 ns | 0,6 ± 0 - | 0,7 ± 0 - |
| | 2016 | 2,3 ± 0,3 - | 4,0 ± 0,8 - | 3,7 ± 0,9 - |
| | Média | 2,4 ± 0,4 ns | 2,3 ± 0,5 - | 2,2 ± 0,6 - |
| Resveratrol (mg L ⁻¹) | 2015 | 2,6 ± 0,4 ns | 2,9 ± 0,1 - | 1,9 ± 0,1 - |
| | 2016 | 3,6 ± 0,6 - | 2,0 ± 0,2 - | 1,8 ± 0,3 - |
| | Média | 3,1 ± 0,5 a | 2,4 ± 0,3 ab | 1,8 ± 0,2 b |

Médias com letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste LSD de Fisher (p<0,05).
Média ± erro padrão. ns = não significativo na ANOVA (p<0,05).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Tabela 15 - Compostos fenólicos não-flavonoides de vinhos Merlot (*Vitis vinifera L.*) de uvas produzidas em plantas sobre diferentes porta-enxertos, cultivadas em Painel, durante os ciclos 2015/16 e 2013/17.

| Variáveis | Safra | Porta-enxertos | | | | | |
|--|-------|----------------|--------------|--------------|--|--|--|
| | | P1103 | 3309C | 101-14 | | | |
| Ácido Gálico (mg L ⁻¹) | 2016 | 21,9 ± 0,1 a | 20,2 ± 0,0 b | 17,2 ± 0,1 c | | | |
| | 2017 | 22,5 ± 0,1 a | 21,7 ± 0,0 c | 22,1 ± 0,1 b | | | |
| | Média | 22,3 ± 0,2 a | 21,0 ± 0,3 b | 19,7 ± 1,1 c | | | |
| Ácido Vanílico (mg L ⁻¹) | 2016 | 4,6 ± 0,4 ns | 5,1 ± 0,1 - | 4,7 ± 0,1 - | | | |
| | 2017 | 5,8 ± 2,9 ns | 10,5 ± 0,4 - | 9,1 ± 0,4 - | | | |
| | Média | 5,2 ± 1,3 ns | 7,8 ± 1,2 - | 6,9 ± 1,0 - | | | |
| Ácido p-Coumarico (mg L ⁻¹) | 2016 | 4,6 ± 0,0 c | 5,3 ± 0,0 a | 4,9 ± 0,1 b | | | |
| | 2017 | 3,7 ± 0,1 b | 4,8 ± 0,1 a | 3,7 ± 0,0 b | | | |
| | Média | 4,1 ± 0,2 c | 5,0 ± 0,1 a | 4,3 ± 0,2 b | | | |
| Resveratrol (mg L ⁻¹) | 2016 | 3,4 ± 0,1 ns | 6,0 ± 0,1 - | 6,0 ± 0,1 - | | | |
| | 2017 | 10,6 ± 0,8 ns | 12,8 ± 0,0 - | 11,5 ± 0,2 - | | | |
| | Média | 7,0 ± 1,7 b | 9,4 ± 1,5 a | 8,7 ± 1,2 a | | | |

Médias com letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste LSD de Fisher (p<0,05).
Média ± erro padrão. ns = não significativo na ANOVA (p<0,05).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

3.5 CONCLUSÃO

Os porta-enxertos modificam os parâmetros de produção e de crescimento vegetativo, e influenciam na composição fenólica dos vinhos.

O porta-enxerto P1103 proporciona maiores produções e vigor para Cabernet Sauvignon, e diminui os compostos flavonoides nos vinhos.

O porta-enxerto 3309C proporciona maiores produções e melhora os índices de equilíbrio veeto produtivo das variedades Cabernet Sauvignon e Merlot. Além disso, diminui o tamanho das bagas de Cabernet Sauvignon e aumenta a concentração de compostos flavonoides nos vinhos.

O porta-enxerto 101-14 diminui o tamanho das bagas de Merlot e aumenta a concentração dos compostos flavonoides nos vinhos.

4 CRESCIMENTO E ALOCAÇÃO DE BIOMASSA EM PLANTAS DE SAUVIGNON BLANC SOBRE DIFERENTES PORTA-ENXERTOS SUBMETIDAS A ESTRESSE HÍDRICO

4.1 RESUMO

O presente capítulo tem por objetivo avaliar o efeito de diferentes porta-enxertos sobre o vigor da variedade copa Sauvignon Blanc (*Vitis vinifera L.*), quando submetidos a uma condição de déficit hídrico. O experimento foi realizado em Blenheim, na região de Marlborough, Nova Zelândia (41°29'S, 173°57'E, 7 m de altitude), entre setembro de 2017 a março de 2018. Plantas novas de Sauvignon Blanc enxertadas sobre 3309C, 5C, Gravesac, P1103, Riparia, Schwarz e SO4 foram plantadas em vasos e conduzidas em um ramo, sem laterais ou inflorescências, e na metade do ciclo, as plantas foram submetidas a um tratamento de déficit hídrico e um controle. Após avaliar os crescimentos primário e secundário, bem como a alocação de matéria seca, concluiu-se que os porta-enxertos não influenciaram de forma consistente na taxa de crescimento dos ramos de Sauvignon Blanc, mas alteraram a alocação de matéria seca entre raízes e ramos. O efeito do porta-enxerto sobre o vigor da variedade copa não foi passível de ser detectado com a metodologia utilizada, todavia, o fato de alguns porta-enxertos terem acumulado uma proporção maior de biomassa no tronco ou nas raízes, e terem induzido o aumento na densidade de matéria seca nas raízes, sugere que o efeito do porta-enxerto sobre o vigor da copa pode funcionar de forma acumulativa ao longo de vários ciclos.

Palavras-chave: *Vitis vinifera L.* *Vitis riparia*. *Vitis rupestris*. *Vitis berlandieri*.

4.2 INTRODUÇÃO

Em plantas enxertadas existe uma interação entre dois genótipos, o porta-enxerto e a copa, e a interação e comunicação entre eles ainda é pouco compreendida. O conhecimento sobre os mecanismos envolvidos na comunicação entre as duas partes é de extrema importância na seleção de porta-enxertos e na busca por estratégias de manejo. No entanto, o seu entendimento ainda é incipiente devido à sua complexidade, ao número de combinações entre porta-enxertos e copas, às condições de cultivo e ao estágio de desenvolvimento estudado (OLLAT et al., 2003).

Frequentemente, os trabalhos sobre o desenvolvimento da copa, induzido pelo porta-enxerto, se concentram em ensaios realizados com plantas maduras e estabelecidas no campo, e de modo geral, essa interação é explicada pela observação

de características como massa de poda, área foliar e produção (JONES et al., 2009; WOOLDRIDGE et al., 2010; KELLER et al., 2011; MIELE; RIZZON, 2017). Todavia, pouco se sabe sobre a interação porta-enxerto/copa durante os primeiros estágios de desenvolvimento da videira após a enxertia. Um dos mecanismos ainda pouco elucidados é a dinâmica do crescimento dos ramos e raízes, bem como a alocação de biomassa entre as partes acima e abaixo do ponto de enxertia.

Ao quantificar a dinâmica de crescimento de videiras enxertadas, Lefort e Leglise (1977) concluíram que o porta-enxerto explica uma grande proporção da variação do comprimento dos ramos durante a fase inicial de cada ciclo, mas que o comprimento do ramo é amplamente determinado pelo genótipo da copa na fase final do crescimento. No trabalho de Tandonnet et al (2010), os autores detalham análises da alocação de biomassa em videiras jovens, e concluem que a copa exerce efeito maior sobre a maioria dos parâmetros do desenvolvimento, inclusive o das raízes. Ao analisar a dinâmica do crescimento dos ramos e suas estruturas, como folhas e gavinhas, Cookson et al (2012) encontraram poucas variações atribuídas aos porta-enxertos, e argumentam que o efeito do porta-enxerto sobre a expressão de vigor da copa pode ser um processo cumulativo ao longo de vários ciclos.

Apesar da riqueza das informações levantadas nesses trabalhos, a maioria dos efeitos significativos dos porta-enxertos sobre o vigor das variedades copa foram obtidos pela comparação de enxertiais recíprocas: quando se enxerta uma determinada variedade copa sobre ela mesma ou sobre genótipos comumente utilizados como porta-enxerto. Além disso, tais estudos foram realizados em condições não limitantes, sendo que as videiras tiveram ampla disponibilidade de nutrientes e água. Sabe-se que, na cultura da videira, os sistemas radiculares de diferentes genótipos variam de acordo com as suas habilidades de absorver água e nutrientes minerais, além de conduzir níveis variados de hormônios (NIKOLAOU et al., 2000; I. et al., 2014; TOMASI et al., 2015). Essas características têm sido associadas com a capacidade do porta-enxerto de controlar o vigor da copa, e diversos estudos têm abordado esse fenômeno (DOWNTON, 1985; TANDONNET et al., 2008; JONES et al., 2009).

Nesse sentido, o presente capítulo tem por objetivo avaliar o efeito de diferentes porta-enxertos sobre o vigor da variedade copa Sauvignon Blanc (*Vitis vinifera* L.), quando submetidos a uma condição limitante de déficit hídrico. Para tanto, são

estudadas a dinâmica de crescimento da variedade copa e a alocação de matéria seca em todos os compartimentos de videiras novas.

4.3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em um vinhedo comercial localizado no Vale Wairau, Marlborough, Nova Zelândia ($41^{\circ}29'S$, $173^{\circ}57'E$, 7 m de altitude), entre setembro de 2017 a março de 2018. Mudas da variedade Sauvignon Blanc (*Vitis vinifera L.*) em combinação com sete porta-enxertos foram mantidas em câmara fria ($5^{\circ}C \pm 0,5$) durante dois meses, para permitir a superação de dormência, até serem plantadas em 25 de Setembro de 2017.

As condições de plantio foram projetadas para conferir vigor às plantas, sem restringir o crescimento radicular. As mudas foram plantadas em sacos de 50L dispostos em duas fileiras espaçadas a 2,40 m entre si (APÊNDICE F). O solo dos recipientes foi coberto com sacos pretos de polietileno, permitindo apenas uma abertura no entorno do tronco das plantas por onde também passava o microtubo da irrigação. Em cada fileira, foram instaladas duas linhas paralelas de irrigação por gotejamento, possibilitando a aplicação de dois regimes de irrigação em cada fila de plantio.

Assim que começaram a brotar, apenas um ramo por planta foi deixado se desenvolver. Além disso, os ramos secundários e inflorescências eram removidos assim que emergiam, durante toda a estação de crescimento, permitindo o crescimento e desenvolvimento pleno do ramo principal.

4.3.1 Tratamentos

Os tratamentos consistiram de sete porta-enxertos e dois regimes de irrigação. Os porta-enxertos avaliados foram: 3309 Couderc, Schwarzmann (*V. riparia* x *V. rupestris*); 5C Teleki, SO4 (*V. berlandieri* x *V. riparia*); Gravesac ((*V. berlandieri* x *V. rupestris*) X (*V. riparia* x *V. rupestris*)); Paulsen 1103 (*V. berlandieri* x *V. rupestris*), e Riparia Glorie (*V. riparia*). Os tratamentos de irrigação consistiram de: um estresse-hídrico, com início no dia 03 de Janeiro de 2018, quando a soma térmica parcial do ciclo era de 600,8 graus-dias desenvolvimento (GDD, °C); e um controle, em que as plantas receberam um litro de água por dia.

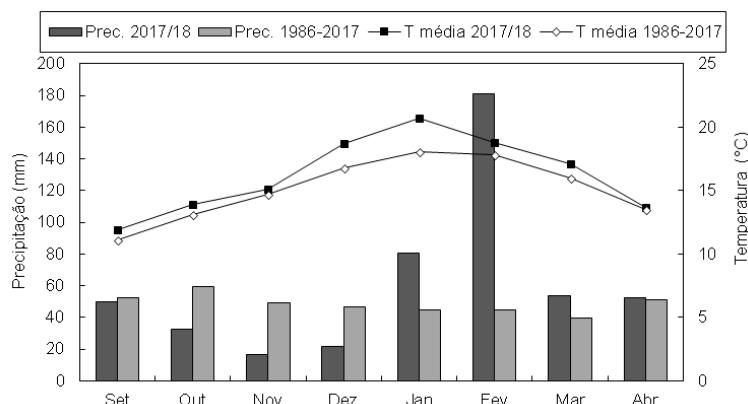
No tratamento de estresse-hídrico, tinha-se o objetivo de cortar a irrigação até que o teor de umidade relativa do solo dos vasos atingisse o nível de 30%. Nesse ponto, as plantas receberiam um litro de água, e novamente a irrigação seria interrompida. No entanto, o mínimo de umidade do solo observado foi de pouco menos de 40%, e, portanto, para as plantas do tratamento de estresse-hídrico a irrigação foi mantida desligada até o final do experimento.

4.3.2 Condições climáticas e de umidade do solo

A temperatura média diária foi obtida da estação meteorológica automática situada no Marlborough Research Center, localizado a uma distância de 2km do local do experimento. Os dados foram utilizados para calcular a soma de graus-dias desenvolvimento, utilizando-se a temperatura base de 10°C.

As condições climáticas de Marlborough, durante o ciclo 2017/2018, foram atípicas para o histórico da região. Entre setembro de 2017 a abril de 2018, a temperatura média mensal foi constantemente maior em relação a média mensal histórica. O ciclo 2017/2018 iniciou com precipitação pluviométrica abaixo da média histórica, no entanto, os acumulados de chuva em janeiro e fevereiro foram, respectivamente, 80 e 300 % maiores que a média da região.

Figura 1 - Precipitação acumulada mensal (mm) e temperatura média mensal (°C) em Blenheim, Marlborough, Nova Zelândia, médias do 2017/2018 e da série histórica de 1986 a 2017.

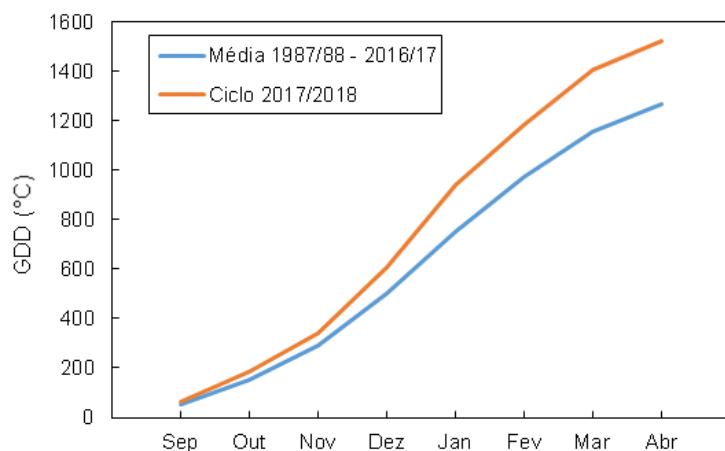


Fonte: Marlborough Research Center, 2018

O acúmulo de graus-dias desenvolvimento se manteve próximo da média histórica nos meses de setembro e outubro, mas a partir de novembro, com o

incremento da temperatura, o acúmulo térmico foi consideravelmente maior em relação ao observado historicamente na região. Durante o período do experimento, entre 25 de setembro de 2017 e 27 de fevereiro de 2018, houve um acúmulo de 1143,9 GDD ($^{\circ}\text{C}$) (Figura 2).

Figura 2 - Soma térmica de graus-dia desenvolvimento (GDD, $^{\circ}\text{C}$) em Blenheim, Marlborough, Nova Zelândia, médias do 2017/2018 e da série histórica de 1986 a 2017.

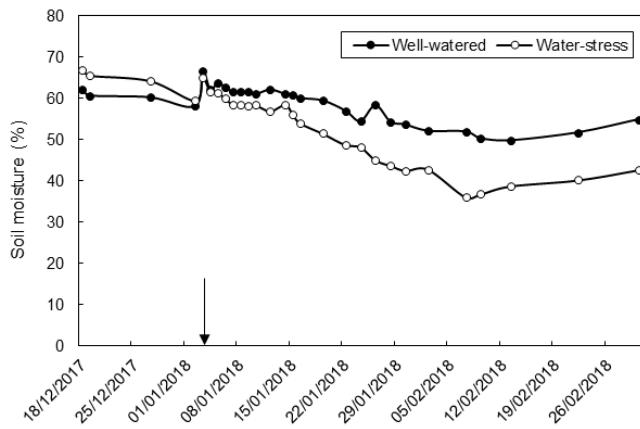


Fonte: Marlborough Research Center, 2018

A umidade relativa do solo dos vasos foi medida todos os dias durante o período de estresse hídrico e nos dias em que o precederam. Para tanto, foi utilizada uma sonda de capacidade de 60cm (GLRL Probe, Dataflow System, Christchurch, New Zealand), segundo metodologia de Greven et al. (2009).

Antes da aplicação do tratamento de estresse hídrico, o teor de umidade relativa no solo dos vasos ficava na média de 65%. No dia 03 de janeiro de 2018, a irrigação foi suspensa em uma das linhas, e a partir daí, foi observada uma queda na umidade relativa do solo, atingindo o valor mínimo de 35% no início de fevereiro (Figura 3). No tratamento controle, a média da umidade relativa do solo foi de 58%.

Figura 3 - Teor de umidade relativa do solo de vasos sob cultivo de videiras novas da variedade Sauvignon Blanc (*Vitis vinifera L.*) submetidas ao estresse hídrico, em Blenheim, Marlborough, Nova Zelândia, ciclo 2017/2018.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

4.3.3 Dinâmica do crescimento

As avaliações do crescimento dos ramos e do número de folhas emergidas foram realizadas durante todo o ciclo. Para tanto, o comprimento dos ramos foi mensurado com uma fita métrica com precisão de 0,1 cm. O diâmetro do ramo foi medido na base e na ponta, com um paquímetro digital, com precisão de 0,01mm. Com as medidas de comprimento e de diâmetro, foi calculado o volume do caule, considerando-se o ramo como um cone tronco, através da fórmula: $Volume = \frac{\pi \cdot h}{3} (R^2 + Rr + r^2)$, em que, h é o comprimento do ramo me cm, R é o raio da base do ramo, e r é o raio da ponta do ramo.

Para a contagem do número de folhas emergidas, em cada avaliação, considerou-se que uma folha emergiu quando esta apresentava o limbo folhar desdobrado e se separado por completo do ápice do ramo.

Essas avaliações tiveram início 43 dias após o plantio, e foram feitas a cada 15 dias até janeiro de 2018, quando foi iniciado o período de estresse hídrico. A partir do início do estresse hídrico, as avaliações foram feitas semanalmente, com o intuito de observar mais precisamente o efeito da diminuição do suprimento de água sobre o crescimento das plantas.

4.3.4 Análises destrutivas

As análises destrutivas foram realizadas em três momentos: na época do plantio (25 de setembro de 2017; Avaliação 0), no ponto médio da estação de crescimento (08 de janeiro de 2018; Avaliação 1) e no final do experimento (27 de fevereiro de 2018; Avaliação 2), após as plantas terem passado por um período de estresse hídrico.

O potencial hídrico do caule (Ψ_{caule}) foi avaliado com câmara de Scholander (modelo 600, PMS Instrument Company, Albany, OR, USA), utilizando-se nitrogênio como gás inerte. As medidas foram feitas entre as 11 e 14h, em dois momentos: nas Avaliações 1 e 2. Para tanto, uma folha por planta foi embalada em saco plástico e papel alumínio, uma hora antes das leituras do Ψ_{caule} , de acordo com metodologia descrita por Choné et al. (2001).

Após as medidas de potencial hídrico, os ramos inteiros foram seccionados na base, utilizando-se uma tesoura de poda, e levados para o laboratório do Marlborough Research Center, onde foram feitas as medidas finais de crescimento (conforme descrito acima). O volume das raízes foi mensurado através da imersão das raízes em um Becker contendo água destilada, e observando-se o deslocamento do nível da água.

Para a análise de matéria seca, no início do experimento haviam 30 mudas por porta-enxerto (210 no total). Dessas, 10 não chegaram a ser plantadas e serviram para análise de matéria seca da Avaliação 0, representando o ponto de referência ou avaliação inicial. As outras mudas (total de 140) foram plantadas, de acordo com as condições descritas anteriormente. Na Avaliação 1, outras 10 plantas por porta-enxerto (total de 70) foram coletadas para se analisar a quantidade de biomassa acumulada até então, antes dos tratamentos de estresse hídrico surtirem efeito sobre o desenvolvimento das plantas. Na Avaliação 2, as 70 plantas remanescentes foram colhidas, para análise de matéria seca final e após o período de redução no fornecimento de água.

Para analisar a alocação de biomassa, as plantas foram segmentadas em: raízes, tronco do porta-enxerto, haste do ramo e folhas. Para secagem, o material vegetal permaneceu em estufa à temperatura de 75°C durante o tempo necessário para que a massa (g) fosse constante (aproximadamente três dias). Cada parte das plantas foi então pesada em balança semi-analítica, com precisão de 0,01 g. Os

resultados são apresentados na forma absoluta, matéria seca (g) acumulada em cada segmento das plantas; e na forma de proporção de matéria seca (g.g^{-1}) que cada compartimento representou da massa total da planta.

4.3.5 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas. As parcelas foram os tratamentos de irrigação, e as subparcelas foram os porta-enxertos. Os blocos foram projetados de acordo com a massa fresca inicial das mudas, para homogeneizar o padrão da muda entre tratamentos. Ao todo, haviam 15 blocos no experimento, considerando-se que em cada uma das Avaliações (0, 1 e 2) foram acessados cinco blocos. Em cada bloco havia uma planta por subparcela.

4.3.6 Análise dos dados

Com os dados de comprimento do ramo, para cada subparcela foi ajustada a função de crescimento Beta proposta por Yin et al. (2003): $y = y_{max} \left(1 + \frac{t_e - t}{t_e - t_m}\right) \left(\frac{t}{t_e}\right)^{\frac{t_e}{t_e - t_m}}$ com $0 \leq t_m < t_e$, onde, y é o comprimento do ramo; y_{max} é o comprimento máximo; t é o tempo térmico ou soma de graus-dias desenvolvimento (GDD, °C); t_e é o tempo térmico em que o comprimento máximo é atingido; t_m é o tempo térmico em que a taxa de crescimento atinge o seu valor máximo. A partir do ajuste das curvas de crescimento, foram também calculadas as taxas de crescimento absoluto e crescimento relativo, conforme descrito por Yin et al. (2003).

A partir do número de folhas emergidas, foram ajustadas duas curvas de regressão linear para cada subparcela/planta: uma ajustada para o intervalo entre os tempos térmicos 206,3 e 639,5 GDD (°C); e outra relacionada ao intervalo entre os tempos térmicos de 717,4 e 1097,8 GDD (°C).

Para os dados de potencial hídrico, área foliar e matéria seca foi feita a análise de variância (ANOVA), considerando-se um esquema fatorial em parcelas subdivididas de 2x7 (dois tratamentos de irrigação e sete porta-enxertos). Quando foram averiguados efeitos principais ou simples de porta-enxertos na ANOVA,

procedeu-se o teste de comparação de médias LSD de Fisher, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

4.4 RESULTADOS

Na avaliação de potencial hídrico realizada no dia 08 de janeiro de 2018, não foram observadas diferenças entre os porta-enxertos, sendo que os valores variaram de -0,71 a -0,83 mPa (Tabela 16). Após o período de restrição de água, o potencial hídrico médio foi de -0,45 mPa no tratamento controle e -1,00 mPa no tratamento de estresse hídrico. Não houve efeito significativo do porta-enxerto sobre o potencial hídrico de plantas novas de Sauvignon Blanc.

Tabela 16 - Potencial hídrico do caule (Ψ_{caule} , mPa) de videiras novas de Sauvignon Blanc (*Vitis vinifera L.*) sobre diferentes porta-enxertos, e submetidas a dois tratamentos de irrigação: controle e estresse hídrico. Plantas conduzidas em um único sarmento sem ramos laterais e inflorescências, em Blenheim, Marlborough, Nova Zelândia, ciclo 2017/2018.

| Porta-enxertos | Ψ_{caule} | | | |
|----------------|-----------------------|-----------------|-------------------------|--|
| | 08/01/2018 | | 25/02/2018 | |
| | - | <i>Controle</i> | <i>Estresse hídrico</i> | |
| 3309C | -0.71 ± 0.06 ns | -0.46 ± 0.03 ns | -1.04 ± 0.03 ns | |
| 5C | -0.83 ± 0.04 | -0.42 ± 0.03 | -0.95 ± 0.03 | |
| Gravesac | -0.79 ± 0.06 | -0.51 ± 0.03 | -1.05 ± 0.04 | |
| Paulsen | -0.73 ± 0.04 | -0.45 ± 0.02 | -1 ± 0.04 | |
| Riparia | -0.72 ± 0.03 | -0.42 ± 0.01 | -0.93 ± 0.03 | |
| Schwaz | -0.77 ± 0.05 | -0.41 ± 0.04 | -0.98 ± 0.03 | |
| SO4 | -0.78 ± 0.05 | -0.37 ± 0.02 | -0.88 ± 0.02 | |

ns = efeito de porta-enxerto não significativo pela ANOVA ($p<0,05$)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

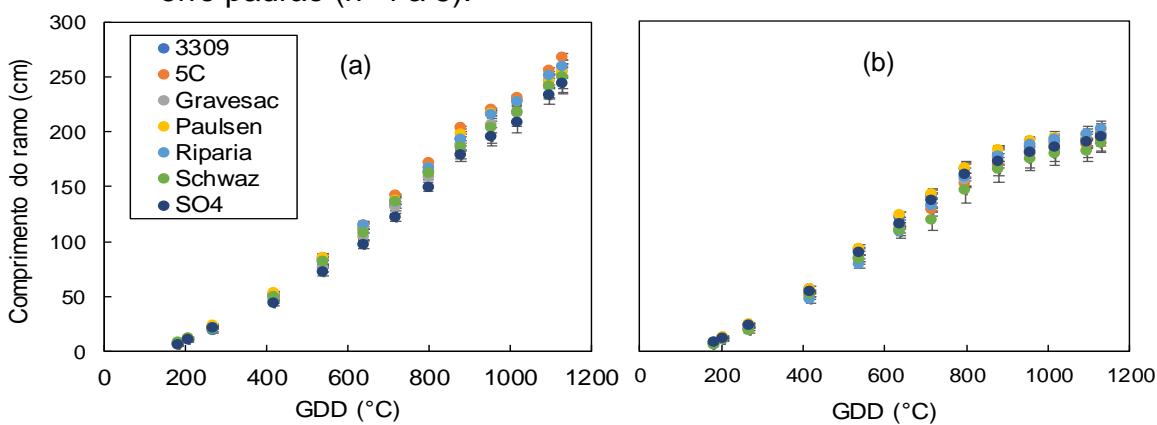
4.4.1 Dinâmica do crescimento

O crescimento dos ramos de videiras novas de Sauvingon Blanc não sofreu influência significativa do porta-enxerto, independentemente do suprimento de água a que as plantas foram submetidas (Figura 4). O crescimento foi lento no início da estação, mas logo acelerou com incrementos lineares, devido ao intenso acúmulo de graus-dias.

Após o início dos tratamentos de irrigação (03/01/2018), foram observadas reduções na intensidade de crescimento das plantas sob déficit de suprimento de

água, que se mantiveram até o final do experimento. Nessas plantas, a taxa máxima de crescimento absoluto (TMCA) foi de $0,28 \text{ cm GDD}^{-1}$, o que representa uma redução de 17,5% em relação às plantas que continuaram a ser irrigadas ($0,3432 \text{ cm GDD}^{-1}$). A TMCA em plantas sob estresse hídrico foi atingida no tempo térmico de 621,5 GDD ($^{\circ}\text{C}$), 3 dias após a irrigação ter sido suspensa. Enquanto que nas plantas do tratamento controle, a TMCA foi observada no tempo térmico de 730 GDD ($^{\circ}\text{C}$). Nas plantas sob estresse hídrico, os ramos continuaram crescendo lentamente até atingirem o comprimento máximo aos 1084,9 GDD, enquanto que no controle, apesar do experimento ter sido interrompido aos 1130,6 GDD, estimou-se que o comprimento máximo seria atingido aos 1202,8 GDD. Todavia, não foram observados efeitos significativos dos porta-enxertos sobre a dinâmica de crescimento dos ramos de Sauvignon Blanc.

Figura 4 - Comprimento do ramo principal (cm) em função da soma térmica em graus-dias desenvolvimento (GDD, $^{\circ}\text{C}$) em videiras novas de Sauvignon Blanc (*Vitis vinifera L.*) sobre diferentes porta-enxertos, e submetidas a dois tratamentos de irrigação: controle (a) e estresse hídrico (b). Plantas conduzidas em um único sarmento sem ramos laterais e inflorescências, em Blenheim, Marlborough, Nova Zelândia, ciclo 2017/2018. Média \pm erro padrão ($n=4$ a 5).

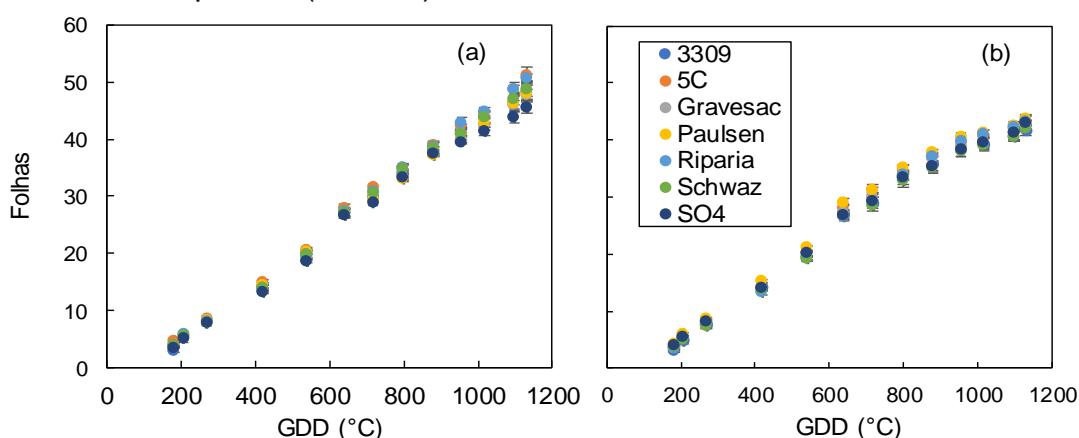


Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

A emergência de folhas foi influenciada pelo porta-enxerto apenas durante a fase que precedeu o período de estresse hídrico (Figura 5). A emergência de folhas foi mais lenta nos porta-enxertos Gravesac, SO4 e Schwarzm, quando comparados com 5C e Paulsen. Em Riparia, foi mais lenta que P1103. A taxa média de emergência de folhas foi calculada para cada planta, nos intervalos 200-640 e 710-1100 GDD ($^{\circ}\text{C}$). No primeiro intervalo, o porta-enxerto P1103 teve o menor tempo

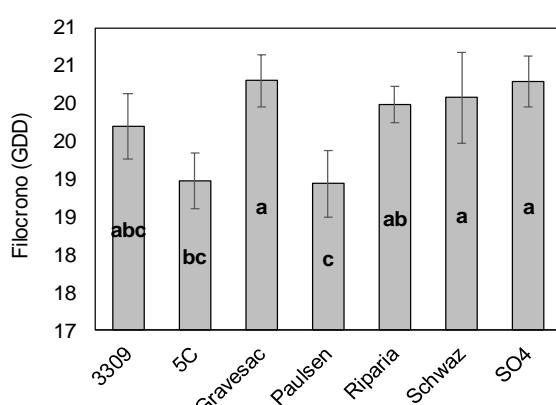
térmico entre a emissão de duas folhas (Figura 6), mas não diferiu de 5C e 3309C. Após o início do déficit hídrico, durante o intervalo 710-110 GDD, a emergência de folhas foi mais influenciada pelo tratamento de irrigação. No tratamento controle, a taxa de emergência de folhas foi de uma folha a cada 23,6 GDD, enquanto que nas plantas sob estresse hídrico foi de 34,4 GDD, o que representa um aumento de 45,7%.

Figura 5 - Emergência de folhas em função da soma térmica em graus-dias desenvolvimento (GDD, °C) em videiras novas de Sauvignon Blanc (*Vitis vinifera* L.) sobre diferentes porta-enxertos, e submetidas a dois tratamentos de irrigação: controle (a) e estresse hídrico (b). Plantas conduzidas em um único sarmento sem ramos laterais e inflorescências, em Blenheim, Marlborough, Nova Zelândia, ciclo 2017/2018. Média ± erro padrão (n=4 a 5).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

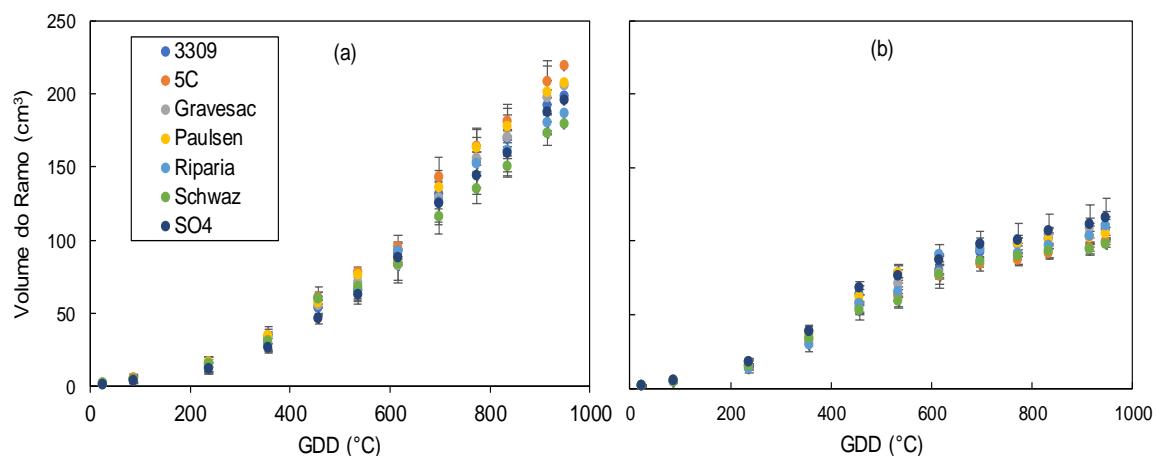
Figura 6 - Tempo térmico (GDD, °C) entre a emergência de duas folhas sucessivas, calculado para o intervalo 200-640 GDD, em videiras novas de Sauvignon Blanc (*Vitis vinifera* L.) sobre diferentes porta-enxertos, em Blenheim, Marlborough, Nova Zelândia, ciclo 2017/2018. Média ± erro padrão (n=9 a 10).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

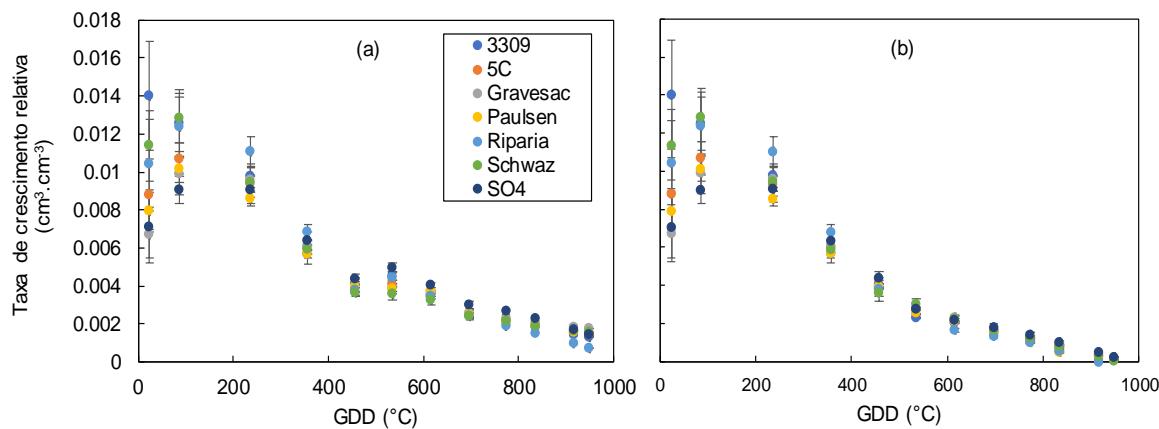
O crescimento secundário do ramo principal de Sauvignon Blanc variou de 1,5 cm³ a 55 cm³ entre a primeira avaliação e a metade do ciclo, porém, não foi detectado efeito do porta-enxerto sobre essa variável (Figura 7). Durante esse período foram atingidas as maiores taxas de crescimento relativo, mas a partir da metade do ensaio, o crescimento em volume diminuiu drasticamente nas plantas sob déficit hídrico, sendo que chegaram a atingir taxas de crescimento negativas (Figura 8). Ao final do experimento, as plantas bem irrigadas atingiram um volume de aproximadamente 200 cm³ e as plantas do tratamento de déficit hídrico chegaram a um volume médio de 105 cm³.

Figura 7 - Volume do ramo (cm³) em função da soma térmica em graus-dias desenvolvimento (GDD, °C) em videiras novas de Sauvignon Blanc (*Vitis vinifera* L.) sobre diferentes porta-enxertos, e submetidas a dois tratamentos de irrigação: controle (a) e submetidas a dois tratamentos de irrigação: controle (a) e estresse hídrico (b). Plantas conduzidas em um único sarmento sem ramos laterais e inflorescências, em Blenheim, Marlborough, Nova Zelândia, ciclo 2017/2018. Média ± erro padrão (n=4 a 5).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Figura 8 - Taxa de crescimento relativa de volume do ramo (cm^3) em função da soma térmica em graus-dias desenvolvimento (GDD, $^{\circ}\text{C}$) em videiras novas de Sauvignon Blanc (*Vitis vinifera L.*) sobre diferentes porta-enxertos, e submetidas a dois tratamentos de irrigação: controle (a) e submetidas a dois tratamentos de irrigação: controle (a) e estresse hídrico (b). Plantas conduzidas em um único sarmento sem ramos laterais e inflorescências, em Blenheim, Marlborough, Nova Zelândia, ciclo 2017/2018. Média \pm erro padrão ($n=4$ a 5).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

4.4.2 Alocação de biomassa

A biomassa de mudas de Sauvignon Blanc variou significativamente de acordo com o porta-enxerto (APÊNDICE G). As mudas formadas com P1103 e 5C tinham os maiores valores de massa seca, 19,6 e 19,5 g, respectivamente. Schwarzmann e SO4 apresentaram os menores valores (16,3 e 17,6 g).

Entre setembro de 2017 e janeiro de 2018, o porta-enxerto 3309C induziu o maior acúmulo absoluto de massa seca total (77,5 g) quando comparado a SO4 (64,7 g), enquanto que os outros porta-enxertos não diferiram estatisticamente (APÊNDICE H). A alocação da massa seca para os diferentes compartimentos das plantas também foi afetada. Até a metade do ciclo, P1103 induziu maior acúmulo de massa seca no tronco (16,2 g), em relação a 5C (13,2 g), Riparia (12,5 g), Schwarzmann (13,6 g) e SO4 (11,4 g), mas não diferiu de 3309C e Gravesac (15,7 e 13,9 g, respectivamente).

Na última avaliação, após o período de estresse hídrico, foram observadas diferenças entre os porta-enxertos, principalmente na distribuição de matéria seca abaixo do ponto de enxertia (APÊNDICE I). Nas videiras que passaram por estresse hídrico, o porta-enxerto Gravesac apresentou a maior massa seca de raiz (67,3 g), e

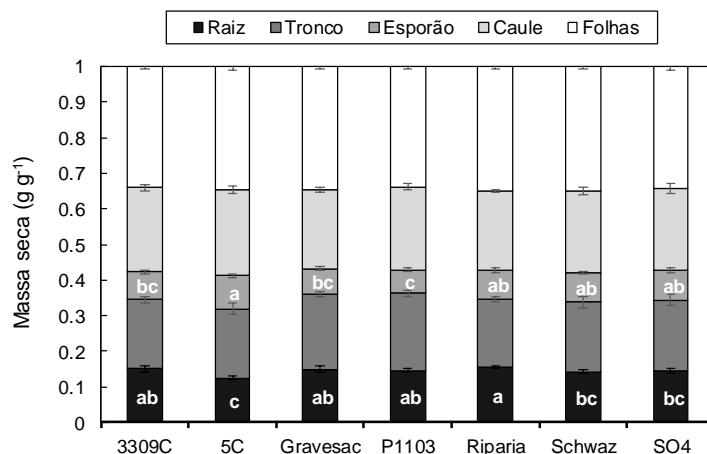
P1103 acumulou a maior massa seca no tronco (24,1 g). No tratamento controle, a maior massa de raiz foi observada em Riparia (72,4 g), e as menores foram em P1103, Schwarzmann e SO4 (61,3, 65,1 e 49,4 g, respectivamente).

A média de massa seca total acumulada nas plantas bem irrigadas foi de 302,8 g, e nas plantas do tratamento de estresse hídrico foi de 207,9 g (redução de 33%). Além disso, a quantidade de biomassa acumulada em cada estrutura variou significativamente entre os tratamentos de irrigação. O tratamento de estresse hídrico reduziu a massa seca das raízes, troncos, hastes e folhas, nas ordens de 11, 6, 38 e 30%, respectivamente.

Analizando-se a proporção de matéria seca alocada, expressa na forma de grama por grama de massa seca total da planta, verificou-se que, até a metade do ciclo, ou antes do período de estresse hídrico, Riparia teve a maior proporção de matéria seca nas raízes ($0,16 \text{ g.g}^{-1}$), e 5C a menor ($0,13 \text{ g.g}^{-1}$) (Figura 9).

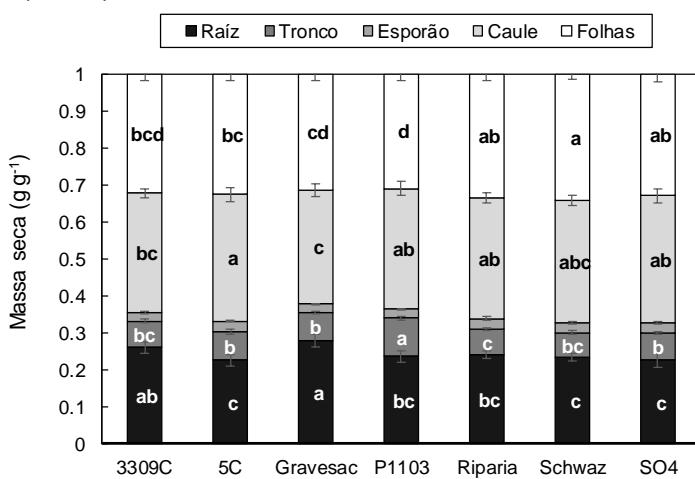
Ao final do ciclo, após os tratamentos de irrigação terem sido aplicados, houve predomínio do efeito principal do porta-enxerto sobre as proporções de matéria seca alocadas para os diferentes compartimentos das videiras (Figura 10). Com relação às estruturas abaixo do ponto de enxertia, o porta-enxerto Gravesac estimulou o maior acúmulo proporcional de matéria seca no sistema radicular ($0,28 \text{ g.g}^{-1}$), enquanto Schwarzmann e SO4 tiveram os menores valores para essa variável ($0,23$ e $0,22 \text{ g.g}^{-1}$, respectivamente); Paulsen alocou a maior proporção para o tronco ($0,10 \text{ g.g}^{-1}$), e Riparia a menor ($0,06 \text{ g.g}^{-1}$). Acima do ponto de enxertia, o porta-enxerto 5C induziu a maior alocação de biomassa para o caule ($0,35 \text{ g.g}^{-1}$), e Gravesac a menor; enquanto Schwarzmann apresentou maior concentração de matéria seca nas folhas, e Paulsen a menor ($0,34$ e $0,30 \text{ g.g}^{-1}$).

Figura 9 - Proporção de matéria seca (g g^{-1}) alocada para os diferentes compartimentos de plantas novas de Sauvignon Blanc (*Vitis vinifera L.*) sobre diferentes porta-enxertos, conduzidas em um único ramo, sem ramos laterais ou inflorescências, em Blenheim, Marlborough, Nova Zelândia, em 08 de janeiro de 2018. Média ± erro padrão (n=10). As letras indicam o teste LSD de Fisher ($p<0,05$).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Figura 10 - Proporção de matéria seca (g g^{-1}) alocada para os diferentes compartimentos de plantas novas de Sauvignon Blanc (*Vitis vinifera L.*) sobre diferentes porta-enxertos. Plantas conduzidas em um único ramo, sem ramos laterais ou inflorescências, em Blenheim, Marlborough, Nova Zelândia, em 27 de fevereiro de 2018. Média ± erro padrão (n=10). As letras indicam o teste LSD de Fisher ($p<0,05$).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

4.5 DISCUSSÃO

O princípio desse estudo era o de avaliar o vigor induzido pelo porta-enxerto à variedade copa. Para tanto, as condições do experimento foram projetadas para

conferir vigor às videiras, de modo que os vasos não restringissem o desenvolvimento radicular, e os ramos crescessem sem limitações.

Um fator que contribuiu para o arranjo desse cenário, foi o incremento na temperatura a partir de novembro e que se intensificou em dezembro, o que é incomum para a região de Marlborough (Figura 2) Com o aumento exagerado da soma térmica em dezembro, as plantas cresceram além do esperado para o período. Dessa forma, esperava-se que o teor de umidade relativa do solo dos vasos diminuisse em questão de alguns dias, devido à intensa evapotranspiração das videiras, o que permitiria um controle mais preciso da quantidade de água nos vasos. Todavia, as precipitações pluviométricas observadas nos meses de janeiro e fevereiro de 2018 foram as maiores da história da região. Esse fator dificultou o controle do teor de umidade dos vasos e possivelmente explica os picos de umidade relativa do solo observados no gráfico (Figura 3).

Vale salientar que os vasos são meios artificiais, que não correspondem diretamente com a condição de campo, e que a medida de umidade relativa do solo não representa necessariamente a água disponível às plantas. No entanto, o método utilizado neste trabalho foi efetivo e permitiu analisar uma resposta fisiológica. A redução no teor de umidade relativa do solo foi observada, e um nível de déficit hídrico foi aplicado, o que foi confirmado através da análise do potencial hídrico do caule (Tabela 16).

O potencial hídrico do caule observado na primeira avaliação não foi afetado pelo porta-enxerto, porém esse resultado já era esperado, visto que todas as plantas estavam sendo irrigadas, e o intuito dessa avaliação era o de verificar que os vasos estavam em condições uniformes. Todavia, após o período de déficit hídrico, esperava-se que algum efeito significativo de porta-enxerto sobre o potencial hídrico fosse detectado. A ideia de que haveria influência do porta-enxerto no status hídrico da variedade copa foi baseada nas classificações de tolerância ao estresse hídrico, formuladas por vários autores na literatura clássica sobre porta-enxertos de videira (SAMSON; CASTERAN, 1971; FREGONI et al., 1978; GALET, 1979; PONGRACZ, 1983; CARBONNEAU, 1985). No entanto, não foi detectado efeito significativo principal do porta-enxerto e nem mesmo da interação deste com o tratamento de irrigação. Por outro lado, os resultados encontrados estão de acordo com as observações de Williams (2010), quando testou cinco porta-enxertos em cinco níveis de irrigação, e não observou efeito do porta-enxerto sobre o potencial hídrico de

plantas de Cabernet Sauvignon. Outros autores relataram que não houve diferença entre porta-enxertos sobre o potencial hídrico da copa no primeiro ano de estudo, mas no segundo ano, o efeito do porta-enxerto foi significativo (NUZZO; MATTHEWS, 2006).

A taxa de emergência de folhas foi influenciada pelo porta-enxerto durante a primeira metade do experimento. P1103 reduziu o tempo térmico necessário para o surgimento das folhas, quando comparado aos porta-enxertos Riparia, Schwaz, SO4 e Gravesac. Todavia, não houve influência do porta-enxerto sobre essa característica após a aplicação do déficit hídrico. De acordo com Lefort e Léglise (1977), o porta-enxerto explica uma grande proporção do desenvolvimento dos ramos durante o início da estação, mas essa influência perde importância quando se aproxima do final do ciclo. No trabalho de Cookson et al (2012) a taxa de emergência de folhas foi semelhante em plantas novas de Cabernet Sauvignon. Os autores encontraram diferença apenas com relação às plantas auto-enxertadas de Cabernet Sauvignon.

Tanto o crescimento primário, quanto o crescimento secundário do ramo principal de Sauvignon Blanc não foram afetados pelo porta-enxerto, antes ou após a aplicação do tratamento de déficit hídrico. Com relação ao alongamento do ramo, os resultados deste trabalho estão de acordo com o que foi observado por Cookson et al (2012), ao estudar o efeito do porta-enxerto sobre o vigor de Cabernet Sauvignon, em condições não limitantes. Nesse estudo, foram comparadas plantas de Cabernet Sauvignon sobre P1103 ou Riparia, e plantas de Cabernet Sauvignon auto-enxertadas. P1103 e Riparia são conhecidos por serem muito e pouco vigorosos, respectivamente. No entanto, ambos induziram vigor semelhante à copa e foram significativamente mais vigorosos quando comparados às plantas auto-enxertadas de Cabernet Sauvignon. Em seu estudo, Cookson et al (2012) argumentam que o efeito conferido pelo porta-enxerto sobre o vigor da copa (definido por eles como a biomassa do ramo) esteve associado a algumas pequenas alterações na dinâmica do crescimento primário, como o alongamento das folhas e pecíolos, e o aumento do comprimento final do entrenó e das gavinhas.

Apesar da pouca influência do porta-enxerto sobre a dinâmica do crescimento, algumas variações na alocação de matéria seca entre os ramos e raízes foram observadas. Os porta-enxertos variaram quanto à quantidade de biomassa alocada para o tronco e para as raízes, mas não diferiram com relação à massa seca total das plantas. Dessa forma, quando se analisa o efeito do porta-enxerto sobre a proporção

de biomassa alocada para cada compartimento das plantas, tem-se uma ideia mais clara do comportamento de cada genótipo, facilitando a comparação entre eles. Como resultado, observou-se que Gravesac e P1103 induziram os menores acúmulos proporcionais de matéria seca nas folhas, enquanto que Riparia, Schwaz e SO4 induziram os maiores. Gravesac induziu o maior acúmulo proporcional de matéria seca nas raízes, enquanto que 5C, Riparia, Schwaz e SO4 os menores. Esses resultados estão de acordo com os resultados encontrados por Tandonnet et al (2010). Esses autores realizaram um estudo utilizando uma técnica de enxertia dupla: em que uma variedade copa é enxertada sobre dois porta-enxertos, com ambos produzindo raízes. Com isso, os autores observaram que, quando Cabernet Sauvignon foi usada como copa, em enxertia dupla sobre os porta-enxertos 110R e Riparia, houve maior alocação de matéria seca para 110R do que para Riparia. E quando riparia foi utilizada como variedade copa, a biomassa foi alocada igualmente para ambos porta-enxertos.

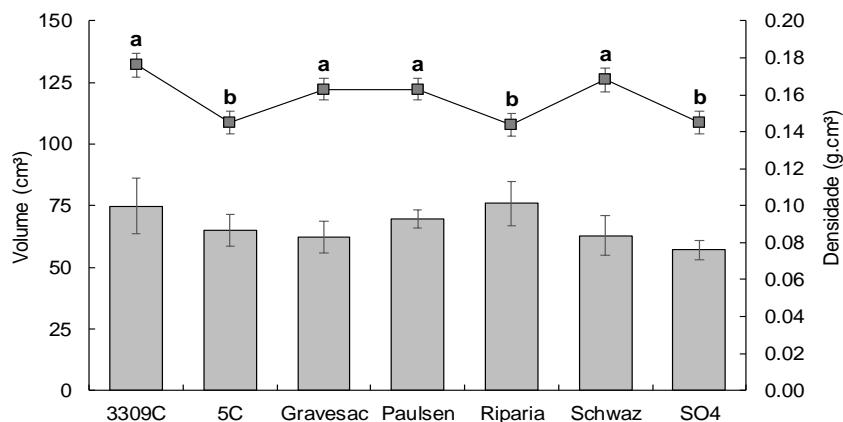
De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, e com as observações de Tandonnet et al (2010), as alterações no desenvolvimento das raízes são uma consequência das diferentes combinações entre porta-enxertos e variedades copa. No entanto, levanta-se a hipótese de que essas alterações possam compor o conjunto de fatores que causam alterações no vigor de variedades copa. Até o momento, um dos principais mecanismos propostos para o efeito do porta-enxerto sobre o crescimento da copa é que esse efeito resulte das diferentes “habilidades” que alguns genótipos têm, de absorver água e/ou nutrientes (ZHANG et al., 2016). Por outro lado, é possível que os mecanismos de alocação de biomassa nos primeiros meses após o plantio expliquem os efeitos dos porta-enxertos sobre o vigor de videiras adultas.

Uma observação que ajuda a suportar essa ideia, é a modificação no volume das raízes e o incremento na densidade de matéria seca nos tecidos das raízes (Figura 11, Figura 12). O menor volume de raiz observado foi em P1103, no entanto, esse porta-enxerto apresentou a maior densidade de matéria seca na raiz. Contrariamente, Riparia apresentou o maior volume de raiz, mas com a menor concentração de matéria seca em g por cm³. Em um trabalho sobre a importância da densidade do tecido vegetal sobre o vigor, Ryser (1996) estudou o acúmulo de biomassa e a taxa de crescimento de cinco espécies de grama que ocorrem naturalmente em ambientes contrastantes em disponibilidade de nutrientes. Ao cultivar essas espécies em vasos com baixa disponibilidade de nutrientes, o autor

verificou, ao final do primeiro ano, que as plantas provenientes de habitats ricos em nutrientes cresceram mais, e apresentaram menor densidade de matéria seca nos tecidos, do que plantas provenientes de locais pobres em nutrientes (que apresentavam maior densidade nos tecidos). No segundo ano de estudo, as plantas com baixa densidade de matéria seca cresceram menos e mais lentamente, além de apresentar senescência mais cedo do que as plantas que tinham altas densidades de matéria seca nas raízes e folhas.

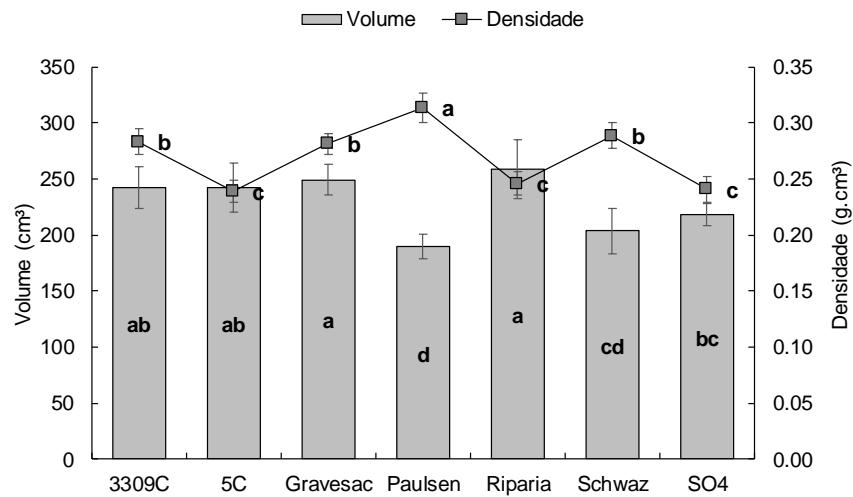
Nesse sentido, é possível sugerir que um mecanismo parecido com o descrito por Ryser (1996) ocorre com videiras enxertadas em porta-enxertos ditos vigorosos e de baixo vigor, e que o efeito do porta-enxerto sobre o vigor conferido da copa potencialmente ocorre através de um processo acumulativo, de modificação na densidade dos tecidos de reserva (raízes e troncos) que sustentam o crescimento inicial de cada ciclo.

Figura 11 - Volume de raiz (cm^3) e densidade de matéria seca por volume de raiz (g cm^{-3}) de diferentes porta-enxertos sob Sauvignon Blanc (*Vitis vinifera L.*), e cultivados em vasos, entre 25 de setembro de 2017 a 08 de janeiro de 2018, em Blenheim, Marlborough, Nova Zelândia. Média \pm erro padrão ($n=10$). As letras indicam o teste LSD de Fischer ($p<0,05$).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Figura 12 - Volume de raiz (cm^3) e densidade de matéria seca por volume de raiz (g cm^{-3}) de diferentes porta-enxertos sob Sauvignon Blanc (*Vitis vinifera L.*), e cultivados em vasos, entre 25 de setembro de 2017 a 27 de fevereiro de 2018, em Blenheim, Marlborough, Nova Zelândia



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

4.6 CONCLUSÃO

Os porta-enxertos não influenciaram de forma consistente na taxa de crescimento dos ramos de Sauvignon Blanc, mas alteraram a alocação de matéria seca entre raízes e ramos.

O efeito do porta-enxerto sobre o vigor da variedade copa não foi passível de ser detectado com a metodologia utilizada, todavia, o fato de alguns porta-enxertos terem acumulado uma proporção maior de biomassa no tronco ou nas raízes, e terem induzido o aumento na densidade de matéria seca nas raízes, sugere que o efeito do porta-enxerto sobre o vigor da copa pode funcionar de forma acumulativa ao longo de vários ciclos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os porta-enxertos influenciam significativamente na expressão do equilíbrio vegeto produtivo da videira, e apresentam um considerável potencial de modificar a composição química de vinhos tintos.

Neste trabalho, foi demonstrado que porta-enxertos menos vigorosos podem alterar o equilíbrio da variedade copa de duas formas:

- a) através da redução do crescimento vegetativo e manutenção da produtividade, ou;
- b) através do incremento dos componentes de produção e redução do vigor vegetativo.

Na primeira situação, destacam-se os resultados de produção e vigor da uva ‘Cabernet Sauvignon’ enxertada sobre 3309C. Nessa combinação, a produtividade obtida foi semelhante à observada no porta-enxerto P1103, porém, 3309C reduziu o dossel vegetativo. Ao analisar os dados obtidos com a uva ‘Merlot’, o efeito do porta-enxerto se encaixou no segundo cenário, em que 3309C aumentou os parâmetros produtivos e diminuiu significativamente a massa de poda, em relação a P1103. Em ambas situações, houve aumento dos índices de equilíbrio vegeto produtivo sem alterar da maturação das uvas.

Um dos mais importantes resultados apresentados nesta tese diz respeito à modificação da composição química dos vinhos mediada pelo porta-enxerto. Foi observado um aumento na concentração de compostos fenólicos flavonoides no vinho ‘Cabernet Sauvignon’, proveniente de vinhedos enxertados em 3309C, em comparação a P1103. Esse efeito está possivelmente ligado à diminuição do tamanho das bagas de Cabernet Sauvignon em combinação com 3309C. O mesmo efeito foi observado para a uva ‘Merlot’, quando esta foi produzida sobre 101-14. No entanto, esse fenômeno merece ainda estudos mais aprofundados para ser comprovado. Uma possível forma de verifica-lo seria por meio de um experimento envolvendo a vinificação de diferentes tamanhos de bagas, de uma variedade tinta, produzidas sobre dois ou mais porta-enxertos contrastantes em vigor. Desta forma, seria possível discriminar quais desses fatores são mais determinantes na composição fenólica de vinhos tintos.

No segundo capítulo desta tese, foi demonstrado que os porta-enxertos exercem um efeito util sobre o desenvolvimento da videira, durante os primeiros

meses após o plantio. Esses resultados, somados às observações do primeiro capítulo, levam à formulação da hipótese de que o efeito do porta-enxerto sobre a expressão de vigor da variedade copa é determinado por um processo acumulativo de um ciclo ao outro. Esse fenômeno pode estar ligado à característica, que alguns porta-enxertos vigorosos tem, de concentrar uma maior quantidade de matéria seca num volume menor de raízes.

No experimento relatado no capítulo 2, o porta-enxerto P1103 apresentou a maior densidade de matéria seca nas raízes, quando comparado a 3309C, Riparia, e outros quatro genótipos. As raízes são as principais estruturas de reserva da videira. No início de cada estação de crescimento, a videira utiliza a energia acumulada nas estruturas de reserva para o crescimento inicial do dossel, até o momento em que a fotossíntese produz a energia suficiente para a planta crescer, produzir os frutos e armazenar reservas para o próximo ciclo. Nesse sentido, é possível levantar a hipótese de que, ao longo de vários ciclos, uma videira enxertada sobre P1103 teria um saldo maior de carboidratos de reserva do que uma planta sobre 3309C, o que explicariam as diferenças de crescimento vegetativo observadas em plantas adultas, como as do Capítulo 1 desta tese.

De modo geral, esta tese de doutorado reforça a ideia de que a seleção de porta-enxertos pode levar em conta não só as características de resistência aos fatores bióticos e abióticos, mas também a influência que o porta-enxerto exerce na fisiologia da variedade copa.

REFERÊNCIAS

ADAMS, D. O. Phenolics and ripening in grape berries. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 57, n. 3, p. 249-256, set. 2006.

AMARANTE, C. D. et al. Quantificação da área e do teor de clorofilas em folhas de plantas jovens de videira 'cabernet sauvignon'mediante métodos não destrutivos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 680-686, set. 2009.

BAVARESCO, L. et al. Wine Resveratrol: From the Ground Up. **Nutrients**, v. 8, n. 4, p. 222, abr. 2016. ISSN 2072-6643. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2072-6643/8/4/222>>. Acesso em: 25 maio 2018.

BETINA, P. et al. Effect of four training systems on the temporal dynamics of downy mildew in two grapevine cultivars in southern Brazil. **Tropical Plant Pathology**, [S.I.], v. 41, n. 6, p. 370-379, nov. 2016.

BOGS, J. et al. Identification of the flavonoid hydroxylases from grapevine and their regulation during fruit development. **Plant Physiology**, [S.I.], v. 140, n. 1, p. 279-291, jan. 2006.

BOSS, P. K.; DAVIES, C.; ROBINSON, S. P. Expression of anthocyanin biosynthesis pathway genes in red and white grapes. **Plant molecular biology**, [S.I.], v. 32, n. 3, p. 565-569, nov. 1996.

BRIGHENTI, A. F. 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**, Jaboticabal, v. 32, p. 19-26, mar. 2010.

BRIGHENTI, A. F. et al. Viticultural performance of cabernet sauvignon grafted on different rootstocks in high altitude regions of Santa Catarina state. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 096-102, mar. 2011.

CARBONNEAU, A. The early selection of grapevine rootstocks for resistance to drought conditions. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 36, n. 3, p. 195-198, jan. 1985.

CHALKER-SCOTT, L. Environmental significance of anthocyanins in plant stress responses. **Photochemistry and photobiology**, v. 70, n. 1, p. 1-9, jul. 1999.

CHEYNIER, V.; RIGAUD, J. HPLC separation and characterization of flavonols in the skins of *Vitis vinifera* var. Cinsault. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 37, n. 4, p. 248-252, jan. 1986.

CONDE, C. et al. Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality, **Food**, [S.I.], v. 1, n. 1, jun. 2007.

COOMBE, B. The development of fleshy fruits. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 27, n. 1, p. 207-228, jun. 1976.

CORTELL, J. M. et al. Influence of vine vigor on grape (*Vitis vinifera* L. cv. Pinot noir) and wine proanthocyanidins. **Journal of agricultural and food chemistry**, [S.I.], v. 53, n. 14, p. 5798-5808, jun. 2005.

CORTELL, J. M.; KENNEDY, J. A. Effect of shading on accumulation of flavonoid compounds in (*Vitis vinifera* L.) pinot noir fruit and extraction in a model system. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S.I.], v. 54, n. 22, p. 8510-8520, out. 2006.

DE BEM, B. et al. Downy mildew intensity in tolerant grapes varieties in highlands of southern Brazil. **BIO Web of Conferences**, [S.I.], p.01015, 2016.

DE BEM, B. P. et al. Effect of Y-trellis and vertical shoot positioning training systems on downy mildew and botrytis bunch rot of grape in highlands of southern Brazil. **Scientia Horticulturae**, v. 185, p. 162-166, 2015. ISSN 0304-4238.

DE BEM, B. P. et al. Effect of four training systems on the temporal dynamics of downy mildew in two grapevine cultivars in southern Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v. 41, n. 6, p. 370-379, 2016. ISSN 1983-2052.

DOWNEY, M. O.; DOKOOZLIAN, N. K.; KRSTIC, M. P. Cultural practice and environmental impacts on the flavonoid composition of grapes and wine: a review of recent research. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 57, n. 3, p. 257-268, 2006. ISSN 0002-9254.

DOWNEY, M. O.; HARVEY, J. S.; ROBINSON, S. P. The effect of bunch shading on berry development and flavonoid accumulation in Shiraz grapes. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 10, n. 1, p. 55-73, 2004. ISSN 1755-0238.

DOWNTON, W. Growth and mineral composition of the Sultana grapevine as influenced by salinity and rootstock. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 36, n. 3, p. 425-434, 1985. ISSN 1444-9838.

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

FREGONI, M.; SCIENZA, A.; MIRAVALLE, R. Evaluation précoce de la résistance des porte-greffes à la sécheresse. Proceedings of the II^e Symposium of Genetics and Grape Breeding, 1978. p.287-96.

GALET, P. **A practical ampelography.** Cornell University Press., 1979. ISBN 0801412404.

GIL, M. et al. Influence of berry size on red wine colour and composition. **Australian journal of grape and wine research**, v. 21, n. 2, p. 200-212, 2015. ISSN 1755-0238.

GONZALEZ-SAN JOSE, M.; SANTA-MARIA, G.; DIEZ, C. Anthocyanins as parameters for differentiating wines by grape variety, wine-growing region, and wine-making methods. **Journal of food composition and analysis**, v. 3, n. 1, p. 54-66, 1990. ISSN 0889-1575.

HARBERTSON, J. F.; KELLER, M. Rootstock Effects on Deficit-Irrigated Winegrapes in a Dry Climate: Grape and Wine Composition. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, 2011. Disponível em:
<http://www.ajevonline.org/content/ajev/early/2011/11/09/ajev.2011.11079.full.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2018.

HICKEY, C. C. et al. Under-Trellis Cover Crop and Rootstock Alter Growth, Components of Yield, and Fruit Composition of Cabernet Sauvignon. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, 2016. Disponível em:
<http://www.ajevonline.org/content/ajev/early/2016/04/05/ajev.2016.15079.full.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2018.

SERRA, I. et al. Review: the interaction between rootstocks and cultivars (*Vitis vinifera L.*) to enhance drought tolerance in grapevine. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 20, n. 1, p. 1-14, 2014. Disponível em:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ajgw.12054>. Acesso em: 02 jun. 2018.

JACKSON, R. S. **Wine science: principles and applications.** Academic press, 2008. ISBN 0080568742.

JOGAIAH, S. et al. Regulation of fruit and wine quality parameters of Cabernet Sauvignon grapevines (*Vitis vinifera L.*) by rootstocks in semiarid regions of India. 2015.

JONES, T. et al. Effects of novel hybrid and traditional rootstocks on vigour and yield components of Shiraz grapevines. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 15, n. 3, p. 284-292, 2009. ISSN 1755-0238.

KELLER, M. **The science of grapevines: anatomy and physiology.** Academic Press, 2015. ISBN 0124200087.

KELLER, M.; KUMMER, M.; VASCONCELOS, M. C. Reproductive growth of grapevines in response to nitrogen supply and rootstock. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 7, n. 1, p. 12-18, 2001. ISSN 1755-0238.

KELLER, M.; MILLS, L. J.; HARBERTSON, J. F. Rootstock Effects on Deficit-Irrigated Winegrapes in a Dry Climate: Vigor, Yield Formation, and Fruit Ripening. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, 2011. Disponível em: <<http://www.ajevonline.org/content/ajev/early/2011/11/09/ajev.2011.11078.full.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2018.

KIDMAN, C. M. et al. Reproductive performance of Cabernet Sauvignon and Merlot (*Vitis vinifera L.*) is affected when grafted to rootstocks. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 19, n. 3, p. 409-421, 2013. ISSN 1755-0238.

KIDMAN, C. M. et al. The effect of water stress on the reproductive performance of Shiraz (*Vitis vinifera L.*) grafted to rootstocks. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, p. , 2013. ISSN 0002-9254.

KLIEWER, W. M.; DOKOOZLIAN, N. K. Leaf area/crop weight ratios of grapevines: influence on fruit composition and wine quality. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 56, n. 2, p. 170-181, 2005. ISSN 0002-9254.

KODUR, S. et al. Regulation of berry quality parameters in 'Shiraz'grapevines through rootstocks (*Vitis*). **Vitis**, v. 52, n. 3, p. 125-128, 2013. ISSN 0042-7500.

KOUNDOURAS, S. et al. Irrigation and rootstock effects on the phenolic concentration and aroma potential of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon grapes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, n. 17, p. 7805-7813, 2009. ISSN 0021-8561.

LECOURT, J. et al. Shoot and root ionome responses to nitrate supply in grafted grapevines are rootstock genotype dependent. **Australian journal of grape and wine research**, v. 21, n. 2, p. 311-318, 2015. ISSN 1755-0238.

MAFRA, M. S. H. et al. Atributos químicos do solo e estado nutricional de videira Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) na Serra Catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 10, n. 1, p. 44-53, 2014. ISSN 2238-1171.

MIELE, A.; RIZZON, L. A. ROOTSTOCK-SCION INTERACTION: 1. EFFECT ON THE YIELD COMPONENTS OF CABERNET SAUVIGNON GRAPEVINE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 39, n. 1, 2017. ISSN 0100-2945.

NEAL, S. et al. The performance of 'Sauvignon Blanc' on five grapevine rootstocks in a Marlborough vineyard. XXIX International Horticultural Congress on Horticulture: Sustaining Lives, Livelihoods and Landscapes (IHC2014): IV 1115, 2014. p.147-155.

NIKOLAOU, N.; KOUKOURIKOU, M.; KARAGIANNIDIS, N. Effects of various rootstocks on xylem exudates cytokinin content, nutrient uptake and growth patterns of grapevine *Vitis vinifera* L. cv. Thompson seedless. **Agronomie**, v. 20, n. 4, p. 363-373, 2000.

NUZZO, V.; MATTHEWS, M. A. Response of fruit growth and ripening to crop level in dry-farmed Cabernet Sauvignon on four rootstocks. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 57, n. 3, p. 314-324, 2006. ISSN 0002-9254.

OLLAT, N. et al. Grapevine roots: the dark side. X International Symposium on Grapevine Physiology and Biotechnology 1188, 2016. p.213-226.

OLLAT, N. et al. Rootstocks as a component of adaptation to environment. **Grapevine in a changing environment: a molecular and ecophysiological perspective**, p. 68-75, 2015.

PARANYCHIANAKIS, N. V.; AGGELIDES, S.; ANGELAKIS, A. N. Influence of rootstock, irrigation level and recycled water on growth and yield of Sultana grapevines. **Agricultural water management**, v. 69, n. 1, p. 13-27, 2004. ISSN 0378-3774.

PAVLOUSEK, P. Evaluation of drought tolerance of new grapevine rootstock hybrids. **Journal of environmental biology**, v. 32, n. 5, p. 543, 2011. ISSN 0254-8704.

PONGRACZ, D. P. Rootstocks for Grape-vines. 1983.

PORRO, D. et al. Use of SPAD meter in diagnosis of nutritional status in apple and grapevine. IV International Symposium on Mineral Nutrition of Deciduous Fruit Crops 564, 2000. p.243-252.

POUGET, R. Usefulness of rootstocks for controlling vine vigour and improving wine quality. Symposium on Grapevine Canopy and Vigor Management, XXII IHC 206, 1986. p.109-118.

RAVAZ, L.; SICARD, L. Sur la brunissure de la vigne. **CR Acad. Sci**, v. 136, p. 1276-1278, 1903.

SAMSON, C.; CASTERAN, P. Techniques de Multiplication de la Vigne. **Ribereau Gayon, Jean Traite d'Ampelologie; Sciences e Techniques de la Vigne**, 1971.

SANTOS-BUELGA, C.; SCALBERT, A. Proanthocyanidins and tannin-like compounds—nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, n. 7, p. 1094-1117, 2000. ISSN 1097-0010.

SERRA, I. et al. the interaction between rootstocks and cultivars (*Vitis vinifera* L.) to enhance drought tolerance in grapevine. **Australian journal of grape and wine research**, v. 20, n. 1, p. 1-14, 2014. ISSN 1755-0238.

SMART, R.; ROBINSON, M. **Sunlight into wine: a handbook for winegrape canopy management**. Winetitles, 1991. ISBN 1875130101.

SOAR, C. J.; DRY, P. R.; LOVEYS, B. Scion photosynthesis and leaf gas exchange in *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz: mediation of rootstock effects via xylem sap ABA. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 12, n. 2, p. 82-96, 2006. ISSN 1755-0238.

SOLOVCHENKO, A.; SCHMITZ-EIBERGER, M. Significance of skin flavonoids for UV-B-protection in apple fruits. **Journal of experimental botany**, v. 54, n. 389, p. 1977-1984, 2003. ISSN 1460-2431.

SPAYD, S. E. et al. Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot berries. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 53, n. 3, p. 171-182, 2002. ISSN 0002-9254.

SPIORA, M.; GUTIERREZ, M. Effect of pre-veraison irrigation cut off and skin contact time on composition color, and phenolic content of young Cabernet-Sauvignon wines in Spain. **Amer. J. Enol. Vitic.**, v. 49, p. 153-161, 1998.

STOCKERT, C. M. et al. Nitrogen status and fermentation dynamics for Merlot on two rootstocks. **American Journal of Enology and Viticulture**, p. ajev. 2013.12065, 2013. ISSN 0002-9254.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, 2017. ISBN 8582713673.

TANDONNET, J. et al. Long term effects of nitrogen and water supply on conferred vigour and yield by SO4 and Riparia Gloire de Montpellier rootstocks. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, v. 42, n. 2, p. 89, 2008. ISSN 1151-0285.

TASKOS, D. et al. Using active canopy sensors and chlorophyll meters to estimate grapevine nitrogen status and productivity. **Precision agriculture**, v. 16, n. 1, p. 77-98, 2015. ISSN 1385-2256.

TIAN, R.-R. et al. Comparison of phenolic acids and flavan-3-ols during wine fermentation of grapes with different harvest times. **Molecules**, v. 14, n. 2, p. 827-838, 2009.

TOMASI, N. et al. Induction of nitrate uptake in Sauvignon Blanc and Chardonnay grapevines depends on the scion and is affected by the rootstock. **Australian journal of grape and wine research**, v. 21, n. 2, p. 331-338, 2015. ISSN 1755-0238.

VIANNA, L. F. et al. Caracterização agronômica e edafoclimática dos vinhedos de elevada altitude. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 15, n. 3, p. 215-226, 2016. ISSN 2238-1171.

WINKEL-SHIRLEY, B. Biosynthesis of flavonoids and effects of stress. **Current opinion in plant biology**, v. 5, n. 3, p. 218-223, 2002. ISSN 1369-5266.

WOLPERT, J. A.; SMART, D. R.; ANDERSON, M. Lower petiole potassium concentration at bloom in rootstocks with *Vitis berlandieri* genetic backgrounds. **American journal of enology and viticulture**, v. 56, n. 2, p. 163-169, 2005. ISSN 0002-9254.

WOOLDRIDGE, J.; LOUW, P.; CONRADIE, W. Effects of rootstock on grapevine performance, petiole and must composition, and overall wine score of *Vitis vinifera* cv. Chardonnay and Pinot noir. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v. 31, n. 1, p. 45-48, 2010. ISSN 0253-939X.

ZALAMENA, J. et al. Estado nutricional, vigor e produção em videiras cultivadas com plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 1190-1200, 2013. ISSN 0100-2945.

ZALAMENA, J. et al. Produtividade e composição de uva e de vinho de videiras consorciadas com plantas de cobertura. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 48, n. 2, p. 182-189, 2013. ISSN 1678-3921.

ZHANG, L. et al. The influence of grapevine rootstocks on scion growth and drought resistance. **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, v. 28, n. 2, p. 143-157, June 01 2016. ISSN 2197-0025. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s40626-016-0070-x>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Vinhedo de Cabernet Sauvignon, área experimental de Painel, SC, 2015.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2015

APÊNDICE B – Vinhedo de Merlot, área experimental de Painel, SC, 2015.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2015

APÊNDICE C - Parâmetros utilizados para quantificar os compostos fenólicos nos vinhos de Cabernet Sauvignon e Merlot

| Composto | Faixa de calibração | Equação linear | R² | TR min |
|-------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------|------------------|
| | (mg L ⁻¹) | y=ax | | |
| Ácido Gálico | 0.125 - 62.5 | y=64889x | 0.9979 | 4.1 |
| Catequina | 0.125 - 62.5 | y=17578x | 0.9999 | 25.4 |
| Ácido Vanílico | 0.125 - 62.5 | y=40297x | 0.9999 | 28.9 |
| Ácido p-Coumaríco | 0.125 - 62.5 | y=114723x | 0.9999 | 38.2 |
| Rutin | 0.125 - 62.5 | y=19623x | 0.9999 | 40.9 |
| Resveratrol | 0.125 - 62.5 | y=86848x | 0.9971 | 53.6 |
| Quercetina | 0.125 - 62.5 | y=31070x | 0.9848 | 59.7 |
| Caempferol | 0.125 - 62.5 | y=40075x | 0.9829 | 68.6 |

R² = coeficiente de determinação; TR = Tempo de Retenção

Fonte: elaborado pelo autor, 2018.

APÊNDICE D - Análise de variância (ANOVA) das variáveis de componentes de produção, vigor e equilíbrio vegeto produtivo da variedade Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera L.*), considerando-se os efeitos principais de porta-enxerto, safra e a interação entre os dois fatores.

| Variáveis | Porta-enxerto | Safra | PE x Safra | Porta-enxerto | Safra | PE x Safra |
|--|---------------|--------|------------|---------------|--------|--------------------|
| | | | | Painel | | São Joaquim |
| Produção por planta (kg) | 0.005 | <0.001 | 0.151 | <0.001 | 0.004 | <0.001 |
| Cachos/planta | 0.177 | <0.001 | 0.011 | 0.021 | <0.001 | <0.001 |
| Massa do cacho (g) | <0.001 | <0.001 | 0.042 | <0.001 | 0.815 | 0.004 |
| Área Foliar (m ²) | 0.511 | <0.001 | 0.679 | 0.111 | <0.001 | 0.095 |
| Índice SPAD | <0.001 | 0.524 | 0.854 | <0.001 | 0.457 | 0.234 |
| Massa de poda (kg) | <0.001 | <0.001 | 0.283 | <0.001 | <0.001 | 0.144 |
| Massa de ramo (g) | <0.001 | <0.001 | 0.66 | <0.001 | <0.001 | 0.471 |
| Cachos/Ramo | 0.002 | <0.001 | <0.001 | 0.089 | <0.001 | <0.001 |
| Área Foliar/Fruto (cm ² g ⁻¹) | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.315 | <0.001 |
| Produção/Poda (kg kg ⁻¹) | 0.006 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.341 | <0.001 |

*Safras 2014/15, 2015/16 e 2016/17

**Safras 2014/15 e 2015/16

Fonte: elaborado pelo autor, 2018.

APÊNDICE E - Análise de variância (ANOVA) das variáveis de componentes de produção, vigor e equilíbrio vegeto produtivo da variedade Merlot (*Vitis vinifera L.*), considerando-se os efeitos principais de porta-enxerto, safra e a interação entre os dois fatores. Dados referentes à área de Painel-SC, safras 2014/15, 2015/16 e 2016/17.

| Variáveis | Porta-enxerto | Safra | PE x Safra |
|--|---------------|--------|------------|
| Produção por planta (kg) | <0.001 | <0.001 | 0.172 |
| Cachos/planta | 0.002 | <0.001 | 0.487 |
| Massa do cacho (g) | <0.001 | <0.001 | 0.036 |
| Área Foliar (m ²) | <0.001 | <0.001 | 0.09 |
| Índice SPAD | <0.001 | 0.134 | 0.235 |
| Massa de poda (kg) | <0.001 | <0.001 | <0.001 |
| Massa de ramo (g) | <0.001 | <0.001 | <0.001 |
| Cachos/Ramo | 0.001 | <0.001 | 0.1 |
| Área Foliar/Fruto (cm ² g ⁻¹) | <0.001 | <0.001 | 0.015 |
| Produção/Poda (kg kg ⁻¹) | <0.001 | <0.001 | 0.174 |

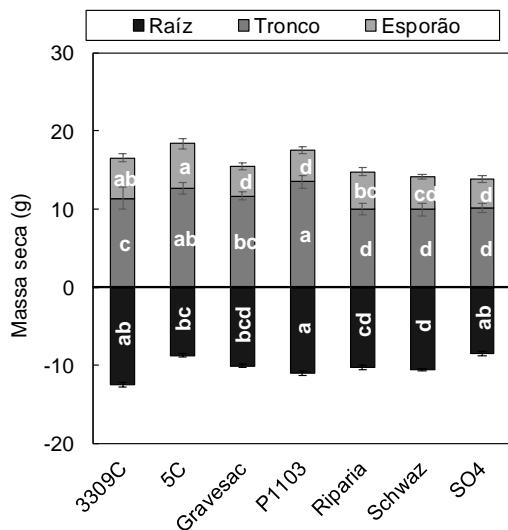
Fonte: elaborado pelo autor, 2018.

APÊNDICE F - Plantas de Sauvignon Blanc (*Vitis vinifera L.*) sobre diferentes porta-enxertos e submetidas ao déficit hídrico. Área experimental em Blenheim, Marlborough, Nova Zelândia, 21 de fevereiro de 2018.



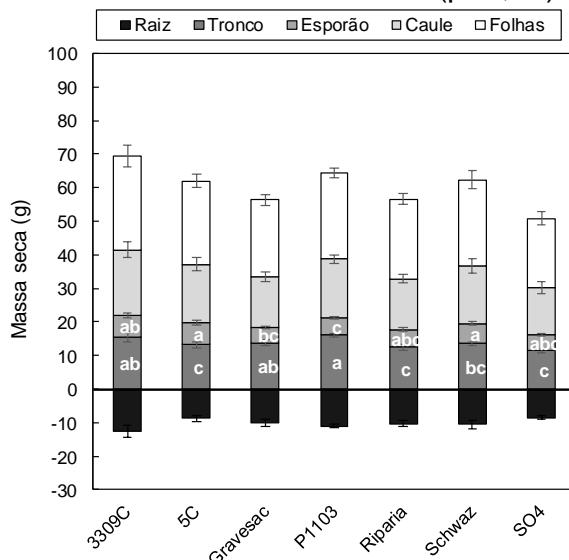
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

APÊNDICE G - Matéria seca (g) em mudas de Sauvignon Blanc (*Vitis vinifera* L.) sobre diferentes porta-enxertos, antes de serem plantadas em 25 de setembro de 2017, em Blenheim, Marlborough, Nova Zelândia. Média ± erro padrão (n=10). As letras indicam o teste LSD de Fischer (p<0,05).



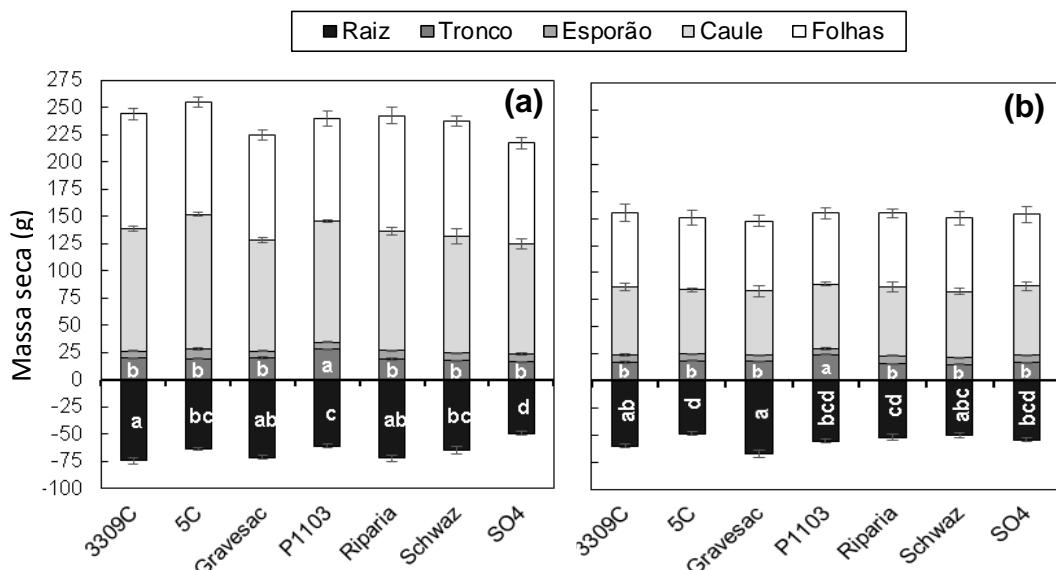
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

APÊNDICE H - Matéria seca (g) em plantas novas de Sauvignon Blanc (*Vitis vinifera* L.) sobre diferentes porta-enxertos, conduzidas em um único ramo, sem ramos laterais ou inflorescências, em Blenheim, Marlborough, Nova Zelândia, 08 de janeiro de 2018. Média ± erro padrão (n=10). As letras indicam o teste LSD de Fisher (p<0,05).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

APÊNDICE I - Matéria seca (g) em plantas novas de Sauvignon Blanc (*Vitis vinifera* L.) sobre diferentes porta-enxertos, bem irrigadas (a) ou submetidas ao estresse hídrico (b). Plantas conduzidas em um único ramo, sem ramos laterais ou inflorescências, em Blenheim, Marlborough, Nova Zelândia, em 27 de fevereiro de 2018. Média ± erro padrão (n=10). As letras indicam o teste LSD de Fisher ($p<0,05$).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018