



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu



DANIEL CALLILI

**ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM VIDEIRAS 'NIAGARA ROSADA' CULTIVADAS
SOBRE DIFERENTES PORTA-ENXERTOS**

**Botucatu
2020**

DANIEL CALLILI

**ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM VIDEIRAS 'NIAGARA ROSADA' CULTIVADAS
SOBRE DIFERENTES PORTA-ENXERTOS**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp, Campus
de Botucatu, para obtenção do título de
Mestre em Agronomia (Horticultura).

Orientador: Marco Antonio Tecchio

Coorientador: Marlon Jocimar Rodrigues
da Silva

**Botucatu
2020**

C158a Callili, Daniel
Adubação potássica em videiras 'Niagara Rosada' cultivadas
sobre diferentes porta-enxertos / Daniel Callili. -- Botucatu,
2020
80 p. : tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
(Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu
Orientador: Marco Antonio Tecchio
Coorientador: Marlon Jocimar Rodrigues da Silva

1. Uva Cultivo. 2. Adubação. 3. Enxertia. 4. Fenologia
vegetal. 5. Compostos fenólicos. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM VIDEIRAS 'NIAGARA ROSADA' CULTIVADAS
SOBRE DIFERENTES PORTA-ENXERTOS**

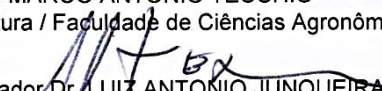
AUTOR: DANIEL CALLILI

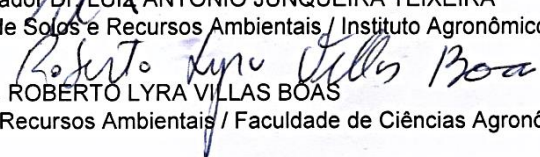
ORIENTADOR: MARCO ANTONIO TECCHIO

COORDENADOR: MARLON JOCIMAR RODRIGUES DA SILVA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA
(HORTICULTURA), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. MARCO ANTONIO TECCHIO
Horticultura / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu - UNESP


Pesquisador Dr. LUIZ ANTONIO JUNQUEIRA TEIXEIRA
Centro de Solos e Recursos Ambientais / Instituto Agronômico de Campinas


Prof. Dr. ROBERTO LYRA VILLAS BOAS
Solos e Recursos Ambientais / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu - UNESP

Botucatu, 17 de fevereiro de 2020

*Aos meus pais, **Selma e Marcos**; à minha irmã,
Carol; à minha tia, **Márcia** e ao meu primo,
Thiago.
Dedico.*

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Selma Almendra Pelusi Callili (*in memoriam*). Eu sei que de algum lugar você está observando e está muito orgulhosa por cada conquista. O nosso amor transcende a presença física. Obrigado por tudo.

Ao meu pai, Marco Antônio Callili; à minha irmã, Carolina Callili; à minha tia, Márcia Maria Pelusi; à minha namorada, Olivia Pak Campos; ao meu primo, Thiago Vendrami, por todo carinho, respeito, amor e apoio em todos os momentos. Eu amo vocês do fundo do meu coração.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marco Antonio Tecchio, pela amizade, pelos ensinamentos e por toda atenção. Isso é apenas uma etapa concluída, temos um longo caminho pela frente ainda.

Ao meu coorientador, Dr. Marlon Jocimar Rodrigues da Silva, por todo conhecimento transmitido, pela amizade, pela paciência e pelo respeito. Você é um ser humano diferenciado, te desejo todo sucesso do mundo.

Ao Dr. Luiz Antonio Junqueira Teixeira e a todos os funcionários do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Solos e Recursos Ambientais do IAC, por toda colaboração no trabalho.

Aos meus amigos e companheiros do grupo de Viticultura da FCA/UNESP, em especial ao Camilo Sanchez, Letícia Pereira e Francisco José Domingues Neto por tudo que fizeram por mim, jamais esquecerei. Gostaria de agradecer também ao Bruno Macedo, Nara Villa Boas, Victória Monteiro, Charles Watanabe, Giovanni Gilli, Paola Maressa e a todos os estagiários de graduação pela amizade, respeito e por toda ajuda. Todos foram essenciais para a realização do trabalho.

À Prof. Dr. Sarita Leonel e seus orientados, Jackson Mirellys, Rafaela Martins, Rafael Bibiano, pela disponibilidade do laboratório de fruticultura e por toda ajuda e companheirismo.

Aos professores e funcionários da FCA/UNESP, por todo o respeito e profissionalismo.

À associação Sulfate of Potash Information Board (SOPIB), pelo apoio a este projeto.

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

Ao Conselho do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Horticultura).

A todos os meus amigos, pelos momentos de lazer e por todo apoio nos momentos difíceis.

De coração, meus sinceros, muito obrigado!

RESUMO

A 'Niagara Rosada' é a uva mais produzida do estado de São Paulo. Trata-se de uma cultivar de uva para mesa bastante produtiva, com baixo custo de produção, bem adaptada às condições edafoclimáticas da região de Sudeste, além de apresentar boa aceitação no mercado. Para incremento da produtividade e qualidade da uva, alguns manejos fitotécnicos são essenciais e devem ser incorporados ao sistema de produção, dentre eles, o uso de porta-enxertos e a adubação mineral de plantas. Os porta-enxertos apresentam papel fundamental na absorção de nutrientes, contudo, deve-se levar em consideração a compatibilidade com a cultivar copa e a adaptação às condições edafoclimáticas. O potássio é o elemento mais utilizado pelas videiras e pode influenciar diretamente no desempenho produtivo e na qualidade da uva. Assim, a escolha das doses ideais e da fonte potássica são muito importantes. Nesse contexto, os fertilizantes cloreto de potássio e sulfato de potássio são as alternativas mais utilizadas. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de diferentes porta-enxertos, fontes potássicas e doses de potássio na fenologia, nos componentes de produção e de qualidade da uva 'Niagara Rosada'. O experimento foi realizado durante três ciclos produtivos em vinhedo da Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA-UNESP), em Botucatu/SP. A cv. Niagara Rosada, enxertadas sobre os porta-enxertos IAC 572 'Jales' e IAC 766 'Campinas', foram adubadas com os fertilizantes KCl e K₂SO₄, nas doses anuais de 0, 75, 150 e 300 kg ha⁻¹ de K₂O. Foram avaliados componentes de produção, características físicas de cachos, engãos e bagas, características químicas do mosto; teor de compostos bioativos, atividade antioxidante duração do ciclo fenológico e evolução da maturação de bagas. O ciclo produtivo foi de 148 dias. O porta-enxerto IAC 766 'Campinas' proporcionou maior produção e produtividade às copas e maior concentração de flavonoides e antocianinas às bagas em relação ao IAC 572 'Jales'. As fontes potássicas apresentaram efeito similar em todas as variáveis avaliadas. Não houve efeito significativo das doses de potássio na maioria das variáveis avaliadas. Para a reposição de potássio no solo são estimadas a aplicação de 150 kg ha⁻¹ de K₂O.

Palavras-chaves: *Vitis labrusca* L. Viticultura. IAC 766 'Campinas'. IAC 572 'Jales'. Nutrição mineral de plantas. Cloreto de potássio. Sulfato de potássio.

ABSTRACT

'Niagara Rosada' is the most produced grape cultivar in the state of São Paulo. It is a very productive cultivar, with low production cost, well adapted to the edaphoclimatic conditions of the Southeast region, in addition to presenting good acceptance in the market. To increase grape productivity and quality, some phytotechnical managements are essential in viticulture, among them, the use of rootstocks and mineral fertilization of plants. Potassium is the element most used by vines and can directly influence the productive performance and quality of the grape. Thus, the choice of potassium source is very important. In this context, potassium chloride and potassium sulfate fertilizers are the best alternatives. The rootstocks can also influence the production and quality of the grape, as they play a fundamental role in the absorption of nutrients. However, compatibility with the cultivar canopy and adaptation to edaphoclimatic conditions must be taken into account. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effect of different rootstocks, potassium sources and doses of K_2O on phenology, on the production and quality components of the 'Niagara Rosada' grape. The experiment was carried out during three productive cycles in a vineyard of the Faculty of Agronomic Sciences (FCA-UNESP), in Botucatu / SP. The cv. Niagara Rosada, grafted on IAC 572 'Jales' and IAC 766 'Campinas' rootstocks, were fertilized with KCl and K_2SO_4 fertilizers at annual doses 0, 75, 150 and 300 kg ha⁻¹ of K_2O . Production components were evaluated; physical characteristics of bunches, stems and berries; chemical characteristics of the must; content of bioactive compounds; antioxidant activity duration of the phenological cycle; and evolution of the ripening of berries. The production cycle was 148 days. The IAC 766 'Campinas' rootstock provided higher yields and productivity to the scion and a higher concentration of flavonoids and anthocyanins to the berries compared to IAC 572 'Jales'. Potassium sources had a similar effect on all variables evaluated. There was no significant effect of K_2O doses on most of the variables evaluated. For the replacement of potassium in the soil, the application of 150 kg ha⁻¹ of K_2O is estimated.

Keywords: *Vitis labrusca* L. Viticulture. IAC 766 'Campinas'. IAC 572 'Jales'. Mineral plant nutrition. Potassium chloride. Potassium sulfate.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	15
CAPÍTULO 1: DESEMPENHO PRODUTIVO, QUALIDADE E NUTRIÇÃO DA VIDEIRA ‘NIAGARA ROSADA’ SOBRE DIFERENTES PORTA-ENXERTOS E SUBMETIDA À ADUBAÇÃO POTÁSSICA	22
1.1 INTRODUÇÃO	23
1.2 MATERIAL E MÉTODOS	25
1.2.1 Caracterização da área experimental	25
1.2.2 Condições de cultivo das videiras, podas de produção e manejos culturais	26
1.2.3 Tratamentos e delineamento experimental	27
1.2.4 Colheita e características avaliadas.....	27
1.2.4.1 Características produtivas.....	28
1.2.4.2 Características físicas dos cachos, engaos e bagas.....	28
1.2.4.3 Composição química do mosto	28
1.2.4.4 Teores de compostos bioativos e atividade antioxidante	28
1.2.4.5 Diagnose foliar.....	29
1.2.4.6 Análise química do solo	30
1.2.4.7 Variação de potássio (ΔK) no solo	31
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
1.3.1 Características produtivas.....	31
1.3.2 Características físicas de cachos, engaos e bagas.....	33
1.3.3 Composição química do mosto	36
1.3.4 Teor de compostos bioativos e atividade antioxidante	37
1.3.5 Diagnose foliar	40
1.3.6 Análise química do solo	43
1.3.7 Variação do potássio (ΔK) no solo	46
1.4 CONCLUSÕES	47

REFERÊNCIAS.....	48
CAPÍTULO 2: FENOLOGIA E MATURAÇÃO DA UVA ‘NIAGARA ROSADA’ CULTIVADAS SOBRE DIFERENTES PORTA-ENXERTOS E ADUBADAS COM KCL E K₂SO₄.....	57
2.1 INTRODUÇÃO	58
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	60
2.2.1 Local de execução do experimento	60
2.2.2 Condições de cultivo das videiras, podas de produção e manejos culturais ...	61
2.2.3 Tratamentos e delineamento experimental.....	62
2.2.4 Avaliação do ciclo fenológico.....	62
2.2.5 Curva de maturação das bagas.....	63
2.2.6 Análises estatísticas	63
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	64
2.3.1 Caracterização das fases fenológicas	64
2.3.2 Evolução da maturação das bagas.....	66
2.4 CONCLUSÕES	69
REFERÊNCIAS.....	70
CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
REFERÊNCIAS.....	76

INTRODUÇÃO GERAL

A viticultura é uma atividade agrícola de grande importância socioeconômica, sendo a uva, uma das frutas mais produzidas em todo o mundo (FAO, 2019). A videira pertence ao gênero *Vitis*, composto por aproximadamente 60 espécies, com ampla distribuição geográfica (CAMARGO; MAIA, 2008).

Uma das características mais marcante da viticultura é a diversidade. As videiras são comumente encontradas numa faixa que compreende desde as latitudes de 52° N a 40° S (GALET, 1993). Atualmente, a diversidade genética encontrada dentro das espécies do gênero *Vitis* permite, em geral, a escolha do material mais adequado entre as centenas de cultivares (BOTELHO *et al.*, 2018).

Em 2018, a área mundial destinada ao cultivo de videiras foi de 7,4 milhões de hectare. Deste total, Espanha, China, França, Itália e Turquia, representaram 50% do total. A produção mundial foi de 77,8 milhões de toneladas, das quais 57% das uvas produzidas foram destinadas à elaboração de vinhos, 36% foram uvas destinadas ao consumo *in natura* e 7% da produção destinada ao mercado de uva passas, sendo os principais produtores mundiais, China, Itália, Estados Unidos e Espanha, respectivamente (OIV, 2019).

Com relação à área destinada ao cultivo de videira no Brasil, entre o ano 2014 e 2018, houve um decréscimo de 8%, diminuindo de 89 mil para 82 mil hectares. A produção nacional de uva, em 2018, foi em torno de 1,6 milhão de toneladas, sendo 54 % uvas para mesa e 46% uvas para vinhos e sucos (OIV, 2019). Os principais estados produtores de uva do Brasil, em 2017, foram Rio Grande do Sul, Pernambuco e São Paulo, com produções em torno de 957, 621 e 133 mil toneladas, respectivamente (IBGE, 2018).

Atualmente, as principais cultivares de uvas para consumo *in natura* produzidas no Brasil são a 'Niagara Rosada' (*Vitis Labrusca* x *Vitis vinifera*); 'Itália' e suas mutações 'Rubi', 'Benitaka' e 'Brasil' (*Vitis vinifera*); as sem sementes 'Superior Seedless', 'Crimson Seedless', 'Thompson Seedless'; e as híbridas, a 'BRS Vitória' e 'BRS Isis' (MAIA *et al.*, 2018).

De acordo com dados do Instituto de Economia Agrícola (2018), no estado de São Paulo, houve aumento de 13,1% na produtividade da safra 2016/2017 para a safra 2017/2018. Nesta última, da produção total de uvas para mesa, 73% foram uvas comuns (*V. labrusca*) e 27%, uvas finas (*V. vinifera*). De acordo com Tecchio *et al.*

(2018), a cv. Niagara Rosada é a uva para mesa mais plantada do estado de São Paulo, sendo o este, o maior produtor nacional dessa cultivar. É uma cultivar muito difundida na região Sudeste, sendo uma das uvas de mesa mais consumidas no Brasil (BOTELHO *et al.*, 2018).

A videira 'Niagara' foi obtida a partir do cruzamento de Concord (*Vitis labrusca* L.) polinizada com Cassady (*V. labrusca* x *V. vinifera*). Sendo assim, a 'Niagara', em sua genealogia, tem 75% de *V. labrusca* e 25% de *V. vinifera* (SOUSA, 1959). A cultivar Niagara Rosada surgiu por mutação genética da cultivar Niagara Branca (SOUSA; MARTINS, 2002). Por se tratar de uma uva bastante atrativa ao consumidor, rapidamente se expandiu para outras regiões produtoras do estado (MAIA; KUHN, 2001).

A 'Niagara Rosada' assemelha-se em muitas características à 'Niagara Branca'. Possui sabor foxado, típico de espécies *V. labrusca*, tem médio vigor, média resistência às doenças fúngicas, como o míldio (*Plasmopara viticola*) e antracnose (*Elsinoe ampelina*), é sensível à podridão amarga (*Melanconium fuligineum*) e à cercosporiose (*Isariopsis c/avispora*) e resistente ao oídio (*Uncinula necator*). Possui alta fertilidade de gemas, os cachos são médios, compactos, cilindro-cênicos e as bagas com forma arredondada ou ovalada. O teor de açúcares totais em condições tropicais pode atingir 18 a 19 °Brix e a acidez titulável fica em torno de 60 meq/L, contudo, não apresenta boas qualidades pós-colheita (MAIA; CAMARGO, 2012).

Apresenta baga com tonalidade rosada, muito atraente e apreciada pelos consumidores brasileiros (SOUSA; MARTINS, 2002). É uma cultivar rústica, não exigente em relação a tratamentos fitotécnicos, apresenta boa aceitação pelo consumidor brasileiro e custo de produção relativamente baixo (PROTAS, 2003). Portanto, trata-se de uma cultivar de fácil cultivo, muito produtiva e bastante adaptada às condições edafoclimáticas do estado de São Paulo.

O consumo de uva, *in natura* ou por meio de sucos e vinhos, tem aumentado consideravelmente no país. Um dos principais fatores para esse aumento está relacionado aos aspectos nutracêuticos. A uva se destaca, entre as frutas, como importante fonte de compostos fenólicos (ABE *et al.*, 2007). De acordo com Pozzan *et al.* (2002), os compostos fenólicos possuem importantes características biológicas, com destaque para as propriedades antioxidantes. Na uva, os compostos fenólicos podem ser classificados em flavonóides e não-flavonóides. Fazem parte do grupo dos flavonóides os flavanóis (catequina, epicatequina e epigallocatequina), os flavonóis

(caempferol, quercetina e miricetina) e as antocianinas; os compostos classificados como não-flavonóides são os ácidos fenólicos, hidroxibenzóicos e hidroxicinâmicos (CABRITA *et al.*, 2003).

Sabe-se que cada cultivar apresenta conteúdo fenólico específico, no entanto, a concentração dos compostos fenólicos e a qualidade da uva podem ser influenciadas por uma série de fatores como a espécie; as condições climáticas do local de cultivo; as práticas e manejos culturais adotados durante o ciclo; a ocorrência de pragas ou doenças; o grau de maturação da uva na colheita; e o porta-enxerto utilizado (BARCIA *et al.*, 2014; LIMA *et al.*, 2014).

O uso do porta-enxerto na viticultura, por exemplo, tornou-se uma técnica de cultivo imprescindível. Embora possa afetar a qualidade e a produtividade das videiras, as principais finalidades do uso de porta-enxertos na viticultura são conferir resistência à filoxera e nematóides, apresentar boa adaptação ao meio ambiente, facilidade de propagação, afinidade satisfatória com as cultivares copa, sanidade e bom desenvolvimento (HIDALGO, 1993).

O porta-enxerto sofre grande interferência das condições edafoclimáticas, possui relação específica com a cultivar copa e influencia diretamente o crescimento vegetativo, a produção, a qualidade de cachos, a composição da uva, a duração do ciclo fenológico, o acúmulo de graus-dia e a maturação das uvas (HARTMANN; KESTER, 1990; MOTA *et al.*, 2009; TECCHIO *et al.*, 2013).

Devido à sua especificidade, a escolha do porta-enxerto deve ser feita de acordo com a finalidade da produção da uva (TECCHIO *et al.*, 2018) e de acordo com a área de cultivo. Isso deve ser considerado, pois o vigor vegetativo e produtivo da copa e a composição química e fenólica das bagas são diretamente influenciados pelas características genéticas do porta-enxerto (VIANA *et al.*, 2018).

A diversidade genética dos porta-enxertos da videira pode afetar a absorção de nutrientes e o estado nutricional das plantas (VIANA *et al.*, 2018). Assim, a eficiência na absorção de nutrientes pelos porta-enxertos deve ser levada em consideração para as recomendações de adubação do vinhedo (DALBÓ; BASSO, 2011).

Nas condições tropicais brasileiras, os porta-enxertos IAC 572 'Jales', IAC 766 'Campinas' e IAC 313 'Tropical' são os mais difundidos (CAMARGO *et al.*, 2011) e apresentam boa adaptação às condições edafoclimáticas da região Sudeste. O portaenxerto IAC 572 'Jales' é um porta-enxerto vigoroso e com boa adaptação em solos argilosos a arenosos. Possui ótimo enraizamento e pegamento e apresenta

folhas resistentes aos principais patógenos (VIANA, *et al.*, 2018; TECCHIO *et al.*, 2018)

O porta-enxerto IAC 766 'Campinas' é vigoroso, possui enraizamento de estacas satisfatório e apresenta boa resistência às doenças. Possui boa afinidade com as cultivares Niagara, Itália, Rubi, Benitaka, Redglobe, Patrícia, Maria e Paulistinha (POMMER *et al.*, 1997). Atualmente, o porta-enxerto IAC 766 'Campinas' tem sido bastante utilizado na viticultura paulista, atribuindo mais vigor às plantas e, conseqüentemente, elevando as exigências em nutrientes minerais (TECCHIO *et al.*, 2018).

A nutrição mineral também é um fator preponderante na viticultura, exercendo influência na produção, na maturação, no formato, na firmeza de polpa, na cor, no tamanho, na uniformidade, no teor de açúcares totais e na acidez das bagas (FREGONI, 1980; SILVA, 2018). Os nutrientes minerais também exercem funções vitais nos processos fisiológicos e nos componentes estruturais da videira (TECCHIO *et al.*, 2018).

A adubação da videira é uma das técnicas de cultivo mais importante e sua eficiência será dimensionada de acordo com a natureza do produto, com a dose utilizada, com a época e o método de aplicação (SILVA, 2018).

Para obtenção de elevada produtividade e uva com boa qualidade, tem-se a necessidade do equilíbrio nutricional das plantas. A cultura da videira apresenta alta sensibilidade em relação ao desequilíbrio nutricional entre K, Ca e Mg (DALBÓ *et al.*, 2015). Sendo assim, análises de solos e análises foliares são importantes ferramentas que contribuem para dimensionar o equilíbrio dos nutrientes mediante a adubação (MALAVOLTA, 1997; TECCHIO *et al.*, 2007).

O potássio (K) é o elemento utilizado em maior quantidade pela videira, sendo absorvido na solução do solo na forma de íon K^+ (TECCHIO *et al.*, 2012). O K na solução do solo e o trocável representam conjuntamente a reserva imediata do elemento no solo e as técnicas de rotina para avaliação da fertilidade extraem ambos (MEURER, 2006). Devido à grande mobilidade do elemento no solo, a absorção é realçada através dos pelos radiculares, sendo absorvido em grandes quantidades por toda extensão do pelo radicular (FAGAN *et al.*, 2016).

A disponibilidade de K no solo é influenciada pela relação com os elementos Ca e Mg (TECCHIO *et al.*, 2006). Além disso, alguns fatores, como o excesso de

nitrogênio, déficit hídrico, lençol freático na altura da zona radicular e danos ao sistema radicular dificultam a absorção de potássio pelas plantas (SILVA, 2018).

O potássio, quando presente na solução do solo, movimenta-se verticalmente, principalmente pela água de drenagem. Devido a este movimento, o potássio pode ser perdido facilmente por lixiviação, ou seja, transportado para profundidades além daquelas ocupadas pelas raízes (OLIVEIRA; VILLAS BOAS, 2008). A movimentação do potássio no perfil do solo é influenciada, principalmente, pelo tipo de solo, textura do solo, pela capacidade de troca catiônica (CTC), pelo regime hídrico da dose e pela solubilidade do fertilizante (ROSOLEM et al., 2006; NEVES et al., 2009).

O elemento potássio não apresenta atribuição estrutural e suas principais funções estão ligadas à atividade enzimática. Desempenha importantes funções na fisiologia da planta, participando de processos vitais, como no controle da transpiração, na regulação do balanço iônico celular, na fotossíntese, na respiração, na síntese de proteínas, na translocação de carboidratos (SILVA, 2018), na diferenciação de gemas, na germinação do grão de pólen, além de favorecer o aroma, melhorar o sabor, aumentar o teor de açúcares totais e vitaminas C e B1 (TECCHIO et al., 2012).

Devido à alta mobilidade do K dentro da planta, os primeiros sintomas de falta desse nutriente aparecem nas folhas mais velhas. Dentre os principais estão o amarelecimento seguido de necrose das margens das folhas, enrolamento dos bordos, folhas ásperas e corrugadas, folhas intermediárias com escurecimento entre as nervuras, cachos e bagas menores, maturação irregular, acidez elevada, menor teor de açúcares totais e maior suscetibilidade à escaldadura do sol (TERRA, 1984; FRÁGUAS; SILVA, 1998).

Na cultura da videira, a necessidade de potássio é maior na fase de lignificação dos ramos e na maturação das bagas (TECCHIO et al., 2012). A quantidade de K^+ necessária para o bom desenvolvimento das plantas é correlacionado à espécie e aos estádios de crescimento (MEURER, 2006). O teor de K nos tecidos vegetais e seu acúmulo na planta são influenciados pela disponibilidade do elemento no solo e pela adição de fertilizantes potássicos (SILVA et al., 2014).

De acordo com Raij et al. (2001), para culturas anuais, teores de potássio no solo entre 1,6 e 3,0 mmol_c dm⁻³ e entre 3,1 e 6,0 mmol_c dm⁻³ são considerados médios e altos, respectivamente. Em condições com excesso de potássio (> 6,0 mmol_c dm⁻³), pode ocorrer dessecamento da ráquis, distúrbio fisiológico que ocorre no início do

amolecimento das bagas e é caracterizado pelo murchamento de bagas nas extremidades dos cachos, podendo progredir para todo o racemo (FRÁGUAS *et al.*, 1996). De acordo com Fregoni (1980), as bagas ficam verdes, murcham, caem com facilidade e mantêm acidez alta. O excesso de potássio pode, também, antecipar a entrada do período de repouso vegetativo e atrasar na retomada da atividade vegetativa do ciclo seguinte (TAGLIAVINI *et al.*, 1996)

Em uvas comuns para mesa, cultivadas em solo com teores entre 1,6 a 3,0 mmol/dm³ de K⁺ trocável (nível “médio”), com produtividade esperada entre 13 a 22 t ha⁻¹, recomenda-se a adubação mineral com a dose de 150 kg ha⁻¹ de K₂O (TERRA *et al.*, 1997). É importante realçar que as adubações devem ser recomendadas, também, de acordo com as análises de solo, características do solo, época e forma de aplicação, condições climáticas e os fertilizantes potássicos utilizados.

Com relação aos fertilizantes potássicos, as principais fontes utilizadas são o cloreto de potássio (KCl), sulfato de potássio (K₂SO₄) e sulfato duplo de potássio e magnésio (KMgPO₄). Em termos mundiais, cerca de 95% da produção de potássio é empregada como fertilizante, sendo 90% dessa produção na forma de cloreto de potássio (BRASIL, 2017).

O KCl é um sal com alta solubilidade em água (330 g/L de solubilidade em água), fator este que pode contribuir, também, para as perdas por lixiviação (RESENDE *et al.*, 2006). Sais de potássio de alta solubilidade, como o KCl, conferem à solução do solo altos teores de potássio e, desta forma, este elemento fica propício a ser lixiviado. Isto ocorre, principalmente, em solos arenosos e com baixa CTC (RAIJ, 2011).

Contudo, a alta concentração de potássio e o baixo custo do KCl o tornam mais competitivo no mercado em relação a outros fertilizantes potássicos (NASCIMENTO; LOUREIRO, 2004; DIAS; FERNANDEZ, 2006). Na sua composição, o cloreto de potássio apresenta de 60 a 62% de potássio (K₂O) solúvel em água e 45 a 48% de cloro (GRANGEIRO; CECILIO FILHO, 2006). Trata-se do fertilizante com maior concentração de potássio utilizado na agricultura (THOMPSON, 2008).

A alta concentração de cloro presente no KCl, no entanto, pode influenciar negativamente o desenvolvimento das plantas devido ao efeito salino nas raízes (BORGES; SILVA, 2011). O cloro pode causar efeito tóxico às plantas e afetar indiretamente o seu crescimento (MEURER, 2006), o desenvolvimento e distribuição das raízes, além da absorção de água e nutrientes (MARSCHNER, 2012). Nas

videiras, a fitotoxidez causada pelo excesso de cloro é caracterizada por necroses das bordas das folhas (SILVA, 2018). Nesse contexto, de acordo com Pereira *et al.* (2000), é recomendável a utilização de sulfato de potássio, nitrato de potássio ou fosfato mono potássico alternado com o cloreto de potássio.

O sulfato de potássio (K_2SO_4) contém cerca de 50 a 52 % de K_2O e 17 a 18% de enxofre e apresenta baixo índice salino (MALAVOLTA *et al.*, 2002). Como possui baixo teor de cloretos em seu material, em torno de 2,5%, é recomendado para culturas que apresentam sensibilidade a altas concentrações de íons cloreto, como o tabaco e frutas e para alguns vegetais que necessitam de enxofre como nutrientes (NASCIMENTO; LOUREIRO, 2004).

O enxofre (S), nutriente encontrado no fertilizante sulfato de potássio, faz parte de alguns aminoácidos essenciais, tais como a metionina, cistina e cisteína, de algumas vitaminas e da coenzima A, sendo também um ativador de enzimas. Na cultura da videira, a carência de enxofre dificilmente será observada, pois este nutriente está presente em fertilizantes químicos e orgânicos incorporados ao solo, bem como em defensivos para controle de doenças, proporcionando assim, o suprimento necessário deste elemento para a videira (SILVA, 2018).

A escolha da forma de aplicação de fertilizantes potássicos deve ser realizada com base nas necessidades e características do solo e da cultura, nos métodos de aplicação, no preço e na disponibilidade do produto (POTAFOS, 1996). É importante realçar que, na busca por elevada produtividade boa qualidade, os manejos fitotécnicos devem ser associados entre si e empregados de maneira correta ao sistema de produção.

Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho produtivo e aspectos qualitativos da videira 'Niagara Rosada' cultivada sobre os porta-enxertos IAC 766 'Campinas' e IAC 572 'Jales' e adubadas com diferentes doses de K_2O com os fertilizantes KCl e K_2SO_4 .

CAPÍTULO 1: DESEMPENHO PRODUTIVO, QUALIDADE E NUTRIÇÃO DA VIDEIRA 'NIAGARA ROSADA' SOBRE DIFERENTES PORTA-ENXERTOS E SUBMETIDA À ADUBAÇÃO POTÁSSICA

Resumo

Na cultura da videira, a utilização de porta-enxertos e a adubação potássica são fatores essenciais para a produtividade e qualidade. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes concentrações de K_2O e das fontes potássicas KCl e K_2SO_4 na produtividade e qualidade da uva 'Niagara Rosada' cultivada sobre diferentes porta-enxertos. Foram avaliados parâmetros produtivos; características físicas de cachos, engaos e bagas; análise química do mosto; conteúdos totais de compostos bioativos; atividade antioxidante; diagnose foliar; e fertilidade do solo e a variação do potássio no solo. O porta-enxerto IAC 766 'Campinas' proporcionou maior produção e produtividade às copas e maior concentração de flavonoides e antocianinas às bagas em relação ao IAC 572 'Jales'. As fontes potássicas apresentaram efeito similar em todas as variáveis avaliadas. Não houve efeito significativo das doses de potássio no desempenho produtivo e na qualidade das bagas. Contudo, para a reposição de potássio no solo, são estimadas a aplicação de 150 kg ha^{-1} de K_2O .

Palavras-chaves: *Vitis labrusca* L. Fertilidade do solo. Enxertia. Compostos fenólicos. Características físico-químicas. Produtividade.

YIELD PERFORMANCE, QUALITY AND NUTRITION OF THE 'NIAGARA ROSADA' VINE ON DIFFERENT ROOTSTOCKS AND SUBMITTED TO POTASSIUM FERTILIZATION

Abstract

In grapevine culture, the use of rootstocks and potassium fertilization are essential factors for productivity and quality. Therefore, the objective of the work was to evaluate the effects of different concentrations of K_2O and potassium sources KCl and K_2SO_4 on the productivity and quality of the 'Niagara Rosada' grape grown on different rootstocks. Productive parameters were evaluated; physical characteristics of bunches, stems and berries; chemical analysis of the must; total contents of bioactive

compounds; antioxidant activity; leaf diagnosis; and soil fertility and the variation of potassium in the soil. The IAC 766 'Campinas' rootstock provided higher yields and productivity to the scions and a higher concentration of flavonoids and anthocyanins to the berries compared to IAC 572 'Jales'. Potassium sources had a similar effect on all variables evaluated. There was no significant effect of potassium doses on the productive performance and the quality of the berries. However, for the replacement of potassium in the soil, the application of 150 kg ha⁻¹ of K₂O is estimated.

Keywords: *Vitis labrusca* L; soil fertility; grafting; phenolic compounds;; physico-chemical characteristics; productivity.

1.1 INTRODUÇÃO

A viticultura brasileira tem como característica marcante a diversidade de cultivares e de técnicas de produção devido à extensão territorial do país que proporciona condições climáticas distintas entre as regiões de cultivo. A viticultura possui grande importância social e econômica para o cenário nacional (BOTELHO *et al.*, 2018).

A uva se destaca como uma das principais frutas produzidas no Brasil (IBGE, 2019). Do total de 1,6 milhão de toneladas de uva produzida no Brasil, em 2018, aproximadamente 856 mil toneladas foram uvas para mesa e 744 mil toneladas foram uvas destinadas para elaboração de vinhos e sucos. A produção brasileira de uva para mesa se manteve estável nos últimos anos, variando apenas 0,1% de 2014 para 2018 (OIV, 2019). Os estados do Rio Grande do Sul, Pernambuco e São Paulo são considerados os principais produtores de uva do Brasil (IBGE, 2018).

Enquanto a produção de uva no estado do Rio Grande do Sul é voltada majoritariamente para a elaboração de vinhos e sucos (IBRAVIN, 2018), os estados de Pernambuco e São Paulo destacam-se na produção de uva para mesa. De acordo com dados do Instituto de Economia Agrícola (2019), 73,11% da produção total de uva no estado de São Paulo em 2018 foram uvas comuns para mesa.

A principal uva comum para mesa cultivada no estado de São Paulo é a 'Niagara Rosada' (TECCHIO *et al.*, 2018). A cultivar Niagara Rosada, 75% de *Vitis labrusca* e 25% de *Vitis vinifera* (SOUSA, 1959), apresenta grande aceitação no mercado consumidor devido ao sabor foxado, ao alto teor de açúcares totais (MAIA, 2012) e ao aspecto atraente das bagas (SOUSA; MARTINS, 2002).

Com relação aos aspectos agrônômicos, a ‘Niagara Rosada’ destaca-se como uma cultivar bastante produtiva, adaptada à climas tropicais e subtropicais e com baixo custo de produção (PROTAS, 2003; CAPPELLO, 2014). No entanto, a produtividade e a qualidade da uva são influenciadas por diversos fatores que devem ser levados em consideração e incorporados ao sistema de produção, dentre eles, o uso de porta-enxertos e a nutrição mineral de plantas.

A utilização de porta-enxerto é essencial na viticultura pois evita danos causados pela *Phylloxera* e possibilita o cultivo mesmo em condições inadequadas de solo, como na presença de outras pragas (GRANETT *et al.*, 2001) e em solos com elevada salinidade (WALKER *et al.*, 2014). Além do mais, o porta-enxerto na cultura da videira interfere diretamente no crescimento vegetativo, na estrutura da copa, no desempenho produtivo, na duração do ciclo fenológico, na qualidade da uva e no conteúdo de compostos fenólicos (MOTA *et al.*, 2009; TECCHIO *et al.*, 2013; BARCIA *et al.*, 2014; BASCUNÁN-GODOY *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2017; VIANA *et al.*, 2018).

É importante realçar que a relação entre a cultivar copa e o porta-enxerto é profundamente específica e depende diretamente da afinidade e compatibilidade entre a combinação e da adaptação ao solo e clima (VRSIC *et al.*, 2015). Atualmente, alguns porta-enxertos são bem adaptados às regiões tropicais e subtropicais, com destaque para o IAC 766 ‘Campinas’, IAC 572 ‘Jales’ e IAC 313 ‘Tropical’ (CAMARGO *et al.*, 2011). A eficácia na absorção dos nutrientes por parte dos porta-enxertos também é um fator que deve ser levado em consideração pois afeta intrinsecamente o estado nutricional das plantas (DALBÓ; BASSO, 2011; VIANA *et al.*, 2018).

Com relação à nutrição mineral das videiras, o potássio (K) é o elemento mais utilizado (TECCHIO *et al.*, 2012) e mais exportado pela cultura (TERRA 2003; ALBUQUERQUE *et al.*, 2005). O nutriente influencia diretamente diversos processos fisiológicos das plantas (HAWKESFORD *et al.*, 2012), interferindo assim, na qualidade das bagas (TECCHIO *et al.*, 2012).

A cultura da videira é altamente sensível ao desequilíbrio nutricional entre K, Ca e Mg (DALBÓ *et al.*, 2015). Sabe-se que a disponibilidade de K é influenciada por alguns fatores como o tipo e textura do solo, pela capacidade de troca catiônica, pelo regime hídrico da dose e pela solubilidade do fertilizante (ROSOLEM *et al.*, 2006; NEVES *et al.*, 2009). Atualmente, encontram-se vários fertilizantes contendo compostos potássicos, como cloreto, nitrato e sulfato de potássio (BORGES; SILVA, 2011).

Devido ao baixo custo do produto e ao alto teor de K_2O presente na sua composição (60 a 62%), o KCl é o fertilizante mais utilizado na agricultura (THOMPSON, 2008). Contudo, por tratar-se de um sal altamente solúvel em água, pode ocorrer maiores perdas por lixiviação, principalmente em solos arenosos, bem drenados e com baixa CTC (RAIJ, 2011). Além do mais, devido à alta concentração de cloro presente em sua composição (45 a 48%), pode causar efeito salino às plantas (MEURER, 2006).

Em contrapartida, o sulfato de potássio (K_2SO_4) apresenta baixo índice salino e possui em sua composição cerca de 17 a 18% de enxofre (S) (MALAVOLTA *et al.*, 2002), elemento importante, constituinte de alguns aminoácidos essenciais, como a metionina, cistina e cisteína, de algumas vitaminas e da coenzima A, sendo também um ativador de enzimas (SILVA, 2018). Contudo, o K_2SO_4 apresenta menor de concentração de K_2O (50 a 52 %) em relação ao KCl (MALAVOLTA *et al.*, 2002).

Com relação às doses recomendadas, em uvas comuns para mesa, quando espera-se produtividade entre 13 a 22 t ha⁻¹, em solos que apresentem nível “médio” de K^+ trocável (1,6 a 3,0 mmol_c/dm³), é indicado a adubação mineral com a dosagem de 150 kg ha⁻¹ de K_2O (TERRA *et al.*, 1997).

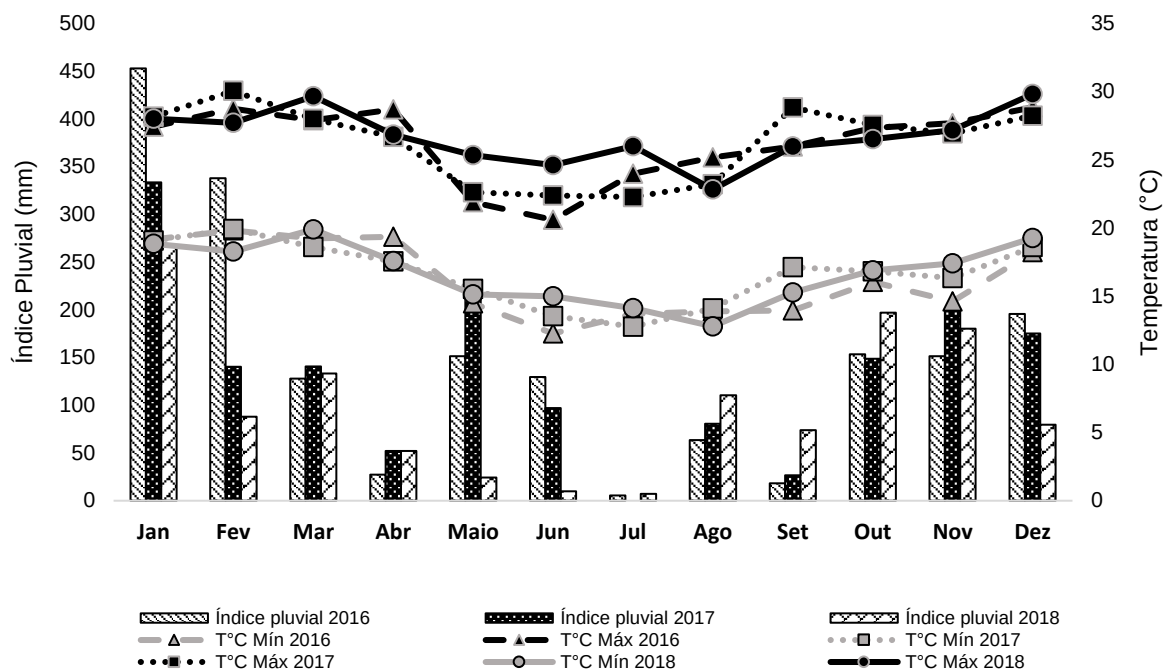
Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes concentrações de K_2O e das fontes potássicas KCl e K_2SO_4 na produtividade e qualidade da uva ‘Niagara Rosada’ cultivada sobre diferentes porta-enxertos.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi realizado durante três ciclos produtivos, 2016, 2017 e 2018, em vinhedo da Fazenda Experimental Lageado da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA-UNESP), localizada no município de Botucatu, SP, situada a 22° 51’ 55” S e 48° 27’ 22” O e a 810 m de altitude.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima local é classificado como mesotérmico úmido (Cfa), com precipitação pluvial de 1.433 mm, temperatura média anual de 19,3° C e umidade relativa de 71% (CUNHA; MARTINS, 2009). O solo da área é classificado como Nitossolo Vermelho (EMBRAPA, 1999).

Figura 1 - Dados climáticos dos anos 2016, 2017 e 2018 no município de Botucatu/SP.

1.2.2 Condições de cultivo das videiras, podas de produção e manejos culturais

O vinhedo foi implantado em setembro de 2013, com o plantio de mudas enxertadas de videira, provenientes de enxertia de mesa, adquirida do viveiro Vitacea do Brasil, localizado em Caldas, Minas Gerais. O espaçamento utilizado foi de 2,0 x 0,80 m, entre linhas e plantas, respectivamente. As videiras foram conduzidas em sistema de espaldeira com três fios de arame, localizados a 1,0, 1,3 e 1,6 m acima do nível do solo. O vinhedo foi coberto com tela de polietileno com 18% de sombreamento, para proteção contra o ataque de pássaros. Para irrigação, foi empregado microaspersores invertidos alocados a cada 2,5 metros e à 50 cm de altura do solo. A irrigação foi utilizada conforme necessidade das plantas mediante a ausência de precipitação pluviométrica.

Foram avaliados três ciclos produtivos com as podas de produção realizadas em 15 de agosto de 2016, 15 de julho de 2017 e 19 de julho de 2018 para o primeiro (I), segundo (II) e terceiro ciclo (III), respectivamente. Em todas as podas mantiveram-se de uma a duas gemas por esporão, e após a poda, foi aplicado Dormex® (cianamida hidrogenada) a 5% para induzir e uniformizar a brotação das gemas.

No início da brotação, manteve-se um ramo produtivo por gema e foram realizados todos os tratos culturais necessários, como a desbrota, o amarrão dos ramos, o desnetamento (eliminação de ramos axilares) e a desfolha. Fez-se o

desponte da extremidade dos ramos em crescimento, deixando três folhas acima do último fio de arame. O manejo fitossanitário para controle de fungos, pragas e plantas daninhas, foram realizados quando necessários. Não foram realizadas adubações complementares para os macronutrientes N e P e para micronutrientes. A calagem foi realizada antes da implantação do vinhedo experimental para correção da acidez.

1.2.3 Tratamentos e delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 2 x 2, totalizando 16 tratamentos, correspondendo a quatro doses de K₂O (0, 75, 150 e 300 kg ha⁻¹ de K₂O), duas fontes (K₂SO₄ e KCl) e dois porta-enxertos (IAC 572 'Jales' e IAC 766 'Campinas'), com 2 blocos e 5 plantas por parcela, sendo a área útil de cada parcela as três plantas centrais. A cultivar copa avaliada foi a Niagara Rosada.

Para a aplicação dos adubos, realizou-se a pesagem proporcional à área das parcelas (8 m² por parcela), os quais foram aplicados em cobertura, numa faixa de 40 cm ao lado das videiras. Em cada ciclo de produção, realizou-se o parcelamento da adubação em duas partes, sendo metade da dose aplicada uma semana após a poda e o restante no início da maturação dos cachos.

Tabela 1 - Cronograma das principais atividades realizadas durante os ciclos produtivos 2016, 2017 e 2018 da uva 'Niagara Rosada' cultivada sobre diferentes porta-enxerto e submetidas à adubação potássica. Botucatu/SP.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2016							AI	P – K1	F1		K2	C
2017						AS1	P	K3	F2		K4	C
2018						AS2	P – K5		F3		K6	C – AS3
2019												

AI: amostragem inicial do solo; **P:** poda de produção; **K1:** 1º aplicação de K; **K2:** 2º aplicação de K; **K3:** 3º aplicação de K; **K4:** 4º aplicação de K; **K5:** 5º aplicação de K; **K6:** 6º aplicação de K; **F1:** 1º coleta de folhas; **F2:** 2º coleta de folhas; **F3:** 3º coleta de folhas; **AS1:** 1º amostragem do solo; **AS2:** 2º amostragem do solo; **AS3:** 3º amostragem do solo; **C:** Colheita

1.2.4 Colheita e características avaliadas

As colheitas dos ciclos 2016, 2017 e 2018 foram realizadas em 28 de dezembro, 5 de dezembro e 13 de dezembro, respectivamente. Como regra de decisão para iniciar a colheita, foi levado em consideração a estabilização entre duas amostragens nas variáveis teor de sólidos solúveis e acidez titulável durante acompanhamento da curva de maturação das bagas, bem como quando as bagas

apresentaram o teor de sólidos solúveis superior à 14 °Brix e coloração rosada intensa e uniforme.

1.2.4.1 Características produtivas

No momento da colheita foi determinado o número de cachos por planta, e, mediante a massa obteve-se a produção (kg/planta). A produtividade ($t\ ha^{-1}$) foi estimada em função da produção por planta e do espaçamento entre elas ($2 \times 0,80\ m$), considerando uma densidade de plantio de $6.250\ plantas\ ha^{-1}$.

1.2.4.2 Características físicas dos cachos, engaos e bagas

As características físicas dos cachos, engaos e bagas foram avaliadas pela determinação de sua massa (g), em balança analítica de precisão; comprimento (cm) e largura (cm), com auxílio de régua graduada em cm. Foi avaliado ainda o número de bagas por cacho e a relação massa de engaço/massa de cacho (%). Para essas avaliações 10 cachos representativos por parcela experimental foram selecionados e de cada cacho foram coletadas 10 bagas.

1.2.4.3 Composição química do mosto

As características químicas das uvas foram avaliadas pela determinação do teor de sólidos solúveis (SS, expresso em °Brix), acidez titulável (AT, expressa em porcentagem de ácido tartárico), pH, índice de maturação (SS/AT).

O teor de sólidos solúveis foi determinado por refratometria direta do mosto da uva em refratômetro digital com compensação de temperatura automática e expresso em °Brix. A acidez titulável foi determinada por volumetria potenciométrica e expressa em gramas de ácido tartárico por 100 g de mosto; o potencial hidrogeniônico (pH), utilizando pHmetro (BRASIL, 2005). O índice de maturação (ratio) foi estimado calculando-se a razão entre teor de sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT).

1.2.4.4 Teores de compostos bioativos e atividade antioxidante

Para as análises bioquímicas, uma amostra composta por 200 bagas foi aleatoriamente coletada de diferentes partes dos cachos (basal, mediana e apical),

separadas e imediatamente congeladas em nitrogênio líquido e armazenadas a -20 °C até o momento das extrações. Para a determinação dos compostos fenólicos e atividade antioxidante, as amostras foram extraídas com metanol 80% acidificados com HCl a 0,1% em uma proporção amostra/solvente de 1:2 (m/v). Os extratos foram incubados por 1 h em agitadora refrigerada a 20 °C (Tecnal®, Piracicaba, SP, Brasil). Após serem centrifugados (504 RCF, 7 min), uma porção de 1,5 mL do sobrenadante foi coletada e o metanol residual foi evaporado por um concentrador centrífugo a vácuo (miVac DUO concentrator, Genevac®, Reino Unido). Então, o extrato foi redissolvido (volume final de 1,5 mL) em solução de água acidificada (ácido fosfórico 1%, v/v), filtrado através de uma membrana de 0,45 µm (Allcrom®, Brasil) e mantido a -20 °C até o momento das análises.

O teor de compostos fenólicos totais dos extratos foi determinado pelo método espectrofotométrico de Folin Ciocalteu (SINGLETON; ROSSI, 1965). Os resultados foram expressos em mg de equivalente de ácido gálico por 100 g⁻¹. O conteúdo de flavonoides totais foi analisado de acordo com o método de Popova et al. (2004), analisado em espectrofotômetro e expressos em mg equivalente de quercetina por 100 g⁻¹. O conteúdo de antocianinas monoméricas totais foi determinado de acordo com o método espectrofotométrico (GIUSTI; WROLSTAD, 2001) - pH diferencial. Após definido o fator de diluição, os extratos foram lidos em (520 nm e 700 nm) e os resultados expressos em mg malvidina-3-glicosídeo 100 g⁻¹.

A atividade oxidante foi determinada pelo método de captura de radicais livres DPPH e pelo método FRAP (Ferric Reducing Ability of Plasma). A metodologia para análise da atividade oxidante pelo método DPPH foi de acordo com Brand-Williams; et al. (1995) em espectrofotômetro (517 nm). O decaimento da absorbância das amostras (Af) correlacionado ao decaimento da absorbância do controle (A0) resulta na porcentagem de sequestro de radicais livres (% SRL). A determinação da atividade antioxidante pela redução do Fe foi determinada de acordo com Benzie e Strain (1996), sendo a leitura da absorbância dos extratos realizada com espectrofotômetro UV-vis (593 - 595 nm).

1.2.4.5 Diagnose foliar

As amostragens foliares foram realizadas em 30 de setembro de 2016 (I), 6 de setembro de 2017 (II) e 16 de setembro de 2018 (III).

As coletas do material vegetal para a diagnose foliar foram realizadas durante o pleno florescimento das videiras, sendo coletada a primeira folha recém madura do ápice para a base, que coincide com a oposta ao primeiro cacho. Foram coletadas 10 folhas por parcela experimental. Após as coletas, as folhas foram lavadas com água corrente, água destilada contendo detergente neutro e depois em água deionizada e acondicionadas em sacos de papel, e secas em estufa de circulação forçada de ar a 65° C por 72 horas.

As amostras secas foram encaminhadas para o Instituto Agrônomo (IAC) onde determinaram-se os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn e B quantificado de acordo com a metodologia descrita por Malavolta *et al.* (1997). Foram discutidos no presente trabalho o comportamento em função das análises foliares dos nutrientes potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e fósforo (P).

1.2.4.6 Análise química do solo

Para caracterização inicial do solo na área experimental, em 11 de julho de 2016, foi realizada a primeira coleta de solo. Foram retiradas 2 amostras compostas na área experimental, sendo uma por bloco, sendo cada amostra composta por 16 subamostras retiradas a 30 cm da linha do plantio. A amostragem foi realizada em duas profundidades, a 0-20 cm e 20-40 cm (Tabela 2).

As amostragens do solo em todas as parcelas experimentais foram realizadas em 14 de junho de 2017 (I) (início do segundo ciclo produtivo), 02 de junho de 2018 (II) (início do terceiro ciclo produtivo) e 18 de dezembro de 2018 (III) (após a colheita do terceiro ciclo produtivo). A amostragem foi realizada a 30 cm da linha de plantio em duas profundidades, a 0-20 cm e 20-40 cm.

Tabela 2 - Caracterização inicial do solo em agosto de 2016. Botucatu/SP.

Bloco	Prof ⁽¹⁾	MO ⁽²⁾	pH	P ⁽³⁾	K ⁽³⁾	Ca ⁽³⁾	Mg ⁽³⁾	H+Al	V ⁽⁴⁾
	--- cm ---	---g kg ⁻¹ ---		mg dm ⁻³	----- mmol _c dm ⁻³ -----				--- % ---
1	0 - 20	20 (2,9)	5,6 (0,1)	59 (13,3)	4,7 (0,4)	40 (2,5)	16 (0,1)	21 (2,6)	74 (2,6)
1	20 - 40	13 (1,5)	5,6 (0,1)	22 (7,7)	2,6 (0,3)	31 (3,0)	15 (0,1)	22 (3,4)	70 (4,4)
2	0 - 20	20 (1,7)	5,5 (0,1)	77 (14,2)	3,6 (0,5)	36 (3,5)	11 (0,1)	22 (3,3)	69 (5,2)
2	20 - 40	11 (1,0)	5,6 (0,1)	29 (18,1)	2,5 (0,4)	32 (1,3)	13 (0,6)	19 (2,1)	71 (2,4)

(1) profundidade; (2) matéria orgânica; (3) extraída com resina de troca iônica; (4) saturação por bases. Valores entre parênteses: Desvio padrão (n=4)

Para amostragem, utilizou-se um trado do tipo sonda. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e enviadas ao Laboratório de Fertilidade do Solo do Instituto Agrônomo (IAC). As amostras foram submetidas à análise química de pH em CaCl_2 , matéria orgânica, P, K, Ca, Mg, H+Al, SB, CTC, V%, B, Cu, Fe, Mn e Zn (RAIJ *et al.*, 2001). Os nutrientes e índices discutidos no presente trabalho foram K, Ca, Mg, S.B., CTC e V%.

1.2.4.7 Variação de potássio (ΔK) no solo

Para verificar a disponibilidade de potássio foi calculada a variação de potássio (ΔK) no solo nas camadas de 0 - 20 e 20 - 40 cm (ΔK = valor da amostra final - valor da amostra inicial)

1.2.5 Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas com as médias dos três ciclos produtivos. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para determinar o efeito das fontes potássicas, dos porta-enxertos, das doses de K_2O , e suas interações. A comparação das médias de ambos os fatores foi realizada utilizando teste de Tukey, a 5% de probabilidade e para avaliar os efeitos das doses de potássio e suas interações, realizou-se análise de regressão, utilizando-se o programa estatístico SISVAR versão 5.4 (Lavras, MG, Brasil).

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa ($p > 0,05$) entre porta-enxertos, fontes e doses de potássio para todos os componentes avaliados (Tabelas 3, 4, 5 e 6). Sendo assim, os fatores foram analisados separadamente.

1.3.1 Características produtivas

Houve diferença significativa entre os porta-enxertos em relação ao desempenho produtivo das videiras. As videiras cultivadas sobre o porta-enxerto IAC 766 'Campinas' produziram 3,19 kg/planta, sendo a produtividade média anual das três safras de 19,93 t ha⁻¹. Já as videiras cultivadas sobre o porta-enxerto IAC 572

‘Jales’, produziram 2,83 kg/planta e produtividade de 17,68 t ha⁻¹. Com relação ao número de cachos por planta, não houve efeito significativo dos porta-enxertos, sendo o valor médio de 14,84 cachos por planta (Tabela 3).

Esses resultados também podem ser explicados pelos diferentes níveis de vigor conferidos pelos porta-enxertos às cultivares copa, pois de acordo com Maia e Camargo (2012), o porta-enxerto IAC 572 ‘Jales’ é mais vigoroso que o IAC 766 ‘Campinas’. Porta-enxertos vigorosos podem transmitir excesso de vigor vegetativo à copa, refletindo de forma negativa no desempenho produtivo (ALVARENGA *et al.*, 2002; PAULETTO *et al.*, 2001).

Os resultados observados corroboram com os apresentados por Terra *et al.* (2003), no qual relataram maior produção das videiras ‘Niagara Rosada’ enxertadas sobre o IAC 766 ‘Campinas’ em relação às enxertadas sobre o porta-enxerto IAC 572 ‘Jales’ (3,19 e 2,81 kg/planta, respectivamente).

No entanto, outros estudos apontam que a relação entre os porta-enxertos IAC 572 ‘Jales’ e IAC 766 ‘Campinas’ não apresentam efeitos significativos no desempenho produtivo das videiras (ALVARENGA *et al.*, 2002; MOTA *et al.*, 2009; BRUNA; BACK, 2015; MENDONÇA, 2015; VEDOATO, 2016).

Deve-se observar que a relação entre o cultivar copa e o porta-enxerto é extremamente específica e depende de fatores como a afinidade e compatibilidade da combinação e, também, a adaptação ao solo e clima (VRSIC *et al.*, 2015).

Tabela 3 - Efeito de porta-enxertos, fontes e doses de potássio na produção (kg/planta), produtividade (ton/ha) e no número de cachos por planta da videira ‘Niagara Rosada’. Botucatu/SP, 2016 a 2018.

Variáveis avaliadas	Tratamentos								CV (%)
	Porta-enxertos		Fontes		Doses (kg K ₂ O ha ⁻¹)				
	IAC 572	IAC 766	KCl	K ₂ SO ₄	0	75	150	300	
Produção	2,83 b	3,19 a	3,01	3,00 ns	2,75	3,39	2,92	2,98 ns	12,64
Produtividade	17,68 b	19,93 a	18,81	18,75 ns	17,18	21,18	18,25	18,62 ns	12,68
Nº cachos/planta	14,49	15,19 ns	14,84	14,85 ns	13,47	16,49	14,16	15,24 ns	11,58

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade ($p > 0,05$). ns= não significativo

Com relação às fontes potássicas, não houve diferença significativa entre os fertilizantes KCl e K₂SO₄ para os componentes de produção avaliados. Em média, as plantas submetidas à adubação com os fertilizantes potássicos apresentaram produção, produtividade e número de cachos de 3,00 kg/planta, 18,78 t ha⁻¹ e 14,84 cachos por planta, respectivamente.

Não houve efeito das doses de K_2O no desempenho produtivo das videiras. De acordo com a classificação proposta por Raji *et al.* (2001), teores de K trocável no solo entre 3,1 a 6,0 mmol_c/dm³ são considerados “altos”. Sendo assim, as doses de potássio adicionadas por meio dos fertilizantes estudados não proporcionaram incrementos significativos à produção devido, principalmente, ao alto teor de K trocável já disponível no solo, como mostra a análise realizada previamente à instalação do experimento (Tabela 1).

O mesmo foi observado por Teixeira *et al.* (2011) em experimento com adubação nas doses 0, 45, 90 e 135 kg ha⁻¹ de K_2O em videiras ‘Niagara Rosada’ cultivadas em Argissolo Vermelho Amarelo, com teor de K trocável no solo de 3,4 mmol_c/dm³ e por Dalbó *et al.* (2015), em estudo realizado com adubação nas doses 0; 60; 120 e 180 kg K_2O ha⁻¹ em videiras ‘Isabel’ cultivadas em Nitossolo Vermelho. Outros estudos também não observaram aumento produtivo das videiras conforme incremento das doses de K_2O devido à alta fertilidade do solo (BOONTERM *et al.*, 2013; CIOTTA *et al.*, 2016; PONI *et al.*, 2003).

Em contrapartida, outros estudos apontam que a adubação potássica influencia diretamente o desempenho produtivo de videiras (ALBUQUERQUE *et al.*, 2014; AMIRI; FALLAHI, 2007; EL-NASHARTY *et al.*, 2016).

O efeito da adubação potássica no desempenho produtivo das videiras está ligado ao teor de K⁺ trocável presente no solo. Nesse contexto, as recomendações de adubações devem ser mediante às análises de solo. No entanto, de acordo com Tecchio *et al.* (2011) e Dalbó (2015), a adubação é frequentemente realizada de maneira empírica, não sendo levado em consideração as necessidades das plantas e os teores de nutrientes no solo.

Deve-se realçar que outros fatores podem influenciar o teor de K trocável no solo e a produtividade das videiras, como o tipo de solo, as condições pluviométricas, o manejo de irrigação, a época e forma de aplicação dos fertilizantes e a capacidade dos porta-enxertos na absorção de nutrientes.

1.3.2 Características físicas de cachos, engaos e bagas

Não houve interação significativa na maioria das variáveis avaliadas referentes às características físicas de cachos, engaos e bagas. Sendo assim, os fatores foram avaliados isoladamente. (Tabela 4).

Os cachos apresentaram, em média, 232,21 g de massa fresca, 12,69 de comprimento, 7,21 cm de largura e 53 bagas por cachos. Com relação aos engaos, mediram, em média, 9,67 cm de comprimento e 5,33 cm de largura e apresentaram massa fresca de 5,73 g. O comprimento médio das bagas foi 2,05 cm, com largura de 1,87 cm e massa fresca (MFB) em torno de 4,29 g.

Com relação aos porta-enxertos, houve efeito significativo somente na relação MFC/MFE. O maior valor observado pelos tratamentos com o porta-enxerto IAC 766 'Campinas' na relação MFC/MFE está relacionado com a maior produtividade obtida pelas videiras enxertadas com o IAC 766 'Campinas' em relação ao IAC 572 'Jales'.

Tabela 4 - Efeito de porta-enxertos fontes e doses de potássio na massa fresca de cachos (g), comprimento e largura de cachos (cm), número de bagas/cacho, massa fresca de bagas (g), comprimento e largura de bagas (cm), massa fresca de engão (g), comprimento e largura de engão (cm) e MFC/MFE da videira 'Niagara Rosada'. Botucatu/SP, 2016 a 2018.

Variáveis avaliadas	Tratamentos								CV (%)
	Porta-enxertos		Fontes		Doses (kg K ₂ O ha ⁻¹)				
	IAC 572	IAC 766	KCl	K ₂ SO ₄	0	75	150	300	
Massa fresca de cachos	230,3	234,3 ns	234,7	229,8 ns	238,9	241,4	227,9	220 ns	10,2
Comprimento de cachos	12,7	12,6 ns	12,7	12,6 ns	12,6	13,1	12,5	12,4 ns	4,27
Largura de cachos	7,2	7,2 ns	7,2	7,21 ns	7,2	7,3	7,1	7,0 ns	3,68
Nº de bagas/cacho	53,4	52,7 ns	53,7	52,3 ns	54,6	54,5	51,9	51,1 ns	10,3
Massa fresca de bagas	4,2	4,3 ns	4,2	4,2 ns	4,3	4,3	4,2	4,2 ns	3,55
Comprimento de bagas	2,0	2,0 ns	2,0	2,0 ns	2,0	2,0	2,0	2,0 ns	1,39
Largura de baga	1,8	1,8 ns	1,8	1,8 ns	1,8	1,8	1,8	1,8 ns	3,27
Massa fresca de engão	5,5	5,8 ns	5,7	5,7 ns	5,7	6,0	5,7	5,3 ns	11,1
Comprimento de engão	9,7	9,5 ns	9,6	9,7 ns	9,8	10,1	9,5	9,1 ns	6,49
Largura de engão	5,4	5,2 ns	5,3	5,3 ns	5,5	5,5	5,2	5,0 ns	6,57
MFC/MFE	34,8 b	41,3 a	40,7 a	35,4 b	37,0	37,9	37,8	39,5 ns	7,8

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade ($p > 0,05$). ns= não significativo.

Bruna e Back (2015) e Pimentel Júnior (2017), em trabalho realizado com a cv. 'Niagara Rosada' em combinação com os porta-enxertos IAC 766 'Campinas' e IAC 572 'Jales' também não observaram efeitos significativos dos porta-enxertos nas características físicas de cachos, engaos e bagas. Tecchio *et al.* (2007), comparando efeito dos porta-enxertos IAC 766 'Campinas' e 'Ripária do Traviú', também não observaram efeitos significativos na qualidade dos cachos da videira 'Niagara Rosada'.

Já outros estudos relatam diferenças significativas entre porta-enxertos em relação às características físicas de cachos de videiras (MOTA et al., 2009; PAULETTO, et al., 2001). Assim como Alvarenga et al. (2002), que observaram que os cachos da uva 'Niagara Rosada' foram mais pesados quando enxertados com IAC 572 'Jales' quando comparado o porta-enxertos IAC 766 'Campinas' (193 e 143 g, respectivamente).

Já em experimento realizado em Taubaté/SP com a videira 'Niagara Rosada' cultivada sobre diferentes porta-enxertos, Pauletto et al. (2001) constatou que a videira 'Niagara Rosada' enxertadas com os porta-enxertos IAC 313 'Tropical', IAC 766 'Campinas' e o 106-8 Mgt 'Ripária do Traviú' proporcionaram cachos com maior tamanho e massa em relação aos porta-enxertos 'Kober 5BB' e 'Schwarzmann'. Em experimento realizado com a cv. Niagara Rosada em combinação com 9 diferentes porta-enxertos, Mota et al. (2009), observaram diferença significativa no peso das bagas em relação aos porta-enxertos IAC 766 'Campinas' e IAC 572 'Jales' (4,19 e 4,55 g, respectivamente).

Portanto, o efeito dos porta-enxertos nas características físicas dos cachos está ligado à compatibilidade e a capacidade do porta-enxerto em transmitir suas características para a cultivar copa; à capacidade de absorção de nutrientes dos porta-enxertos; e a adaptação às condições edafoclimáticas do local.

Nesse contexto, os porta-enxertos IAC 766 'Campinas' e IAC 572 'Jales' apresentam características similares em relação a adaptação às condições climáticas tropicais e subtropicais, ao vigor e à compatibilidade com a cv. Niagara Rosada (CAMARGO et al., 2011; BRUNA; BACK, 2015; PIMENTEL JÚNIOR, 2017; VIANA, et al., 2018; TECCHIO et al., 2018).

Com relação aos efeitos das doses de K_2O nas características físicas de cachos, engãos e bagas, nenhum efeito significativo foi observado. Assim como relatado por Teixeira et al. (2011), Poni et al. (2003) e por El-Razek et al. (2011), no qual não houve efeito significativo da adubação potássica em videiras.

No entanto, outros trabalhos relatam a influência da adubação potássica nas características físicas de cachos e bagas de videiras. Albuquerque et al. (2014), em trabalho realizado com a cv. Ribier, foi observado que a dose de 184 kg ha^{-1} de K_2O via fertirrigação foi que proporcionou maior massa e largura de cachos. Ciotto et al. (2016) e Amiri e Fallahi (2007) também verificaram efeitos significativos da adubação potássica na qualidade de cachos de videiras.

Sendo assim, sabe-se que a adubação potássica pode influenciar nas características físicas das uvas, no entanto, o seu efeito está ligado diretamente ao teor de potássio disponível no solo e as necessidades nutricionais de cada cultivar.

1.3.3 Composição química do mosto

Não houve efeito significativo dos fatores para as variáveis químicas avaliadas. Na média, os valores de pH, SS, AT e SS/AT foram 3,49; 16,05 °Brix; 0,82% e 20,07, respectivamente (Tabela 5).

De acordo com Maia e Camargo (2012), a cv. Niagara Rosada apresenta entre 16 °Brix a 19 °Brix. Soares e Leão (2009) recomendam, de acordo com as normas internacionais de comercialização, teores de sólidos solúveis totais de no mínimo 15 °Brix. Segundo a legislação brasileira, a relação SS/AT deve ficar entre 14 e 45,5 (BRASIL, 2004). Portanto, os valores observados na composição química das uvas analisadas neste estudo estão de acordo com o padrão exigido para comercialização da uva 'Niagara Rosada'.

Os resultados do presente estudo corroboram com os observados por Mendonça (2015) e Vedoato (2016), no qual também não foram observados efeitos significativos dos porta-enxertos IAC 766 'Campinas' e IAC 572 'Jales' na composição química do mosto da uva 'Niagara Rosada'.

No entanto, contradizendo os resultados observados no presente estudo, Viana *et al.* (2018) afirmam que os porta-enxertos podem influenciar as características químicas do mosto da uva. Nesse contexto, alguns estudos relatam efeitos significativos dos porta-enxertos nas características químicas do mosto da uva 'Niagara Rosada' (MOTA *et al.*, 2009; ALVARENGA *et al.*; 2002; PIMENTEL JÚNIOR, 2017).

Tabela 5. Efeito de porta-enxertos, fontes e doses de potássio no pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (%) e SS/AT, do mosto da videira 'Niagara Rosada'. Botucatu/SP, 2016 a 2018.

Variáveis avaliadas	Tratamentos								CV (%)
	Porta-enxertos		Fontes		Doses (kg K ₂ O ha ⁻¹)				
	IAC 572	IAC 766	KCl	K ₂ SO ₄	0	75	150	300	
pH	3,50	3,48 ns	3,48	3,50 ns	3,49	3,49	3,51	3,48 ns	1,32
SS (°Brix)	16,01	16,08 ns	16,01	16,09 ns	16,23	16,10	15,99	15,88 ns	2,58
AT (%)	0,82	0,82 ns	0,82	0,82 ns	0,82	0,81	0,82	0,84 ns	8,24
SS/AT	19,93	20,21 ns	20,08	20,07 ns	20,13	20,56	20,21	19,38 ns	8,23

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade (p>0,05). ns= não significativo.

De acordo com Koundouras *et al.* (2008), o porta-enxerto pode influenciar as taxas fotossintéticas das copas o que está diretamente relacionado aos metabólicos primários e secundários das plantas e conseqüentemente, a qualidade química das uvas (DIAS *et al.*, 2012; LEE; STEENWERTH, 2013). Outro fator em relação aos porta-enxertos que pode influenciar a qualidade da uva, principalmente no pH é capacidade de extração de potássio do solo, isto é, quanto maior a afinidade do porta-enxerto por esse nutriente, maior o pH da uva (KODUR *et al.*, 2013).

No entanto, não houve efeitos significativos das fontes e doses de K_2O na composição química das bagas (Tabela 5), assim como observados por Poni *et al.* (2003) e Ciotta (2014).

Em contrapartida, Boonterm *et al.* (2013), Delgado *et al.* (2004), Dalbó *et al.* (2015) e Ciotta *et al.* (2016) observaram efeitos significativos das doses de potássio na composição química do mosto das uvas.

O efeito, ou não, adubação potássica na composição química do mosto da uva, assim como para o desempenho produtivo e características físicas, são influenciados pelos teores de K trocável no solo e o comportamento do potássio no solo varia de acordo com as condições edafoclimáticas e de cultivo.

Sendo assim, a adubação potássica é essencial, principalmente, quando cultivadas em solos com teores muito baixo, baixo ou médio (0 a $3,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) de K trocável.

Geralmente, baixos níveis de K trocável no solo são encontrados em solos arenosos e com baixa CTC, principalmente quando adubados com o fertilizante KCl, devido à maior ocorrência de lixiviação do nutriente (RAIJ, 2011). Nesse contexto, as recomendações de adubação devem ser mediante às análises de solos e condições de cultivo das videiras.

1.3.4 Teor de compostos bioativos e atividade antioxidante

Houve diferença significativa entre os porta-enxertos somente em relação ao teor de flavonoides totais e de antocianinas monoméricas. Já as fontes potássicas apresentaram diferenças significativas apenas no conteúdo de antocianinas (Tabela 6).

Tabela 6 - Efeito de porta-enxertos, fontes e doses de potássio na concentração de fenóis (mg 100 g⁻¹), flavonoides (mg 100 g⁻¹), antocianina (mg 100 g⁻¹) e na atividade antioxidante pelo método DPPH mM kg⁻¹ e FRAP (mg 100 g⁻¹) da videira 'Niagara Rosada'. Botucatu/SP, 2016 a 2018.

Variáveis	Tratamentos								CV (%)
	Porta-enxertos		Fontes		Doses (kg K ₂ O ha ⁻¹)				
	IAC 572	IAC 766	KCl	K ₂ SO ₄	0	75	150	300	
Fenóis	162,79	179,0 ns	180,5	161,30 ns	202,06	141,25	149,0	191,3 ns	51,21
Flavonoides	13,48 b	15,25 a	15,03	13,70 ns	14,68	14,40	14,00	14,38 ns	13,74
Antocianinas	4,62 b	6,34 a	6,16 a	4,80 b	4,76	6,03	5,55	5,58 ns	3,80
DPPH	25,67	22,31 ns	22,96	25,02 ns	30,63	20,28	21,39	23,67 ns	57,31
FRAP	37,67	35,29 ns	37,31	35,65 ns	47,26	34,03	34,05	30,57 ns	40,74

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade (p>0,05). ns= não significativo.

Com relação ao conteúdo de fenóis totais das bagas, não foi observado efeito significativo dos porta-enxertos. Abe *et al.* (2007), observaram valor maior (208 mg 100 g⁻¹) na concentração de fenóis nas bagas da uva 'Niagara Rosada' enxertada sobre o porta-enxerto IAC 766 'Campinas'.

Os resultados observados no presente estudo contradizem aos relatados por Pozzan *et al.* (2012), no qual em trabalho realizado com a cv. Bordô, relataram diferença significativa entre os porta-enxertos IAC 766 'Campinas', 'Ripária do Traviú' e '420A' no conteúdo de fenóis totais.

Sabe-se que a quantidade e a composição fenólica na uva e a atividade antioxidante dependem da variedade, das condições climáticas, do solo, do estágio de maturação da uva, das práticas de cultivo e das etapas e condições de processamento (DELOIRE *et al.*, 1998; ROMERO-CASCALES *et al.*, 2012; SOUSA *et al.*, 2017).

Os flavonóides totais (flavonóis, flavanóis e as antocianinas) fazem parte dos compostos fenólicos totais da uva (CABRITA *et al.*, 2003) e possuem grande importância nutricional, devido, principalmente, às propriedades antioxidantes (WANG *et al.*, 1997).

Neste estudo, as bagas das videiras enxertadas sobre o porta-enxerto IAC 766 'Campinas' apresentaram maior concentração desse composto quando comparadas às enxertadas sobre o IAC 572 'Jales' (15,25 e 13,48 mg 100 g⁻¹, respectivamente). A biossíntese de flavonóis está sob controle genético, mas a expressão dos genes envolvidos é influenciada por fatores agrônômicos e climáticos, como a exposição dos cachos à luz solar (BARCIA *et al.*, 2014; CORSO *et al.*, 2016). Nesse contexto, o vigor dos porta-enxertos e, conseqüentemente, o vigor das copas pode estar diretamente ligado ao conteúdo de compostos bioativos das bagas.

As antocianinas são flavonóides encontrados amplamente distribuídos na natureza e são responsáveis, principalmente, pela pigmentação das bagas (ABE *et al.*, 2007). No presente estudo, a concentração de antocianinas foi maior nas bagas das videiras sobre o tratamento IAC 766 'Campinas' em relação ao IAC 572 'Jales' (6,34 e 4,62 mg 100 g⁻¹, respectivamente).

Assim como no presente estudo, Mota *et al.* (2009), também verificaram maior concentração de antocianinas na casca das bagas das videiras 'Niagara Rosada' e 'Folha de Figo' quando enxertadas sobre o porta-enxerto IAC 766 'Campinas' em relação às enxertadas sobre o porta-enxerto IAC 572 'Jales'. Outros estudos também apontam diferenças significativas entre diferentes porta-enxertos na concentração de antocianinas de uvas (ABE *et al.*, 2007; POZZAN *et al.*; 2012);

A diferença na concentração de antocianinas entre os porta-enxertos, deve-se, provavelmente, ao vigor excessivo das plantas, pois o sombreamento das bagas pode influenciar nas concentrações de compostos (BARCIA *et al.*, 2014). A alta incidência de luz ultravioleta sobre os frutos possibilita maior acúmulo destes metabólitos, devido à ativação de genes responsáveis pela sua rota de síntese no metabolismo secundário (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

De acordo com Beer *et al.* (2002), para a escolha dos porta-enxertos devem ser considerados a adaptabilidade às condições edafoclimáticas e a influência no vigor da planta, pois fatores estes que podem influenciar no conteúdo de compostos fenólicos totais.

Com relação às fontes potássicas, as bagas das plantas submetidas à adubação com o fertilizante KCl apresentaram maior concentração de antocianinas em relação ao K₂SO₄ (6,16 e 4,80 mg 100 g⁻¹, respectivamente).

O estresse abiótico pode influenciar no teor de compostos fenólicos das bagas (POZZAN *et al.*, 2012). Neste caso, a alta salinidade do KCl pode ter gerado um estresse e assim, proporcionado maior acúmulo de antocianinas. Contudo, altas doses do fertilizante KCl podem causar danos negativos para as plantas devido ao efeito salino nas raízes (BORGES; SILVA, 2011).

As doses de K₂O não apresentaram efeito significativo em relação ao conteúdo de fenóis totais, de flavonóides totais e antocianinas e também não apresentaram efeito significativo em relação à atividade antioxidante pelos métodos DPPH e FRAP, corroborando com os resultados observados por Boonterm *et al.* (2013) e Poni *et al.* (2003) e contradizendo aos resultados relatados por Delgado *et al.* (2004).

Sabe-se que a uva é uma das maiores fontes de compostos fenólicos quando comparadas a outras frutas e vegetais (MAXCHEIX *et al.*, 1990) e devido às suas propriedades nutricionais, é desejável altas concentrações de compostos fenólicos. Diversos estudos mostram que vários fatores interferem na composição fenólica das bagas.

Neste contexto, o estresse salino, causado pela adição de fertilizantes com alta concentração de cloro e o uso de porta-enxerto sem vigor excessivo, bem adaptado às condições climáticas e com boa capacidade de absorção de nutrientes podem maximizar a concentração desses compostos nas bagas.

Com relação à atividade antioxidante (AOX), não houve efeito significativo dos fatores na AOX em ambos os métodos. A AOX nas bagas variou de 20,28 a 30,63 mM kg⁻¹ no método DPPH e de 30,57 a 47,23 mg.g⁻¹ no método FRAP. Valores semelhantes foram observados por Soares *et al.* (2008), no qual verificaram que a AOX de cascas das uvas 'Niagara Rosada', pelo método DPPH, foi de 27,93 mols 100 g⁻¹ (peso fresco)

Atualmente, existem diversos métodos químicos que são empregados na determinação da atividade antioxidante *in vitro* de compostos, extratos e alimentos (TOALDO, 2016). Entretanto, muitos estudos têm relatado dificuldades em obter dados similares na AOX de uvas, dificultando a comparação entre os resultados obtidos devido às diferenças nos métodos analíticos (DPPH, ABTS, FRAP, ORAC), às unidades de medidas e à variação do material utilizado para análise (polpa, casca e semente). Abe *et al.* (2007), verificaram que a atividade oxidante na cv. Niagara Rosada, foi de 7,6 µmol equivalente de Trolox.g⁻¹.

Em suma, deve-se realçar que os compostos fenólicos são responsáveis pela elevada atividade antioxidante. Sendo assim, a atividade antioxidante é influenciada, por diversos fatores como a cultivar, clima, níveis de estresses abióticos, estágio de maturação da uva e características dos porta-enxertos.

1.3.5 Diagnose foliar

Não houve interação significativa entre os fatores em relação aos nutrientes presentes nas folhas. Sendo assim, os fatores foram analisados separadamente (Tabela 7).

De acordo com critério proposto por Terra (2003), os teores de K, Ca e Mg nas folhas observados no presente estudo são considerados “ótimos” e os nutrientes N, P e S, são considerados com “rápida carência” desses elementos nas folhas.

De acordo com limites mínimos e máximos de nutrientes nas folhas da cv. Niagara Rosada proposto por Tecchio *et al.* (2011), os nutrientes K, Ca, Mg e S apresentaram-se dentro desses limites. No entanto, os elementos N e P apresentaram valores inferiores. Os resultados observados no presente estudo são similares aos relatados por Pessanha *et al.* (2010), em relação aos teores de N, P, K e Mg nas folhas da cv. Niagara Rosada.

Dalbó *et al.* (2015), comparando videiras enxertadas e pé franco, apontam que os porta-enxertos influenciam nas concentrações de nutrientes nas folhas. No presente estudo, os porta-enxertos apresentaram comportamentos distintos conforme os nutrientes. Os teores de N e Mg foram significativamente maiores nas folhas das videiras enxertadas sobre o porta-enxerto IAC 766 ‘Campinas’. Em contrapartida, os teores de P, K e Ca foram maiores nas folhas da videira ‘Niagara Rosada’ em combinação com o porta-enxerto IAC 572 ‘Jales’.

Tabela 7 - Efeito de porta-enxertos, fontes e doses de potássio no teor de nutrientes nas folhas da videira ‘Niagara Rosada’. Botucatu/SP, 2016 a 2018.

Nutrientes g.kg ⁻¹	Tratamentos								CV (%)
	Porta-enxertos		Fontes		Doses (kg K ₂ O ha ⁻¹)				
	IAC 572	IAC 766	KCl	K ₂ SO ₄	0	75	150	300	
N	25,54 b	27,58 a	26,85	26,28 ns	27,00	26,83	26,57	25,85 ns	8,25
P	2,03 a	1,91 b	1,96	1,98 ns	1,99	2,00	2,00	1,99 ns	11,5
K	15,07 a	14,17 b	14,17 b	15,08 a	13,28	15,13	14,88	15,20 *	13,27
Ca	19,44 a	17,70 b	18,40	18,74 ns	18,69	18,36	18,87	18,37 ns	12,75
Mg	3,50 b	3,86 a	3,67	3,69 ns	3,67	3,72	3,71	3,61 ns	13,46
S	2,45	2,37 ns	2,41	2,40 ns	2,42	2,47	2,37	2,33 ns	10,08

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade (p>0,05). ns= não significativo.

Albuquerque e Dechen (2000), afirmam que o porta-enxerto IAC 572 ‘Jales’ tem maior capacidade de acúmulo de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) em relação aos demais porta-enxertos avaliados, inclusive o IAC 766 ‘Campinas’. Outros estudos também apontam comportamentos diferentes dos teores de nutrientes nas folhas de videiras em função dos porta-enxertos (GALLO; RIBAS, 1962; GALLO; RIBAS, 1970; DELAS; POUGET, 1979; CSIKÁSZKRIZSICS; DIÓFÁSI, 2008; MIELE *et al.*, 2009; TECCHIO *et al.* 2007; TECCHIO *et al.*, 2011; DALBO *et al.*, 2015)

Nesse sentido, de acordo com Gallo (1960), a variação nutricional nas folhas depende intrinsecamente da capacidade dos porta-enxertos em absorver nutrientes do

solo. Além da capacidade de absorção em função do material genético do porta-enxerto utilizado, outro aspecto relacionado com o acúmulo de nutrientes nas folhas é o vigor dos porta-enxertos (VERCESI, 1987).

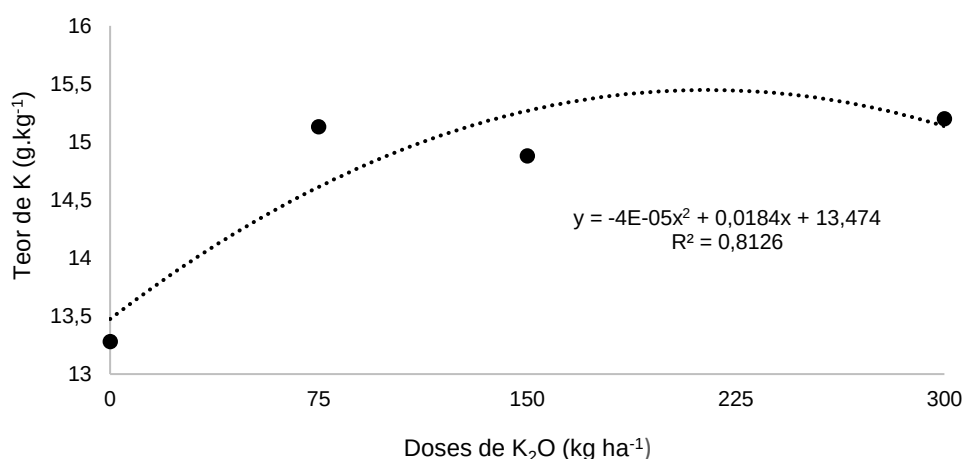
Os porta-enxertos apresentam grande variação de vigor e, conseqüentemente, possuem diferentes exigências nutricionais e capacidade de absorção de água e nutrientes, por apresentarem seletividade distinta na absorção de íons da solução do solo (IANNINI, 1984).

Sendo assim, maiores cuidados devem ser levados em consideração para a recomendação de calagem e adubação potássica devido a maior exigência de potássio pelos porta-enxertos mais vigorosos. Outro aspecto que também deve ser considerado é a relação $(Ca+Mg) / K$ no solo, para que não ocorra desequilíbrio na absorção destes nutrientes (TECCHIO *et al.*, 2007).

Com relação às fontes potássicas, houve influência significativa dos fertilizantes apenas em relação ao teor do nutriente K nas folhas. Neste caso, as plantas submetidas à adubação com K_2SO_4 apresentaram maior teor de K nas folhas em relação ao KCl (15,08 e 14,17 g.kg⁻¹, respectivamente).

O comportamento do potássio nas folhas em função das doses de K_2O foi ajustado à um modelo polinomial quadrático. Os teores de K variaram de 13,28 g.kg⁻¹ (testemunha) a 15,20 g.kg⁻¹ (300 kg ha⁻¹ de K_2O) (aumento de 14,5 %) (Figura 2).

Figura 2 - Efeito das doses de potássio no teor de K das folhas da 'Niágara rosada' enxertadas sobre diferentes porta-enxertos, na média dos ciclos produtivos 2016, 2017 e 2018. Botucatu/SP.



Diversos estudos também apresentaram resultados semelhantes em relação ao comportamento do potássio nos tecidos foliares em função de adubações

potássicas (TURNER; BARKU; 1983; DHILLON *et al.*, 1999; PONI *et al.*, 2003; CIOTTA, 2014; DELGADO *et al.*, 2004; KHALIFEZADEH KOUREH *et al.*, 2018).

Contudo, deve-se realçar que os teores de nutrientes nas folhas estão muito relacionados com a condição ambiental, com o porta-enxerto e cultivar copa e o modelo tecnológico para o desenvolvimento dos vinhedos (DELAS; POUGET, 1979; GALLO; RIBAS 1962). Em suma, a avaliação nutricional das folhas das videiras é muito importante, pois serve como ferramenta para as recomendações de calagem e adubações (TECCHIO *et al.*, 2006).

1.3.6 Análise química do solo

Não houve interação significativa entre os fatores em relação aos nutrientes presentes no solo nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm. Sendo assim, os efeitos dos fatores porta-enxertos, fontes de doses de potássio foram analisados separadamente em cada profundidade (Tabela 8, Figuras 3 e 4).

No geral, de acordo com limites propostos por Raij *et al.* (2001), o teor de K trocável do solo, na média das análises de solo durante três ciclos produtivos, foi classificado como “alto”. Já os teores de P, Ca e Mg presentes no solo foram considerados “muito alto”.

Com relação às fontes potássicas, houve diferença significativa entre os fertilizantes apenas em relação ao teor de Ca no solo na camada de 20 a 40 cm. Para os demais nutrientes, não houve efeito significativo das fontes potássicas.

Havia a possibilidade que o teor de K trocável do solo, principalmente na profundidade de 20 a 40 cm, fosse menor nos tratamentos com o fertilizante KCl devido à maior possibilidade de lixiviação dos nutrientes. Por tratar-se de um sal com alta solubilidade em água e com alto teor de potássio, as perdas por lixiviação ficam mais propensas quando utilizado o fertilizante KCl (RESENDE *et al.*, 2006), principalmente em solos arenosos e com baixa CTC (RAIJ, 2011).

Vale realçar que os solos mais encontrados no estado de São Paulo possuem essas características. Os Argissolos e Latossolos (OLIVEIRA *et al.*, 1999), solos mais encontrados no estado de São Paulo, geralmente, apresentam baixa fertilidade, acidez elevada e baixa atividade CTC (SANTOS *et al.*, 2019), evidenciando assim, a importância da adubação potássica em vinhedos paulistas.

Tabela 8 - Efeitos de porta-enxertos, fontes e doses de K₂O nos teores de P (mg dm⁻³), K (mmol_cdm⁻³), Ca (mmol_cdm⁻³) e Mg (mmol_cdm⁻³) nas camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm do solo, na média de três análises de solos (2016, 2017 e 2018). Botucatu/SP.

Nutrientes	Tratamentos								CV (%)
	Porta-enxertos		Fontes		Doses (kg K ₂ O ha ⁻¹)				
	IAC 572	IAC 766	KCl	K ₂ SO ₄	0	75	150	300	
----- 0 a 20 cm -----									
P	74,08	86,97 ns	75,97	85,08 ns	79,54	81,95	82,70	77,91 ns	44,94
K	4,11	4,11 ns	4,09	4,14 ns	2,34	3,63	4,48	6,00 *	30,90
Ca	40,56	43,50 ns	41,58	42,47 ns	41,91	42,45	42,62	41,12 ns	16,72
Mg	10,45	11,50 ns	11,27	11,18 ns	11,50	11,58	11,37	10,45 *	13,42
----- 20 a 40 cm -----									
P	31,37	30,14 ns	24,22	37,29 ns	35,95	29,83	24,62	32,62 ns	112,95
K	2,56	2,47 ns	2,42	2,61 ns	1,72	2,38	2,43	3,53 *	31,86
Ca	30,91	32,06 ns	29,70 b	33,27 a	30,45	32,16	28,66	34,66 ns	24,34
Mg	9,66	9,95 ns	9,41	10,20 ns	9,75	9,95	9,33	10,20 ns	19,94

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade (p>0,05). ns= não significativo.

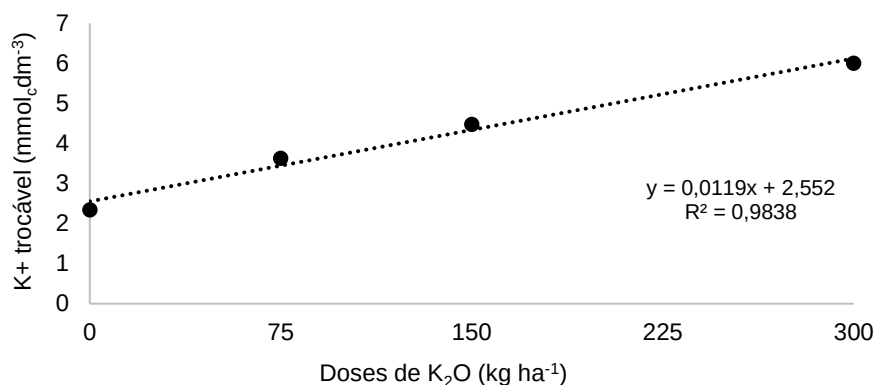
Contudo, isso não foi observado no presente estudo, devido às características do Nitossolo Vermelho (classe de solo do local de estudo). O Nitossolo Vermelho, em geral, apresenta moderada à elevada fertilidade e boa capacidade de drenagem da água, além de possuírem boas respostas à aplicação de corretivos e fertilizantes (SANTOS *et al.*, 2019).

Com relação ao efeito das doses de K₂O na variação dos nutrientes no solo, como era esperado, houve aumento linear no teor de K trocável do solo conforme incremento das doses nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm (Figuras 3 e 4).

Na camada de 0 a 20 cm, os valores de K trocável do solo variaram 2,34 (sem aplicação de K₂O) a 6,00 mmol_cdm⁻³ (dose de 300 kg ha⁻¹ de K₂O). O teor de K trocável do solo no tratamento sem aplicação de K₂O, de acordo com limites propostos Raij *et al.* (2001) é considerado “médio”. Os teores de potássio nos solos submetidos às adubações com as dosagens 75, 150 e 300 kg ha⁻¹ de K₂O são classificados com “alto”, de acordo com os mesmos limites.

No presente estudo, a dose de 300 kg ha⁻¹ de K₂O apresentou valores próximos às condições de excesso de potássio (6,00 mmol_cdm⁻³). O excesso de potássio no solo pode causar problemas na absorção de cálcio e magnésio em videiras (TAGLIAVANI *et al.*, 1996).

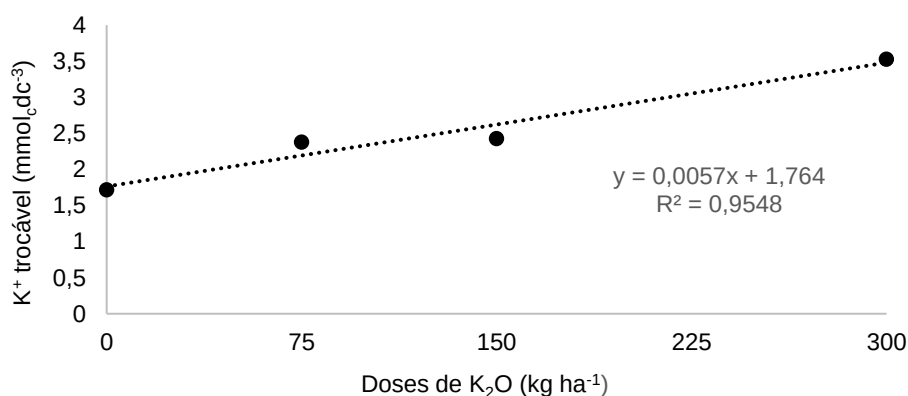
Figura 3 - Efeito das doses de K_2O no teor de K^+ no solo, na camada de 0 a 20 cm, na média dos ciclos 2016, 2017 e 2018. Botucatu/SP.



Na camada de 20 a 40 cm do solo, o teor de K trocável do solo, segundo Raij et al. (2001), foi classificado como “médio” nas doses 0, 75 e 150 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O (1,6 a 3,1 $mmol_c\ dm^{-3}$) e “alto” na dosagem de 300 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O (3,1 a 6,0 $mmol_c\ dm^{-3}$) (Figura 4).

Observou-se, também, menor concentração de K trocável no solo em relação à profundidade de 0 a 20 cm. A movimentação do potássio no perfil do solo depende, principalmente, do tipo de solo, textura capacidade de troca catiônica (CTC), regime hídrico da dose e solubilidade do fertilizante (ROSOLEM et al. 2006; NEVES et al. 2009).

Figura 4 - Efeito das doses de K_2O no teor de K trocável do solo, na camada de 20 a 40 cm, na média dos ciclos 2016, 2017 e 2018. Botucatu/SP.



Assim como verificado no presente estudo, Teixeira et al. (2011), em trabalho com adubação NPK em videiras ‘Niagara Rosada’ cultivadas em solo Argissolos Vermelho Amarelo, também observaram aumento linear na concentração de potássio no solo conforme incremento das doses de K_2O . No entanto, em ambos os estudos,

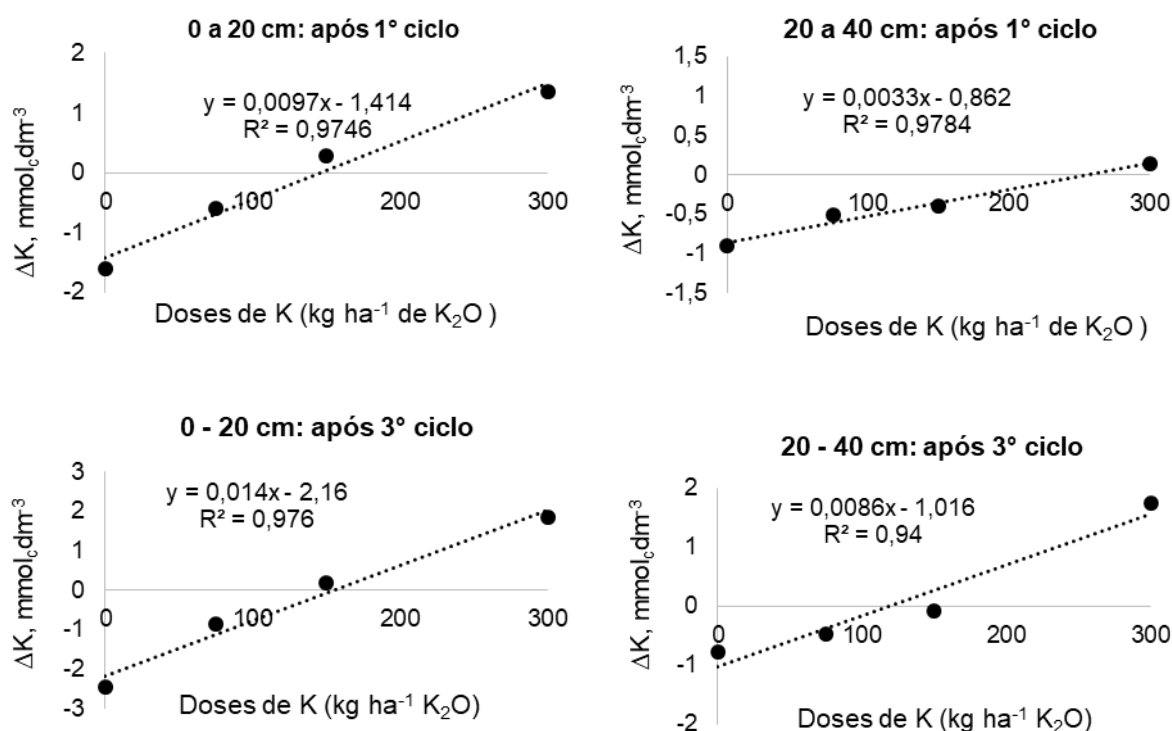
as doses de potássio não proporcionaram incremento na produção das videiras. O aumento nos níveis de K trocável do solo em função de diferentes dosagens de K_2O também foram observados por Poni *et al.* (2003), Ernani *et al.* (2007), Ciotta (2014) e Mendonça *et al.* (2017).

1.3.7 Variação do potássio (ΔK) no solo

Não houve interação significativa entre os fatores porta-enxertos, fontes e doses de K_2O para a variação de potássio no solo. Com relação às doses de K_2O , houve aumento linear na disponibilidade de K trocável nas camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm solo, conforme incremento das doses de K_2O , após o primeiro ciclo produtivo e após o terceiro ciclo produtivo (Figura 5).

As variações negativas observadas na Figura 5 indicam redução na concentração de K trocável do solo ao longo do tempo. Essas reduções ocorreram devido ao processo de lixiviação ou pela absorção dos nutrientes pelas plantas.

Figura 5 - Disponibilidade de K trocável nas camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm do solo após o primeiro ciclo produtivo (2016) e após o terceiro ciclo (2018) em função das doses de K_2O . Botucatu/SP.



Na camada de 0 a 20 cm, nos solos em que não houve aplicação de K_2O (testemunha), foi constatado redução de $0,8 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ no teor de K trocável quando comparados o primeiro ciclo e o terceiro ciclo produtivo. Já na camada de 20 a 40 cm, a diminuição do nível de K trocável do solo sem a aplicação de potássio foi menos expressiva que na camada mais superficial.

Na dosagem de 75 kg ha^{-1} de K_2O , foi observado que, para ambos os ciclos e profundidades, houve variação negativa no teor de K trocável do solo. Teixeira *et al.* (2011), observaram variações positivas no teor de K trocável a partir da 45 kg ha^{-1} de K_2O em experimento com adubação NPK em Argissolos Vermelho Amarelo.

A partir da dose de 150 kg ha^{-1} de K_2O , na profundidade de 0 a 20 cm, as variações de K trocável passaram a ser positivas, indicando assim, que a reposição de potássio foi maior que as perdas por lixiviação ou pela absorção de nutrientes pelas plantas.

Na camada de 20 a 40 cm, após o primeiro ciclo produtivo, somente os solos adubados com a dose de 300 kg ha^{-1} de K_2O não apresentaram variações negativas. Já após o terceiro ciclo produtivo, a reposição e a perda de potássio nos solos foram neutras quando adubados com a dose de 150 kg ha^{-1} de K_2O , evidenciando assim, a eficácia da adubação nessa dosagem ao longo do tempo.

Em suma, para recomendações de adubação diversos fatores devem-se considerar teores de nutrientes no solo, as características do solo, as condições climáticas do local, as necessidades nutricionais das cultivares, a capacidade de absorção de nutrientes dos porta-enxertos e sua afinidade com a cultivar copa e o modo e a época de aplicação dos fertilizantes potássicos.

1.4 CONCLUSÕES

O porta-enxerto IAC 766 'Campinas' proporcionou maior produção e produtividade à videira 'Niagara Rosada' e também, maior concentração de flavonóides e de antocianinas às bagas em relação ao porta-enxerto IAC 572 'Jales'.

Os fertilizantes potássicos KCl e K_2SO_4 tiveram comportamento similar em todas os componentes avaliados.

Houve um incremento no teor de K trocável do solo conforme aumento das doses de potássio. No entanto, não houve efeito das doses de potássio na produção e qualidade da uva. Para evitar a diminuição da disponibilidade de potássio no solo,

nas profundidades de 0 - 20 e 20 - 40 cm, são estimadas a aplicações anuais de 150 kg ha⁻¹ de K₂O.

REFERÊNCIAS

ABE, L. T. *et al.* Compostos fenólico e capacidade antioxidante de uvas *Vitis labrusca* e *Vitis vinifera* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.2, p.394-400, 2007.

ALBUQUERQUE, J. A. *et al.* Avaliação de sistemas de preparo e calagem em um Latossolo Bruno aluminoso. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.29, p.963-975, 2005.

ALBUQUERQUE, A. H. P. *et al.* Adubação potássica via água de irrigação na cultura da videira no semiárido cearense. **Irriga**, Botucatu, v. 19, n.3, p. 527-536, 2014.

ALBUQUERQUE, T.C.S.; DECHEN, A.R. Absorção de macronutrientes por porta-enxertos e cultivares de videira em hidroponia. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.1, p. 135-139, 2000.

ALVARENGA, A. A. *et al.* Influência do porta-enxerto sobre o crescimento e produção da cultivar de videira Niágara Rosada (*Vitis labrusca* L. x *Vitis vinifera* L.), em condições de solo ácido. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, p.1459-1464, 2002.

AMIRI, M. E.; FALLAHI, E. Influence of mineral nutrients on growth, yield, berry quality, and petiole mineral nutrient concentrations of table grape. **Journal of plant nutrition**, v. 30, n. 3, p. 463-470, 2007.

BARCIA, M. T. *et al.* Phenolic composition of grape and winemaking by-products of Brazilian hybrid cultivars BRS Violeta and BRS Lorena. **Food Chemistry**, v. 159, p. 95–105, 2014.

BASCUNÁN-GODOY, L. *et al.* Rootstock effect on irrigated grapevine yield under arid climate conditions are explained by changes in traits related to light absorption of the scion. **Scientia Horticulturae**, v. 218, p. 284–292, 2017.

BEER, D. *et al.* Phenolic compounds: a review of their possible role as in vivo antioxidants of wine. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v.23, p.48-61, 2002.

BENZIE, I.F.F.; STRAIN, J.J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the frap assay. **Analytical Biochemistry**, v.239, p.70-76, 1996.

BOONTERM, V.; SILAPAPUN, A. BOONKERD, N. Effects of nitrogen potassium fertilizers and clusters per vine on yield and anthocyanin content in 'Cabernet Sauvignon' grape. **Acta Horticulturae**, Chanthaburi, v.984, p.435-442, 2013.

BOTELHO, R. V *et al.* Propagação. *In*: MOTOIKE, S.; BORÉM, A. (Ed.). **Uva: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2018. cap. 5, p. 61-83.

BORGES, A. L.; SILVA, D. J. Fertilizantes para fertirrigação. *In*: SOUSA, V. F. de; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Ed.). (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação, 2011. cap. 7, p. 253-264.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology* v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Complementação de padrões de identidade e qualidade do vinho e dos derivados da uva e do vinho**. Brasília, 2004. 21 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos/ Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. p. 1018.

BRUNA, E. D.; BACK, A. J. Comportamento da cultivar Niágara Rosada enxertada sobre diferentes porta-enxertos no sul de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 5, p. 924-933, 2015.

CABRITA, M. J.; RICARDO-DA-SILVA, J.; LAUREANO, O. Os compostos polifenólicos das uvas e dos vinhos. *In*: I SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE VITIVINICULTURA. **Anais...**Ensenada, México, 2003.

CAMARGO, U. A.; TONIETTO, J.; HOFFMANN, A. Progressos na viticultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. especial, p. 144-149, 2011.

CAPELLO, F. P. **Análise comparativa do custo de produção e rentabilidade da uva 'Niágara Rosada' cultivada em diferentes regiões do Estado de São Paulo**. 2014. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

CIOTTA, M. N. **Adubação potássica em videiras jovens e em produção no sul do Brasil**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Santa Maria Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, RS, 2014.

CIOTTA, M. N. *et al.* Grape yield, and must compounds of "Cabernet Sauvignon" grapevine in sandy with potassium contents increasing. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 8, p. 1376-1383, 2016.

CSIKÁSZ-KRIZSICS, A.; DIÓFÁSI, L. Effects of rootstock-scion combinations on macrolelements availability of the vines. **Journal Central European Agricultures**, Plovdiv, v. 9, n. 3, p. 495-504, 2008.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009. Disponível em: <<http://200.145.140.50/ojs1/viewarticle.php?id=396&layout=abstract>>. Acesso em: 21 jul. 2019.

DALBÓ, M. A. S. E.; BASSO, C. Influence of rootstock on nutrient content in grape petioles. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 3, n. 3, p. 941-947, 2011.

DALBÓ, M. A. *et al.* Produtividade e qualidade de uvas da cv. Isabel (*Vitis labrusca* L.) submetidas à adubação potássica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 3, p. 789-796, 2015.

DELAS, J.; POUGET, R. Influence du greffage sur la nutrition minerale de la vigne. Consequences sur la fertilization. **Connaissance de la Vigne et du Vin**, v. 13, n. 4, p. 241-261, 1979.

DELGADO, R. *et al.* Changes in the phenolic composition of grape berries during ripening in relation to vineyard nitrogen and potassium fertilization rates. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Chichester, v. 84, n. 7, p. 623-630, 2004.

DELOIRE, A. *et al.* Les mécanismes de défense de la vigne. Des utilisations possibles pour lutter contre les pathogènes. **Phytoma**, v. 510, p. 46-51, 1998.

DHILLON, W. S.; BINDRA, A. S.; BRAR, B. S. Response of grapes to potassium fertilization in relation to fruit yield, quality and petiole nutrient status. **Journal of the Indian Society of Soil Science**, v. 47, n. 1, p. 89-94, 1999.

EL-NASHARTY, A. B. *et al.* F. Potassium-Magnesium petiole contents in relation to grapevine yield and its quality. **International Journal of Pharm tech Research**, v. 9, n. 12, p. 397-404, 2016.

EL-RAZEK, A. E. *et al.* Effect of nitrogen and potassium fertilization on productivity and fruit quality of 'Crimson seedless' grape. **Agriculture and biology journal of North America**, v. 2, n. 2, p. 330-340, 2011.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos-CNPS. **Sistema Brasileiro de Classificação do solo**. Brasília: EMBRAPA-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1999, 42 p.

ERNANI, P.R.; BAYER, C.; ALMEIDA, J. A.; CASSOL, P. C. Mobilidade vertical de cátions influenciada pelo método de aplicação de cloreto de potássio em solos com carga variável. **Revista brasileira de ciências do solo**, v. 31, p. 393-402, 2007.

GALLO, J. R. Variações sazonais na composição mineral de folhas de videira e efeitos do porta-enxerto e da presença de frutos. **Boletim Técnico Instituto Agrônômico, Campinas**, n. 545, 1960.

GALLO, J. R.; RIBAS, W. C. Análise foliar de diferentes combinações enxerto-cavalo para dez variedades de videira. **Bragantia**, Campinas, 21, n. 21, p. 397-410, 1962.

GALLO, J. R.; RIBAS, W. C. Efeitos de dez diferentes cavalos de videira na composição foliar da copa do cultivar Seibel 2. **Bragantia**, Campinas, v. 29, n. 5, 1970.

GIUSTI, M. M.; WROLSTAD, R. E. Anthocyanins. Characterization and Measurement with UV-Visible Spectroscopy. *In*: Wrolstad, R. E. (Ed.). **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**. New York: John Wiley & Sons, 2001. Unit. F1.2.1-13.

GRANETT, J. *et al.* Biology and management of grape Phylloxera. **Annual Review of Entomology**. v. 46, p. 387-412, 2001.

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

HAWKESFORD, M. *et al.* Functions of macronutrients. *In*: MARSCHNER, P. (Ed.). **Mineral nutrition of higher plants**. 3th ed., New York: Elsevier, 2012. p.135-189.

IANNINI, B. Importanza e funzioni del portinnesto nella viticoltura moderna. **Revista di Viticoltura e di Enologia**, Treviso, v. 37, n. 7/8, p. 394-419, 1984.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA)**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/lspa/tabelas> >. Acesso em: 23 set. 2019.

IBRAVIN. Instituto Brasileiro do Vinho. **Qualidade marca a safra de uva 2018 no Rio Grande do Sul**. Bento Gonçalves: IBRAVIN, 2018. Disponível em: < <https://www.ibravin.org.br/Noticia/qualidade-marca-a-safra-de-uva-2018-no-rio-grande-do-sul/367> >. Acesso em: 14 set. 2019.

IEA. Instituto de Economia Agrícola. **Previsões e Estimativas das Safras Agrícolas do Estado de São Paulo, 2º Levantamento, Ano Agrícola 2018/19 e Levantamento Final, Ano Agrícola 2017/18, novembro de 2018**. São Paulo: IEA, 2019. Disponível em: < <http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=14561> >. Acesso em: 09 out. 2019.

JUBILEU, B. S.; SATO, A. J.; ROBERTO, S. R. Caracterização fenológica e produtiva das videiras ‘Cabernet Sauvignon’ e ‘Alicante’ (*Vitis vinifera* L.) produzidas fora de época, no norte do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 451-462, 2010.

KHALIFEZADEH KOUREH, O. K. *et al.* Comparison of yield, fruit quality, antioxidante activity, and some phenolic compounds of White seedless grape obtained from organic, conventional, and integrated fertilization. **International Journal of fruit Science**, 2018.

MAIA, J. D. G. A origem da videira Niagara. *In*: MAIA, J. D. G.; CAMARGO, U.A. (Ed.). **O cultivo da videira Niagara no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. cap. 1, p. 13-22.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2. Ed. Piracicaba, SP: Potafos, 1997. p.319.
MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDI, J. C.; **Adubos e Adubações: Adubos Minerais e orgânicos, interpretação da análise de solo e pratica da adubação**. São Paulo, SP: Nobel, 2002.

MAXCHEIX, J. J.; FLEURIET, A.; BILLOT, J. The main phenolics of fruits. *In*: **Fruit Phenolics**; CRC Press: Boca Raton, FL, 1990; p. 1-98.

MENDONÇA, J. A. **Interferência de diferentes porta-enxertos no desenvolvimento da videira Niagara Rosada**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.

MENDONÇA, L. B. *et al.* Efeito de fontes e doses de fertilizantes potássicos na solubilidade e mobilidade de potássio em condições controladas. *In*: **Seminário PIBIC Embrapa Solos 2016/2017**, Rio de Janeiro, p. 45-49, 2017.

MEURER, E. J. Potássio. *In*: FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa, MG: SBCS, 2006. cap. XI, p. 282-295.

MIELE, A.; RIZZON, L.A.; GIOVANNINI, E. Efeito do porta-enxerto no teor de nutrientes em tecidos da videira 'Cabernet Sauvignon'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1141-1149, 2009.

MOTA, R.V. *et al.* Produtividade e composição físico-química de bagas de cultivares de uva em distintos portaenxertos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 6, p. 576-582, 2009.

NEVES, L. S.; ERNANI, P. R.; SIMONETE, M. A. Mobilidade de potássio em solos decorrente da adição de doses de cloreto de potássio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 25-32, 2009.

OIV - The International Organisation of Vine and Wine. **2019 Statistical Report on World Vitiviniculture**. Disponível em: < <http://www.oiv.int/public/medias/6782/oiv-2019-statistical-report-on-world-vitiviniculture.pdf> >. Acesso em: 07 out. 2019.

OLIVEIRA *et al.* **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo**. Campinas: IAC/Embrapa, 1999.

PAULETTO, D. *et al.* Produção e vigor da videira 'Niágara Rosada' relacionados com o porta-enxerto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.115-121, 2001.

PESSANHA, P. G. O. *et al.* Teores foliares de nutrientes em doze genótipos de videira. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 881-888, 2010.

PIMENTEL JÚNIOR, A. **Comportamento da videira Niagara Rosada em diferentes porta-enxertos e sistemas de condução do cordão principal**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

PONI, S.; QUARTIERI, M.; TAGLIAVINI, M. Potassium nutrition of Cabernet Sauvignon grapevines (*Vitis vinífera* L.) as affected by shoot trimming. **Plant and Soil**, v. 253, p. 341-351, 2003.

POPOVA, M. *et al.* Validated methods for the quantification of biologically active constituents of poplar-type própolis. **Phytochemical Analysis**, v.15, p. 235-340, 2004.

POZZAN, M. S. V. *et al.* Teores de antocianinas, fenóis totais, taninos e ácido ascórbico em uva 'Bordô' sobre diferentes porta-enxertos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 5, p. 701-708, 2012.

PROTAS, J. F. S. **Cultivo da videira Niágara Rosada em regiões Tropicais do Brasil**. Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 2003. Disponível em: < <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvaNiagaraRosada/RegioesTropicais/index.htm> >. Acesso em: 07 out. 2019.

RAIJ, B. V.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação de fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2001, p. 285.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo dos nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011.

RESENDE, A. V. *et.* Suprimento de potássio e pesquisa de uso de rochas "in natura" na agricultura brasileira. **Espaço e Geografia**, Brasília, v. 9, n.1, p. 19-42, 2006.

ROMERO-CASCALES, I. *et al.* The effect of a commercial pectolytic enzyme on grape skin cell wall degradation and colour evolution during the maceration process. **Food Chemistry**, v. 130, p. 626-631, 2012.

ROSOLEM, C. A. *et al.* Potássio no solo em consequência da adubação sobre a palha de milheto e chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 6, 2006.

SANTOS, H. G.; ZARONI, M. J.; ALMEIDA, E. P. C. **Nitossolo Vermelho**. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn362ja102wx5ok0liq1mqelqj5hh.html. Acesso em: 21 nov. 2019.

SILVA, M. J. R. *et al.* Phenolic compounds and antioxidant activity of red and white grapes on different rootstocks. **African Journal of Biotechnology**, v. 16, n. 13, p. 664–671, 2017.

SILVA, D. J. Nutrição Mineral. *In*: MOTOIKE, S.; BORÉM, A. **Uva: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2018. cap. 6, p. 84-103.

SILVA, M. J. R. **Potencial agrônômico e compostos bioativos em uvas e sucos de uva de cultivares *Vitis labrusca* L. e híbridas sobre diferentes porta-enxertos em região tropical do Sudeste brasileiro.** Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2018.

SINGLETON, V. L.; ROSSI JR, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p. 144–158, 1965.

SOARES, M. *et al.* Compostos Fenólicos e atividade antioxidante da casca de uvas Niágara e Isabel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 59-64, 2008.

SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. de S. **A vitivinicultura no Semiárido brasileiro.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. 756p.

SOUSA, J. S. I. Mutações somáticas na videira Niágara. **Bragantia**, Campinas, v. 18, n. 27, p. 387-415, 1959.

SOUSA, J. S. I.; MARTINS, F. P. **Viticultura Brasileira: Principais variedades e suas características.** Piracicaba, SP: FEALQ, 2002. 368 p.

SOUSA, A. V.; VIEIRA, M. R. S.; PUTTI, F. F. Correlações entre compostos fenólicos e atividade antioxidante em casca e polpa de variedades de uva de mesa. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, 2018.

TAGLIAVANI, M.; STEFFENS, D.; PELLICONI, F. La carenza di potassio nei vigneti della Romagna. **Vignevini**, Bologna, v. 23, n. 4, p. 41-46, 1996.

TECCHIO, M. A. *et al.* Correlação entre a produtividade e os resultados de análise foliar e de solo em vinhedos de 'Niágara Rosada'. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.6, p.1056-1064, 2006.

TECCHIO, M. A. *et al.* Produtividade e teores de nutrientes da videira Niagara Rosada em vinhedos nos municípios de Louveira e Jundiá. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n.1, p. 48-58, 2007 (a)

TECCHIO, M. A. *et al.* Características físicas e acúmulo de nutrientes pelos cachos de 'Niagara Rosada' em vinhedos na região de Jundiá. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 621-625, 2007 (b).

TECCHIO, M. A. *et al.* Teores foliares de nutrientes, índice relativo de clorofila e teores de nitrato e de potássio na seiva do pecíolo na videira 'Niagara Rosada'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n.2, p.649-659, 2011.

TECCHIO, M. A.; TERRA, M. M.; MAIA, J. D. G. Nutrição, calagem e adubação da videira Niágara. *In*: MAIA, J. D. G; CAMARGO, U. A (Ed.). **O cultivo da videira Niágara no Brasil.** Brasília, DF: EMBRAPA, 2012. cap. 8, p. 137-171.

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

TECCHIO, M. A. *et al.* Cultivo da videira para mesa, vinho e suco. *In*: PIO, R. **Cultivo de fruteiras de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais**. 2° ed. Revisada e ampliada. Lavras: Editora UFLA, 2018. cap. 14, p. 512-585.

TEIXEIRA, L. A. J. *et al.* Alterações em atributos químicos de um solo submetido à adubação e cultivado com videira Niagara Rosada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.3, p.983-992, 2011

TERRA, M. M. *et al.* Uvas comuns para mesa e vinho. *In*: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Boletim Técnico, 100**. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. p.152-153.

TERRA, M.M. *et al.* Produtividade da cultivar de uva de mesa Niagara Rosada sobre diferentes porta-enxertos em Monte Alegre do Sul-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.3, p. 549-551, 2003.

THOMPSON, B., **Efficient Fertilizer Use Manual Potassium**. International Potash Institute, 2008.

TOALDO, I. M. **Potencial bioativo de sucos de uva *Vitis labrusca* L.: caracterização química e atividade antioxidante, influência de sementes de uva e de pectinases na composição fenólica, e bioatividade do trans-resveratrol em células humanas**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

TURNER, D.W.; BARKUS, B. The uptake and distribution of mineral nutrients in the banana in response to supply of K, Mg and Mn. **Fertilizer Research**, v. 4, p. 89-99, 1983.

VEDOATO, B. T. F. **Produção, qualidade físico-química e atividade antioxidante da uva 'Niágara rosada' em diferentes porta-enxertos**. 2016. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Botucatu, 2016.

VERCESI, A. Gli assorbimenti radicali della vite: meccanismi e fattori influenti. **Vignevini, Rivista italiana di Viticoltura e di Enologia**, Bologna, v. 4, p.47-55, 1987.

VIANA, A. P.; RODRIGUES, D. L.; SANTOS, E. A. Portaenxerto, cultivares de mesa e de vinho. *In*: *In*: MOTOIKE, S.; BORÉM, A. (Ed.). **Uva: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2018. cap. 4, p. 49-60.

VRŠIĆ, S.; PULKO, B.; KOČSIĆ, L. Factors influencing grafting success and compatibility of grape rootstocks. **Scientia Horticulturae**, v. 181, p. 168–173, 2015.

WALKER, R. R. *et al.* Rootstock type determines tolerance of Chardonnay and Shiraz to long-term saline irrigation. **Australian Journal of Grape and Wine Research**. v. 20, p. 496-506, 2014.

WANGH, C. A. O. G.; Prior R. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, p. 304-309, 1997.

CAPÍTULO 2: FENOLOGIA E MATURAÇÃO DA UVA 'NIAGARA ROSADA' CULTIVADAS SOBRE DIFERENTES PORTA-ENXERTOS E ADUBADAS COM KCl E K₂SO₄

Resumo

A viticultura brasileira é marcada pela diversidade de cultivares e de técnicas de produção. No entanto, o desempenho das cultivares de uva dependem intrinsecamente das condições climáticas do local de cultivo e da utilização adequada de técnicas agronômicas, como a utilização de porta-enxertos e a adubação mineral de plantas. A caracterização dos estádios fenológicos e a avaliação da maturação das uvas são importantes ferramentas para a determinar o ponto ideal de colheita e, também, para analisar o comportamento e a adaptação das cultivares na região. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência dos porta-enxertos IAC 766 'Campinas' e IAC 572 'Jales', dos fertilizantes cloreto de potássio (KCl) e sulfato de potássio (K₂SO₄) e das doses 0, 75, 150 e 300 kg ha⁻¹ de K₂O na fenologia e na evolução da maturação da uva 'Niagara Rosada'. Não houve efeito significativo dos fatores em relação à duração do ciclo fenológico. A duração do ciclo produtivo foi de 148 dias. Os porta-enxertos IAC 572 'Jales' e IAC 766 'Campinas', as fontes potássicas KCl e K₂SO₄ e as doses 0, 75, 150 e 300 kg ha⁻¹ de K₂O não influenciaram na duração do ciclo produtivo das videiras. No momento da colheita, aos 148 dias após a poda, as bagas apresentaram 3,5 para pH, 0,82% para acidez titulável, 17,53 °Brix e 22,17 para o índice de maturação. Os porta-enxertos e fontes potássicas não influenciaram nas mudanças químicas durante a maturação das bagas. Já as doses de potássio apresentaram efeito significativo somente para a acidez titulável e índice de maturação. As bagas foram menos ácidas e a relação entre SS/AT foi maior nos tratamentos 150 kg ha⁻¹ de K₂O.

Palavras-chave: Curva de maturação. Fases fenológicas. Mudanças químicas. Uvas para mesa. Adubação potássica. Clima subtropical.

PHENOLOGY AND MATURATION OF 'NIAGARA ROSADA' VINES GROWN ON DIFFERENT ROOTSTOCKS AND FERTILIZED WITH POTASSIUM FERTILIZERS.

Abstract

Brazilian viticulture is marked by the diversity of cultivars and production techniques. However, the performance of grape cultivars depends on the climatic conditions of the place of cultivation and on the appropriate use of agronomic techniques, such as the use of rootstocks and the mineral fertilization of plants. The characterization of the phenological stages and the evaluation of the ripeness of the grapes are important tools to determine the ideal point of harvest and, also, to analyze the behavior and adaptation of cultivars in the region. Thus, the objective of the work was to evaluate the influence of the rootstocks IAC 766 'Campinas' and IAC 572 'Jales', the fertilizers potassium chloride (KCl) and potassium sulfate (K_2SO_4) and doses 0, 75, 150 and 300 kg ha⁻¹ of K₂O in the phenology and evolution of the 'Niagara Rosada' grape maturation. There was no significant effect of the factors in relation to the duration of the phenological cycle. The duration of the production cycle was 148 days. The rootstocks IAC 572 'Jales' and IAC 766 'Campinas', potassium sources KCl and K_2SO_4 and doses 0, 75, 150 and 300 kg ha⁻¹ of K₂O did not influence the duration of the production cycle of the vines. At harvest, at 148 days after pruning, the berries showed 3.5 for pH, 0.82% for titratable acidity, 17.53 ° Brix and 22.17 for the ripeness index. The rootstocks and potassium sources did not influence the chemical changes during the ripening of the berries. Potassium doses, on the other hand, had a significant effect only for the titratable acidity and maturation index. The berries were less acidic and the SS / AT ratio was higher in the 150 kg ha⁻¹ K₂O treatments.

Keywords: Maturation curve. Chemical changes. Table grapes. Potassium fertilization. Subtropical climate.

2.1 INTRODUÇÃO

Situados em regiões com condições climáticas bem distintas, os principais estados produtores de uva do Brasil são Rio Grande do Sul, Pernambuco e São Paulo (IBGE, 2018). Atualmente, o cultivo de uva em diversas condições edafoclimáticas é possível devido ao avanço de técnicas agrônomicas (CAMARGO *et al.*, 2011).

Sabe-se que o desempenho produtivo, a qualidade e a duração do ciclo fenológicos das videiras estão ligados, dentre outros fatores, a adaptação da cultivar copa às condições climáticas. Nesse sentido, a avaliação fenológica possui grande importância, pois a caracterização de cada fase fenológica possibilita avaliar a adaptabilidade e a interação das cultivares com as regiões climáticas de cultivo

(JUBILEU *et al.*, 2010; TECCHIO *et al.*, 2013; BARROS *et al.*, 2015; LOUREIRO *et al.*, 2016). A caracterização fenológica fornece ao viticultor prováveis datas de colheita, indicando o potencial climático das regiões para o cultivo da videira (PEDRO JÚNIOR *et al.*, 1993).

Nas condições climáticas do estado de São Paulo, a uva ‘Niagara Rosada’ possui boa adaptação. Trata-se da cultivar mais produzida no estado (TECCHIO *et al.* 2018). A ‘Niagara Rosada’ é uma cultivar de uva comum para mesa bastante difundida na região Sudeste, bem adaptada ao clima tropical e subtropical e com boa aceitação entre os consumidores, devido ao aspecto atraente e ao sabor e também entre os produtores, pois trata-se de um cultivar rústica e com baixo custo de produção (MAIA; KUHN, 2001; SOUSA; MARTINS, 2002; PROTAS, 2003; MAIA; CAMARGO, 2012; BOTELHO *et al.*, 2018).

Em regiões tropicais, o ciclo fenológico completo da cv. Niagara Rosada é de apenas 105 a 110 dias (MAIA; CAMARGO, 2012). Já na região Sul do Brasil, o ciclo produtivo é de aproximadamente 142 dias (EMBRAPA, 2011). No entanto, a fenologia varia em função das condições climáticas de cada região produtora ou até mesmo em uma mesma região devido às variações estacionais do clima ao longo do ano (SILVA *et al.*, 2008).

Alguns estudos apontam que, além do genótipo da cultivar e sua adaptação às condições climáticas, os porta-enxertos também podem influenciar na duração do ciclo fenológico das videiras (ALVARENGA *et al.*, 2002; ANZANELLO *et al.*, 2008; TECCHIO *et al.*, 2011; BARROS *et al.*, 2015).

No entanto, deve-se avaliar a compatibilidade e interações entre os porta-enxertos e a cultivar copa. A combinação entre porta-enxerto e cultivar copa é avaliada por suas interações e respostas no potencial vegetativo, produtivo e na qualidade dos frutos. (PASTENA, 1981). O comportamento da cultivar copa sobre os diferentes porta-enxertos também pode ser alterado em função das condições ambientais, da resposta da cultivar às mesmas e de sua interação (MOURA *et al.*, 2011).

Além da caracterização dos estádios fenológicos, o acompanhamento da evolução da maturação das uvas também pode auxiliar os produtores para determinar o ponto ideal de colheita (PEDRO JÚNIOR *et al.*, 2014; DOMINGUES NETO *et al.*, 2018). Por tratar-se de uma fruta não climatérica, a colheita da uva deve ser feita quando o fruto apresentar o estágio ideal para o consumo (LIZANA, 1995).

A maturação das uvas deve ser determinada através do teor de sólidos solúveis, acidez e sua relação, associados a outros atributos como aparência, cor, textura e sabor, além da contagem dos dias depois da poda (ARAÚJO *et al.*, 2009). Segundo Conde *et al.* (2007), é durante o amadurecimento da uva que ocorrem os processos de síntese e degradação e/ou translocação de compostos desejáveis nas bagas, como os açúcares, ácidos orgânicos e os compostos fenólicos. Nesse contexto, alguns autores afirmam que os porta-enxertos podem alterar a composição química e fenólica das bagas (ALVARENGA *et al.*, 2002; MOTA *et al.*, 2009; VIANA *et al.*, 2018).

De acordo com Boonterm *et al.* (2013), Delgado *et al.* (2004), Dalbó *et al.* (2015) e Ciotto *et al.* (2016), outro fator que também pode influenciar na composição química das bagas é a adubação potássica. Além dos teores de sólidos solúveis, acidez titulável e pH, o potássio (K), considerado o principal elemento utilizado pela videira, pode influenciar em aspectos como o aroma, o sabor, o teor de açúcares totais e vitaminas C e B1 (TECCHIO *et al.*, 2012). No entanto, o efeito da adubação potássica na duração do ciclo fenológico ainda é desconhecido.

Sendo assim, o objetivo do estudo foi avaliar o efeito de porta-enxertos, fontes potássicas e doses de potássio nas fases do ciclo fenológico e na maturação das bagas da cv. Niagara Rosada.

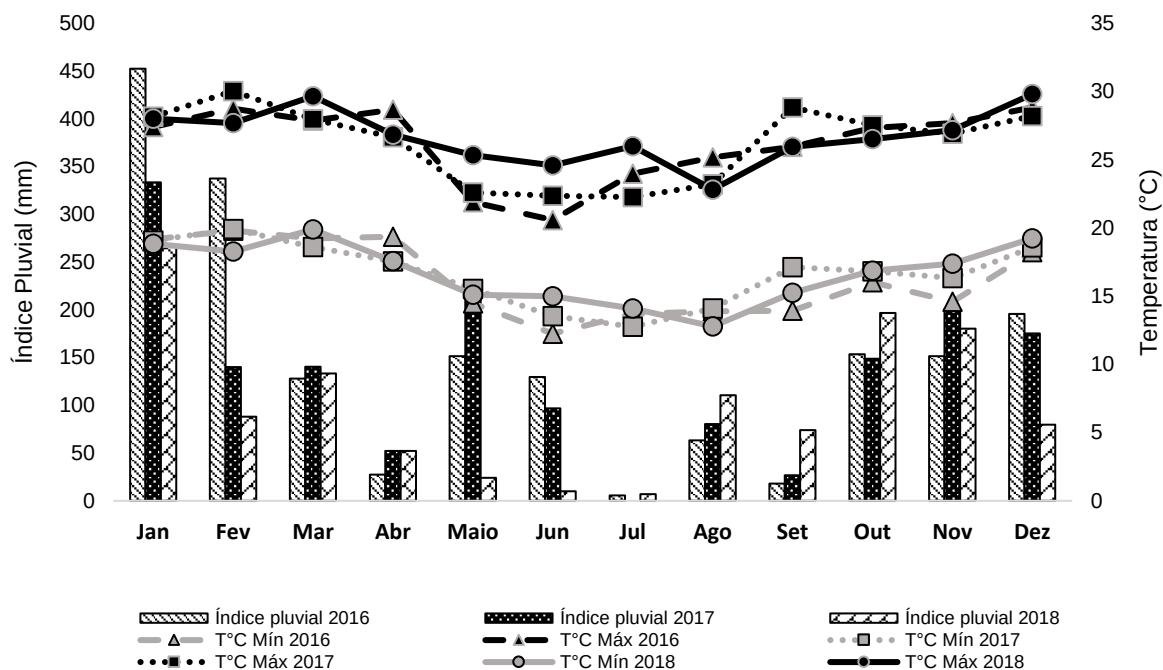
2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Local de execução do experimento

O experimento foi realizado durante três ciclos produtivos, 2016, 2017 e 2018, em vinhedo experimental da Fazenda Experimental Lageado da Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA-UNESP), localizada no município de Botucatu/SP, situada a 22° 51' 55" S e 48° 27' 22" O e a 810 m de altitude.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima local é mesotérmico úmido (Cfa), com precipitação anual de 1.433 mm, temperatura média anual de 19,3° C e umidade relativa de 71% (CUNHA; MARTINS, 2009). O solo da área é classificado como Nitossolo Vermelho (EMBRAPA, 1999).

Figura 1 - Dados climáticos do município de Botucatu/SP em 2016, 2017 e 2018.



2.2.2 Condições de cultivo das videiras, podas de produção e manejos culturais

O vinhedo foi implantado em agosto de 2013 com o plantio de mudas enxertadas, utilizando o espaçamento de 2,0 x 0,80 m, entre linhas e plantas, respectivamente. As videiras foram conduzidas em sistema de espaldeira com três fios de arame, localizados a 1,0, 1,3 e 1,6 m acima do nível do solo. O vinhedo foi coberto com tela de polietileno com 18% de sombreamento, para proteção contra o ataque de pássaros. Para irrigação, foram empregados microaspersores invertidos, alocados a cada 2,5 metros e à 50 cm de altura do solo. A irrigação foi utilizada mediante às condições pluviométricas e necessidades das plantas.

Foram avaliados três ciclos produtivos com as podas de produção realizadas em 15 de agosto de 2016, 15 de julho de 2017 e 19 de julho de 2018 para o primeiro (I), segundo (II) e terceiro ciclo (III), respectivamente. Em todas as podas mantiveram-se de uma a duas gemas por esporão, e após a poda, foi aplicado Dormex® (cianamida hidrogenada) a 5% para induzir e uniformizar a brotação das gemas.

No início da brotação, manteve-se um ramo produtivo por gema e foram realizados todos os tratamentos culturais necessários, como a desbrota, o amarrio dos ramos, o desnetamento e a desfolha. Fez-se o desponte da extremidade dos ramos em crescimento, deixando três folhas acima do último fio de arame. O manejo

fitossanitário para controle de fungos, pragas e plantas daninhas, foram realizados quando necessários.

Tabela 1 - Caracterização inicial do solo em agosto de 2016, previamente à instalação do experimento. Botucatu/SP.

Bloco	Prof ⁽¹⁾	MO ⁽²⁾	pH	P ⁽³⁾	K ⁽³⁾	Ca ⁽³⁾	Mg ⁽³⁾	H+Al	V ⁽⁴⁾
	--- cm ---	---g kg ⁻¹ ---		mg dm ⁻³	----- mmol _c dm ⁻³ -----				--- % ---
1	0 - 20	20 (2,9)	5,6 (0,1)	59 (13,3)	4,7 (0,4)	40 (2,5)	16 (0,1)	21 (2,6)	74 (2,6)
1	20 - 40	13 (1,5)	5,6 (0,1)	22 (7,7)	2,6 (0,3)	31 (3,0)	15 (0,1)	22 (3,4)	70 (4,4)
2	0 - 20	20 (1,7)	5,5 (0,1)	77 (14,2)	3,6 (0,5)	36 (3,5)	11 (0,1)	22 (3,3)	69 (5,2)
2	20 - 40	11 (1,0)	5,6 (0,1)	29 (18,1)	2,5 (0,4)	32 (1,3)	13 (0,6)	19 (2,1)	71 (2,4)

(1) profundidade; (2) matéria orgânica; (3) extraída com resina de troca iônica; (4) saturação por bases. Valores entre parênteses: Desvio padrão (n=4)

2.2.3 Tratamentos e delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 2 x 2, totalizando 16 tratamentos, correspondendo a quatro doses de K₂O (0, 75, 150 e 300 kg ha⁻¹ de K₂O), duas fontes (K₂SO₄ e KCl) e dois portaenxertos (IAC 572 'Jales' (*V. caribaea* x 101-14 Mgt) e IAC 766 'Campinas' (106-8 Mgt x *Vitis caribaea*)), com 2 blocos e 5 plantas por parcela, sendo a área útil de cada parcela as três plantas centrais. A cultivar copa avaliada foi a Niagara Rosada (75% *Vitis labrusca* L. e 25 % *Vitis vinifera*).

Para a aplicação dos fertilizantes, realizou-se a pesagem dos adubos proporcional à área das parcelas (8 m² por parcela), os quais foram aplicados em cobertura, numa faixa de 40 cm ao redor das videiras. Em cada ciclo de produção, realizou-se o parcelamento da adubação em duas partes, sendo metade da dose aplicada uma semana após a poda e o restante no início da maturação dos cachos.

2.2.4 Avaliação do ciclo fenológico

Os estádios fenológicos foram avaliados após a poda das videiras, de acordo com a metodologia proposta por Eichhon e Lorenz (1984). Foram realizadas três avaliações semanais, entre o período do início da brotação dos ramos até a colheita. Os estádios fenológicos foram mensurados mediante a observação visual e a duração de cada um deles foi expressa em dias após a poda (DAP). Os estádios fenológicos foram caracterizados de acordo com: gema algodão (A), ponta verde (PV), primeira folha separada (1 FS), 2 ou 3 folhas separadas (2-3 FS), 5 ou 6 folhas separadas (5-6 FS), alongamento da inflorescência (AI), inflorescência desenvolvida (ID), início do

florescimento (IF), 25% das flores abertas (25% FA), 50% das flores abertas (50% FA), 80% das flores abertas (80% FA), frutificação (F), grãos tamanho “chumbinho” (GTC), grãos tamanho “ervilha” (GTE), início da compactação do cacho (ICC), início da maturação (IM) e maturação plena ou colheita (MP).

2.2.5 Curva de maturação das bagas

A evolução da maturação das uvas foi determinada com base na acidez (pH), no teor de sólidos solúveis (SS) e índice de maturação (SS/AT) do mosto das bagas. No início da maturação (IM), dez cachos por parcela experimental foram selecionados de maneira aleatória e marcados para serem monitorados do momento da marcação até a maturação plena das uvas (MP). As coletas das bagas foram realizadas com 132, 139, 144, 146 e 148 (colheita) dias após a poda (DAP).

O teor de sólidos solúveis foi determinado por refratometria direta do mosto da uva em refratômetro digital (Atago®) com compensação de temperatura automática e expresso em °Brix; a acidez titulável foi determinada por volumetria potenciométrica e expressa em gramas de ácido tartárico por 100 g de mosto; o potencial hidrogeniônico (pH), utilizando pHmetro Micronal B-274 (BRASIL, 2005); o índice de maturação mensurado pela relação entre teor de sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT).

2.2.6 Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas com as médias dos três ciclos produtivos. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para determinar o efeito das fontes potássicas, dos porta-enxertos, das doses de K_2O e dos dias após a poda, e suas interações. Para comparação das médias dos fatores porta-enxertos e fontes, foi realizada utilizado teste Tukey, a 5% de probabilidade, por meio do programa estatístico SISVAR versão 5.4 (Lavras, MG, Brasil). Para avaliar os efeitos das doses de potássio e dos dias após a poda, realizou-se análise de regressão, utilizando-se o programa estatístico SISVAR versão 5.4.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa ($p>0,05$) entre os fatores porta-enxertos, fontes potássicas e doses de potássio, para todas fases fenológicas. Assim, os efeitos isolados dos fatores foram analisados separadamente (Tabela 2).

2.3.1 Caracterização das fases fenológicas

A duração completa do ciclo produtivo da uva ‘Niagara Rosada’, na média de três ciclos, foi de 148 dias (Tabela 2). A brotação de gemas algodão, o início do florescimento, a frutificação e o início da maturação das bagas ocorreram aos 16, 50, 57 e 122 dias após a poda (DAP), respectivamente.

Tabela 2 - Efeitos de porta-enxerto, fontes e doses de potássio K_2O no ciclo fenológico da videira ‘Niagara Rosada’. Gema algodão (A), ponta verde (PV), primeira folha separada (1 FS), 2 ou 3 folhas separadas (2-3 FS), 5 ou 6 folhas separadas (5-6 FS), alongamento da inflorescência (AI), inflorescência desenvolvida (ID), início do florescimento (IF), 25% das flores abertas (25% FA), 50% das flores abertas (50% FA), 80% das flores abertas (80% FA), frutificação (F), grãos tamanho “chumbinho” (GTC), grãos tamanho “ervilha” (GTE), início da compactação do cacho (ICC), início da maturação (IM) e maturação plena ou colheita (MP). Botucatu/SP, 2016 a 2018.

Estádios	Tratamentos								CV (%)
	Porta enxertos		Fontes		Doses (kg K ₂ O ha ⁻¹)				
	IAC 572	IAC 766	KCl	K ₂ SO ₄	0	75	150	300	
A	16	17 ns	16 a	17 b	17	16	17	17 ns	2,74
PV	22	22 ns	21 a	22 b	22	21	22	22 ns	2,39
1 FS	26	26 ns	25 a	26 b	26	26	26	26 ns	2,46
2-3 FS	30	30 ns	29 a	30 b	30	29	30	30 ns	2,50
5-6 FS	39	38 ns	38	39 ns	39	38	39	38 ns	2,37
AI	43	42 ns	42	42 ns	43	42	42	42 ns	1,51
ID	46	46 ns	46	46 ns	46	46	46	46 ns	1,19
IF	50	50 ns	50	50 ns	50	50	50	50 ns	0,95
25% FA	52	51 ns	52	52 ns	52	51	52	52 ns	1,37
50% FA	53	53 ns	53	53 ns	53	53	53	53 ns	1,34
80% FA	55	54 ns	54	54 ns	54	54	55	54 ns	1,73
F	57	56 ns	57	57 ns	57	56	57	56 ns	1,09
GTC	62 b	61 a	61	61 ns	62	61	61	61 ns	1,56
GTE	66 b	65 a	66	66 ns	66	65	66	65 ns	1,64
ICC	74 b	73 a	73	73 ns	73	73	73	73 ns	1,46
IM	122	122 ns	122	122 ns	123	122	121	122ns	0,89
MP	148	148 ns	148	148 ns	148	148	148	148ns	0,96

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade. ns= não significativo. *($p > 0,05$).

De acordo com Maia e Camargo (2012), em condições tropicais o ciclo da 'Niagara Rosada' é de 105 a 100 dias. Já em locais com clima mais ameno, como a região Sul do Brasil, a duração do ciclo é de 142 dias (EMBRAPA, 2011).

No município de Jundiaí/SP, Pedro Júnior *et al.* (1993), Ferri (1994) e Hernandez *et al.* (2010) observaram que o ciclo produtivo da cv. Niagara Rosada foi de 150 a 159 dias, de 143 a 146 dias e de 135 dias, respectivamente. Com isso, verifica-se que a variação da duração do ciclo produtivo é diretamente influenciada pelas condições climáticas do local e as variações a cada ano (SILVA *et al.*, 2008).

Com relação ao efeito das fontes potássicas e das doses de K_2O , pôde-se observar diferença significativa somente entre os fertilizantes nos estádios A, PV, 1FS e 2FS, em que a adubação com KCl apresentou um dia de precocidade em relação ao K_2SO_4 . As doses de K_2O não apresentaram efeito significativo para nenhuma fase fenológica.

Os porta-enxertos não apresentaram diferença significativa na duração total do ciclo produtivo. Houve diferença significativa entre somente nas fenológicas GTC, GTE e ICC, nas quais as videiras enxertadas sobre o porta-enxerto IAC 766 'Campinas' foram um dia mais precoce em relação ao porta-enxerto IAC 572 'Jales'.

Bruna e Back (2005), em estudo realizado com cv. Niagara Rosada em Santa Catarina, também constataram que os porta-enxertos IAC 766 'Campinas' e IAC 572 'Jales' não apresentaram efeito significativo na duração do ciclo produtivo (121 dias). O mesmo foi observado por Tofanelli *et al.* (2011) e Pimentel Júnior (2017), analisando a combinação entre os porta-enxertos IAC 766 'Campinas' e IAC 572 'Jales' e a cv. Niagara Rosada. Outros estudos também verificaram que os porta-enxertos não influenciam o ciclo produtivo de videiras (MOURA *et al.*, 2011, SILVA, 2018).

Em contrapartida, Tecchio *et al.* (2013), avaliaram o efeito das épocas de poda e de diferentes porta-enxertos na fenologia da videira 'Niagara Rosada' e constataram que o porta-enxerto IAC 572 'Jales', proporcionou uma redução média de 7 dias em três ciclos avaliados quando comparado com o porta-enxerto IAC 766 'Campinas'.

Alvarenga *et al.* (2002) avaliando o comportamento da cv. Niagara Rosada em combinação com 9 porta-enxertos em Caldas/MG, observaram diferenças significativas na duração do ciclo produtivo. Nesse caso, o ciclo das videiras cultivadas sobre o porta-enxerto IAC 766 'Campinas' e IAC 572 'Jales' foi de 141,9 e 148,4 dias, respectivamente.

Em pesquisa realizada em Votuporanga/SP, Tecchio *et al.* (2011) verificaram que as videiras 'Niagara Rosada' enxertadas sobre os porta-enxertos IAC 572 'Jales' e IAC 571-6 'Jundiaí' foram nove dias mais precoces em relação quando enxertadas no IAC 766 'Campinas'. Outros estudos também demonstram que os porta-enxertos podem influenciar na duração do ciclo produtivo de videiras (ANZANELLO *et al.*, 2008; BARROS *et al.*, 2015).

É importante ressaltar que a duração dos estádios fenológicos, em função do porta-enxerto, proporciona ao viticultor o conhecimento das prováveis datas de colheita e tratamentos fitossanitários, indicando o potencial climático das regiões para o cultivo da videira (TECCHIO *et al.*, 2013).

2.3.2 Evolução da maturação das bagas

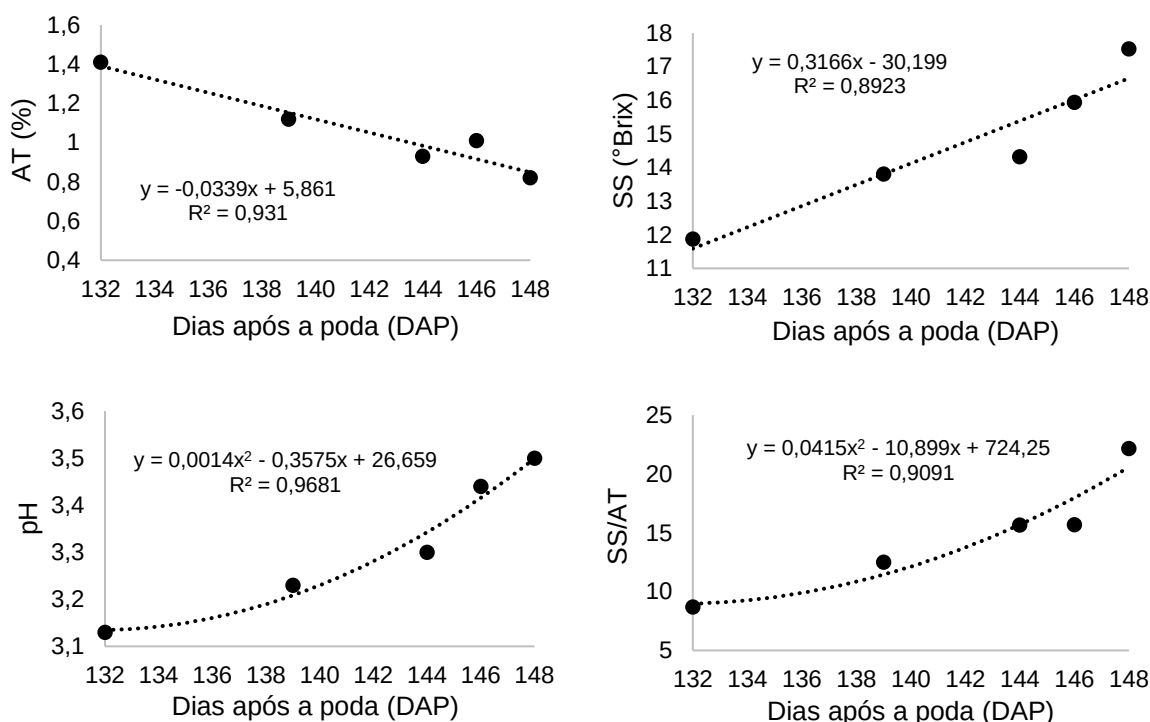
Avaliando as mudanças químicas das bagas, modelos de regressão linear foram ajustados para expressar o comportamento da AT e SS em função dos dias após a poda (DAP). Já o comportamento das variáveis pH e índice de maturação (SS/AT) em função do DAP foram ajustados à modelos polinomiais quadráticos (Figura 2).

Do início das avaliações (132 DAP) à colheita (148 DAP), para acidez titulável das bagas houve decréscimo linear de 71,95%. Já para o teor de sólidos solúveis, houve aumento linear de 48,30% ao longo da evolução da maturação das bagas.

Segundo Maia e Camargo (2012), os teores de sólidos solúveis na cv. Niagara Rosada podem chegar de 18 a 19 °Brix. Contudo, essa concentração não foi observada no presente estudo, sendo o maior valor encontrado 17,53 °Brix, na data da colheita, aos 148 dias após a poda.

Deve-se realçar que a glicose e frutose são os principais açúcares e constituem a maior parte do teor de sólidos solúveis do mosto, que ainda possuem pequenas concentrações de sacarose e outros carboidratos (CONDE *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2019).

Figura 2 - Mudanças químicas nas bagas da uva 'Niagara Rosada' em função dos dias após a poda (DAP), na média dos ciclos 2016, 2017 e 2018, Botucatu/SP.



No início das avaliações, o baixo teor de SS está relacionado à elevada concentração de ácidos orgânicos. No decorrer da evolução da maturação, devido ao aumento da degradação dos ácidos tartárico e málico e ao aumento da síntese de sacarose, ocorre o decréscimo dos valores de AT e aumenta a concentração de SS (MANFROI *et al.*, 2004).

De acordo com Blouin e Guimberteau (2004), a concentração dos ácidos diminui, também, devido ao aumento da demanda por energia e sua utilização na respiração celular, além da diluição do mosto pela entrada de água no fruto.

No entanto, as variações da AT e SS estão diretamente ligadas às condições climáticas (LIMA; CHOUDHURY, 2007). Durante a maturação das bagas, a concentração de SS é afetada, principalmente, pela temperatura do ar e pela disponibilidade hídrica do solo. Sendo assim, o aumento térmico favorece a realização de diferentes processos fisiológicos, como a transformação da sacarose em glicose e frutose (SCHIEDECK *et al.*, 1999; BENATO, 2003).

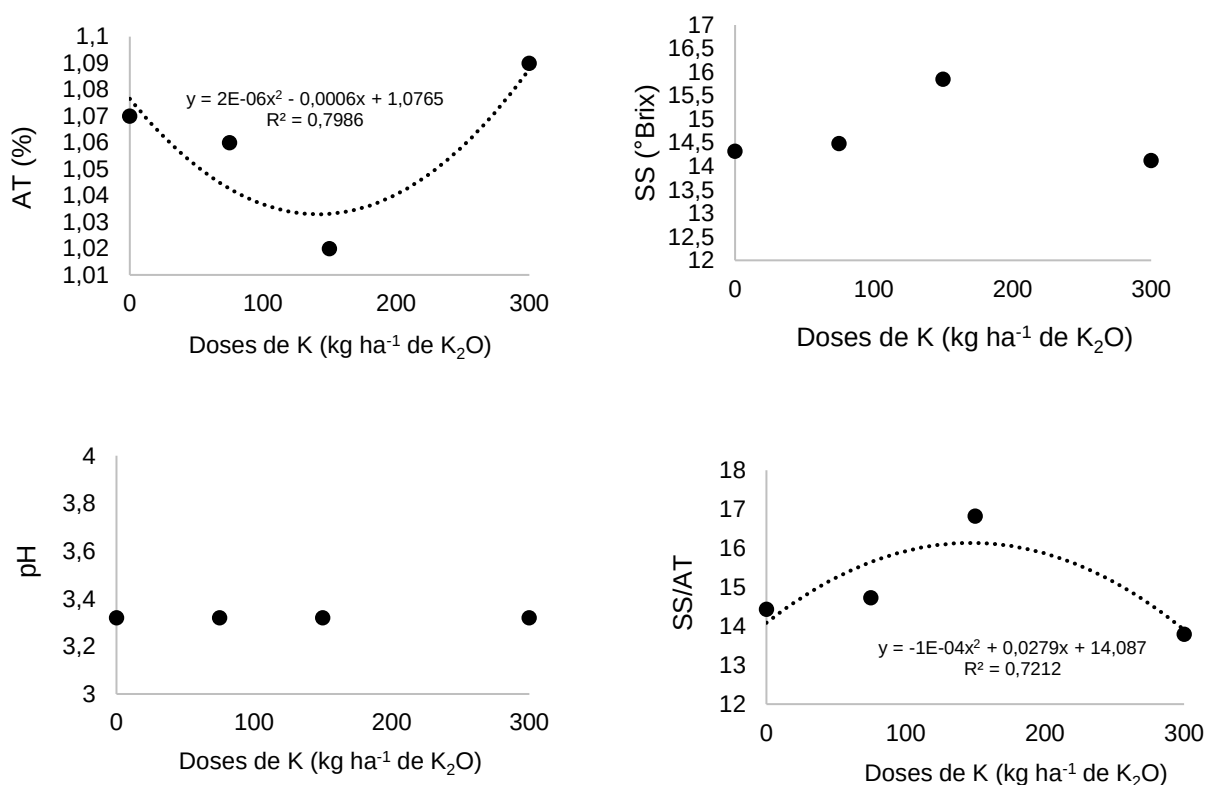
O pH apresentou aumento quadrático em função dos dias após a poda, variando de 3,13 para 3,5 na data da colheita. O aumento no pH durante a maturação da uva é ocasionado devido à diminuição nas concentrações dos ácidos tartárico e málico e ao aumento do cátion potássio (MANFROI *et al.*, 2004). O pH é dependente

da acidez total da uva, mas também das concentrações relativas de ácidos málico e tartárico e do grau de formação de sais ácidos como o cátion potássio, apresentando uma evolução inversa a acidez (MOTA *et al.*, 2010).

O índice de maturação apresentou efeito quadrático conforme os dias após a poda. Para padronização da qualidade da uva, a legislação brasileira recomenda que os valores para o índice de maturação estejam entre 15 a 45 (BRASIL, 2004). Esses valores só foram observados a partir dos 144 DAP, sendo que no momento da colheita, a relação SS/AT foi de 22,17.

Para a evolução da maturação das bagas em função das doses de K_2O , foi observado efeito significativo apenas para as variáveis acidez titulável (AT) e índice de maturação (SS/AT), sendo ajustados à um modelo de regressão polinomial de segundo grau (Figura 3).

Figura 3 - Efeito das doses de K_2O na evolução da maturação da uva 'Niagara Rosada', na média dos ciclos 2016, 2017 e 2018. Botucatu/SP.



O menor valor encontrado para a acidez titulável foi nas bagas das videiras adubadas com a dose de 150 kg ha⁻¹ de K_2O . Em contrapartida, o maior valor observado foi no tratamento 300 kg ha⁻¹ de K_2O . Os tratamentos com a dose de 75 kg ha⁻¹ de K_2O e sem a aplicação de K_2O apresentaram valores similares.

O índice de maturação (SS/AT) apresentou variação de 13,79 (300 kg ha⁻¹ de K₂O) à 16,82 (150 kg ha⁻¹ de K₂O). A legislação brasileira recomenda que o índice de maturação esteja entre 15 e 45 (BRASIL, 2004). A relação SS/AT indica o equilíbrio ideal entre a acidez e o teor de sólidos solúveis, sendo considerado, juntamente com o pH, fatores relacionados à qualidade das uvas (SATO et al., 2009). Com relação ao teor de sólidos solúveis totais (SS) e pH, não houve efeito significativo das doses de K₂O, sendo as médias dos valores 14,69 °Brix e 3,32, respectivamente.

Fatores inerentes ao porta-enxerto, como o vigor, a capacidade de absorção de água e nutrientes, a resistência às doenças e a interação com a copa podem influenciar diretamente os metabólicos primários e secundários das plantas e, conseqüentemente, também podem alterar a composição química da uva (DIAS et al., 2012; LEE; STEENWERTH, 2013; TECCHIO et al., 2014).

No entanto, no presente estudo, os porta-enxertos IAC 766 'Campinas' e IAC 572 'Jales' não apresentaram efeito significativo. O mesmo foi observado em relação aos fertilizantes potássicos KCl e K₂SO₄ (Tabela 3).

Tabela 3 - Efeito de porta-enxertos e fontes potássicas nas mudanças químicas das bagas da uva 'Niagara Rosada', na média dos ciclos 2016, 2017 e 2018. Botucatu/SP.

Tratamentos					
Variáveis avaliadas	Porta-enxertos		Fontes		CV (%)
	IAC 572	IAC 766	KCl	K ₂ SO ₄	
pH	3,32	3,32 ns	3,32	3,32 ns	1,62
SS (°Brix)	14,37	15,01 ns	14,43	14,95 ns	26,79
AT (%)	1,07	1,05 ns	1,06	1,07 ns	6,53
SS/AT	14,53	15,36 ns	14,65	15,23 ns	35,28

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade (p>0,05). ns= não significativo.

Os valores médios observados para pH, SS, AT e índice de maturação foram 3,32, 14,69 °Brix, 1,06%, 14,94, respectivamente. Contudo, deve-se realçar que a composição química das bagas durante a evolução da maturação pode ser influenciada por diversos fatores, como o genótipo da cultivar; as condições climáticas; a ocorrência de insetos e de doenças e a integridade dos cachos (GUERRA, 2003).

2.4 CONCLUSÕES

Os porta-enxertos IAC 572 'Jales' e IAC 766 'Campinas', as fontes potássicas KCl e K₂SO₄ e as doses 0, 75, 150 e 300 kg ha⁻¹ de K₂O não influenciaram na duração do ciclo produtivo das videiras.

No momento da colheita, aos 148 dias após a poda, as bagas apresentaram 3,5 para pH, 0,82% para acidez titulável, 17,53 °Brix e 22,17 para o índice de maturação.

Os fatores porta-enxertos e fontes potássicas não influenciaram nas mudanças químicas durante a maturação das bagas.

As doses de K₂O apresentaram efeito significativo somente para a acidez titulável e índice de maturação. As bagas foram menos ácidas e a relação entre SS/AT foi maior nos tratamentos 150 kg ha⁻¹ de K₂O.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, A. A. *et al.* Influência do portaenxerto sobre o crescimento e produção da cultivar de videira Niagara Rosada (*Vitis labrusca* L. x *Vitis vinifera* L.), em condições de solo ácido. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. esp., p. 1459-1464, 2002.
- ANZANELLO, R.; SOUZA, P. V. D.; GONZATTO, M. P. Produção de videiras 'Niagara Branca' e Concord submetidas a duas safras por ciclo vegetativo na depressão central do Rio Grande do Sul. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 9, n. 3, p. 311- 316, 2008.
- ARAUJO, E. G. *et al.* Métodos de amostragem e tamanho de amostra para avaliar o estado de maturação da uva 'Niagara Rosada'. **Revista Brasileira de Biometria**, São Paulo, v.27, n.4, p.501-518, 2009.
- BARROS, L. B. *et al.* Thermal requirement and phenology of different cultivars of *Vitis labrusca* on different rootstocks. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 4, p. 2433–2442, 2015.
- BENATO, E.A. Tecnologia, fisiologia e doenças pós-colheita de uvas de mesa. *In*: POMMER, C.V. **Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. p.635-777.
- BLOUIN, J.; GUIMBERTEAU, G. **Maduración y madurez de la uva**. Madrid: Mundi-Prensa, 2004.
- BOONTERM, V.; SILAPAPUN, A. BOONKERD, N. Effects of nitrogen potassium fertilizers and clusters per vine on yield and anthocyanin content in 'Cabernet Sauvignon' grape. **Acta Horticulturae**, Chanthaburi, v.984, p.435-442, 2013.
- BOTELHO, R. V *et al.* Propagação. *In*: MOTOIKE, S.; BORÉM, A. **Uva: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2018. cap. 5, p. 61-83.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Complementação de padrões de identidade e qualidade do vinho e dos derivados da uva e do vinho**. Brasília, 2004. 21 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos/ Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. p. 1018.

BRUNA, E. D.; BACK, A. J. Comportamento da cultivar Niágara Rosada enxertada sobre diferentes porta-enxertos no sul de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 5, p. 924-933, 2015.

CAMARGO, U. A.; TONIETTO, J.; HOFFMANN, A. Progressos na viticultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. esp., p. 144-149, 2011.

CIOTTA, M. N. *et al.* Grape yield, and must compounds of “Cabernet Sauvignon” grapevine in sandy with potassium contents increasing. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 8, p. 1376-1383, 2016.

CONDE, C. *et al.* Biochemical changes throughout grape Berry development and fruit and wine quality. **Food**, v.1, p.1-22, 2007.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009.

DALBÓ, M. A. *et al.* Produtividade e qualidade de uvas da cv. Isabel (*Vitis labrusca* L.) submetidas à adubação potássica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 3, p. 789-796, 2015.

DELGADO, R. *et al.* Changes in the phenolic composition of grape berries during ripening in relation to vineyard nitrogen and potassium fertilization rates. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Chichester, v. 84, n. 7, p. 623-630, 2004.

DIAS, F. A. N. *et al.* Videira ‘Syrah’ sobre diferentes porta - enxertos em ciclo de inverno no sul de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 2, p. 208–215, 2012.

DOMINGUES NETO, F. J. *et al.* Maturação da uva ‘Benitaka’ cultivada em clima subtropical. **Colloquium Agrariae**. v. 13, n. 3, 2018.

EICHHORN, K.W.; LORENZ, D.H. Phaenologische Entwicklungsstadien der Rebe. **European and Mediterranean Plant Protection Organization**, Paris, v.14, n.2, p.295-298, 1984.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação do solo**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-CNPQ, 1999, 42 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Banco ativo de germoplasma de uva**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2011. Disponível em: < www.cnpqv.embrapa.br/prodserv/germoplama >. Acesso em: 17 set. 2019.

FERRI, C. P. **Caracterização agrônômica e fenológica de cultivares e clones de videira (*Vitis* spp) mantidos no Instituto Agrônômico**. Dissertação de Mestrado – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.

GUERRA, C. C. **Uvas americanas e híbridas para processamento em clima temperado, 2003**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvaAmericanaHibridaClimaTemperado/colheita.htm>>. Acesso em: 15 out. 2019.

HERNANDES, J. L. *et al.* Fenologia e produção de cultivares americanas e híbridas de uvas para vinho, em Jundiaí-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 135-142, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA)**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/lspa/tabelas>>. Acesso em: 23 set. 2019.

JUBILEU, B. S.; SATO, A. J.; ROBERTO, S. R. Caracterização fenológica e produtiva das videiras ‘Cabernet Sauvignon’ e ‘Alicante’ (*Vitis vinifera* L.) produzidas fora de época, no norte do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.2, p. 451-462, 2010.

LEE, J.; STEENWERTH, K. L. ‘Cabernet Sauvignon’ grape anthocyanin increased by soil conservation practices. **Scientia Horticulturae**, v. 159, p. 128–133, 2013.

LIMA, M. A. C.; CHOUDHURY, M. M. Características dos cachos de uva. *In*: LIMA, M. A. C. (Ed.). **Uva de mesa: pós-colheita**. 2. ed. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007. p. 21–30.

LIZANA, L.A. Algunos aspectos de cosecha y manejo de postcosecha en uva de mesa para exportación. *In*: CEPOC. Manejo de uva de mesa para exportación. **Publicaciones Miscelaneas Agrícolas**, Santiago, v. 43, p. 35-43, 1995.

LOUREIRO, M. D. *et al.* Influence of rootstock on the performance of the Albarín Negro minority grapevine cultivar. **Scientia Horticulturae**, v. 201, p. 145–152, 2016.

MAIA, J. D. G.; KUHN, G. B (Ed.). **Cultivo da Niágara Rosada em áreas tropicais do Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2001. 72 p.

MAIA, J. D. G.; CAMARGO, U. A. **O cultivo da videira Niagara no Brasil**. 1ª ed. Brasília: Embrapa, 2012.

MANFROI, L. *et al.* Evolução da maturação da uva ‘Cabernet Franc’ conduzida no sistema lira aberta. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v. 28, n. 2, p. 306-313, 2004.

MOTA, R.V. *et al.* Produtividade e composição físico-química de bagas de cultivares de uva em distintos portaenxertos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 6, p. 576-582, 2009.

MOTA, R. V. *et al.* Composição de bagas de 'Niágara Rosada' e 'Folha-de-Figo' relacionadas ao sistema de condução. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1116-1126, 2010.

MOURA, F. M. *et al.* Comportamento produtivo da videira, cultivar Juliana, sobre três portaenxertos em diferentes épocas de poda. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, p. 625-631, 2011.

PASTENA, B. **Tratado de viticultura italiana**. 2.ed. Bolonha: Edagrícola, 1981. 1011p.

PEDRO JUNIOR, M. J. *et al.* Caracterização fenológica da videira 'Niagara Rosada' em diferentes regiões paulistas. **Bragantia**, Campinas, v.52, n.2, p. 153-160, 1993.

PEDRO JÚNIOR, M.J. *et al.* Previsão agrometeorológica da data de colheita para a videira 'Niágara Rosada'. **Bragantia**, Campinas, v.53, p.113-119, 1994.

PEDRO JÚNIOR, M. J. *et al.* Curva de maturação e estimativa do teor de sólidos solúveis e acidez total em função de graus-dia: Uva IAC 138-22 'Máximo'. **Bragantia**, v. 73, n. 1, p. 81–85, 2014.

PIMENTEL JÚNIOR, A. **Comportamento da videira Niagara Rosada em diferentes porta-enxertos e sistemas de condução do cordão principal**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

PROTAS, J. F. S. **Cultivo da Videira Niágara Rosada em Regiões Tropicais do Brasil**. Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 2003. Disponível em: < <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvaNiagaraRosada/RegioesTropicais/index.htm> >. Acesso em: 07 out. 2019.

SATO, A. J. *et al.* Evolução da maturação e características físico químicas de uvas da cultivar Isabel sobre diferentes porta enxertos na região norte do Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, p.11 20, 2009.

SCHIEDECK, G. *et al.* Maturação da uva Niagara Rosada cultivada em estufa de plástico e a céu aberto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 4, p. 629-633, 1999.

SILVA, D. J. Nutrição Mineral. *In*: MOTOIKE, S.; BORÉM, A. **Uva: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2018. cap. 6, p. 84-103.

SILVA, M. J. R. **Potencial agrônômico e compostos bioativos em uvas e sucos de uva de cultivares *Vitis labrusca* L. e híbridas sobre diferentes porta-enxertos em região tropical do Sudeste brasileiro**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2018.

SILVA, M. J. R. *et al.* Grape juices produced from new hybrid varieties grown on Brazilian rootstocks - bioactive compounds, organic acids and antioxidant capacity. **Food Chemistry**, v. 289, p. 714-722, 2019.

SOUSA, J. S. I.; MARTINS, F. P. **Viticultura Brasileira: Principais variedades e suas características**. Piracicaba, SP: FEALQ, 2002. 368 p.

TECCHIO, M. A. *et al.* Teores foliares de nutrientes, índice relativo de clorofila e teores de nitrato e de potássio na seiva do pecíolo na videira 'Niagara Rosada'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 649-659, 2011.

TECCHIO, M. A.; TERRA, M. M.; MAIA, J. D. G. Nutrição, calagem e adubação da videira Niágara. *In*: MAIA, J. D. G; CAMARGO, U. A (Ed.). **O cultivo da videira Niágara no Brasil**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2012. cap. 8, p. 137-171.

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

TECCHIO, M. A. *et al.* Influence of rootstocks and pruning times on yield and on nutrient content and extraction in 'Niagara Rosada' grapevine. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 5, p. 340–348, 2014.

TECCHIO, M. A. *et al.* Cultivo da videira para mesa, vinho e suco. *In*: PIO, R. **Cultivo de fruteiras de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais**. 2º ed. Revisada e ampliada. Lavras: Editora UFLA, 2018. cap. 14, p. 512-585.

TOFANELLI, M. B. D. *et al.* Phehology of "Niagara Rosada" grepevines grafted on different rootstocks grown on Cerrado (Brazilian savanna) of Goiás State, Brazil. **African Journal of Biotechnology**, Bowie, v. 10, n. 17, p. 3387-3392, 2011.

VIANA, A. P.; RODRIGUES, D. L.; SANTOS, E. A. Portaenxerto, cultivares de mesa e de vinho. *In*: MOTOIKE, S.; BORÉM, A. (Ed.). **Uva: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2018. cap. 4, p. 49-60.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre as hipóteses levantadas nesse estudo, era esperado que os porta-enxertos apresentassem comportamento distintos em relação ao desempenho produtivo e a qualidade da uva devido às próprias características específicas de cada porta-enxertos, à sua compatibilidade com a cultivar copa Niagara Rosada e também em função da adaptação às condições climáticas do local de estudo.

Nesse sentido, o porta-enxerto IAC 766 'Campinas' apresentou relativas vantagens em relação ao IAC 572 'Jales', pois proporcionou maior produtividade à copas e maior teor de antocianinas e flavonóides às bagas da uva 'Niagara Rosada'.

Outra hipótese levantada era que houvesse diferença significativa entre as fontes potássicas devido à composição de cada fertilizante. O cloro presente na composição do cloreto de potássio poderia causar efeito negativo às plantas devido à alta salinidade. Além disso, devido à sua característica, o KCl é mais suscetível à lixiviação, principalmente em algumas condições e tipos de solos. O enxofre presente na composição do sulfato de potássio poderia causar algum efeito positivo às plantas. No entanto, os fertilizantes KCl e K_2SO_4 apresentaram comportamento similar em quase todas as variáveis avaliadas. Sendo assim, o KCl é mais indicado, pois apresenta maior teor de potássio em sua composição, além de apresentar menor em relação ao K_2SO_4 . No entanto, deve-se atentar com elevadas doses de KCl para não causar efeito salino às raízes das plantas.

Era esperado que as doses de potássio influenciariam no desempenho produtivo e na qualidade das videiras. No entanto, isso não foi observado, devido ao alto teor de K^+ trocável do solo previamente à instalação do experimento e às características do Nitossolo Vermelho. No entanto, a maioria dos solos paulista são Argissolos ou Latossolos, ou seja, solos com baixa fertilidade, elevada acidez e baixa CTC, portanto, tem-se a necessidade da adição de corretivos e fertilizantes

Através da avaliação da variação de potássio no solo em função dos ciclos produtivos, foi observado que, para a reposição de potássio no solo, são estimadas adubações potássica anuais com a concentração de 150 kg ha^{-1} de K_2O .

Em suma, na busca por elevadas produtividade e uvas com qualidade, faz-se necessários que as recomendações e manejos sejam realizados de maneira correta, mediante às análises de solo e de folhas e de acordo com as condições de cultivo, para evitar excessos ou faltas de nutrientes.

REFERÊNCIAS

- ABE, L. T. *et al.* Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 394-400, 2007.
- BARCIA, M. T. *et al.* Phenolic composition of grape and winemaking by-products of Brazilian hybrid cultivars BRS Violeta and BRS Lorena. **Food Chemistry**, v. 159, p. 95–105, 2014.
- BORGES, A. L.; SILVA, D. J. Fertilizantes para fertirrigação. *In*: SOUSA, V. F. de; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação, 2011. cap. 7, p. 253-264.
- BOTELHO, R. V *et al.* Propagação. *In*: MOTOIKE, S.; BORÉM, A. **Uva: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2018. cap. 5, p. 61-83.
- BRASIL. Agência Nacional de Mineração. **Sumário Mineral 2017**. Brasília: ANM, 2019.
- CABRITA, M. J.; RICARDO-DA-SILVA, J.; LAUREANO, O. Os compostos polifenólicos das uvas e dos vinhos. *In*: I Seminário Internacional de Vitivinicultura, 2003. Lisboa. **Resumos...** Lisboa: Instituto Superior de Agronomia, Universidad Técnica de Lisboa, 2003, p. 61-100.
- CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G Cultivares de uvas rústicas para regiões tropicais e subtropicais. *In*: BOLIANI, A. C.; FRACARO, A. A.; CORRÊA, L. S. **Uvas rústicas de mesa: cultivo e processamento em regiões tropicais**. Agrocere, Piracicaba, p. 63, 2008.
- DALBÓ, M. A. S. E.; BASSO, C. Influence of rootstock on nutrient content in grape petioles. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 3, n. 3, p. 941-947, 2011.
- DALBÓ, M. A. *et al.* Produtividade e qualidade de uvas da cv. Isabel (*Vitis labrusca* L.) submetidas à adubação potássica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 3, p. 789-796, 2015.
- DIAS, V. P.; FERNANDES, E. **Fertilizantes: uma visão global sintética**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 24, p. 97-138, 2006.
- FAGAN, E. B. *et al.* **Fisiologia vegetal: metabolismo e nutrição mineral**. São Paulo: Editora Andrei, 2016.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Statistical Databases**. Agriculture, 2019.
- FRÁGUAS, J. C; SÔNEGO, O.R.; GRIGOLETTI JÚNIOR, A. O dessecamento do cacho de uva. **Comunicado Técnico, 19**. Bento Gonçalves: Embrapa-CNPUV, 1996.

FRÁGUAS, J. C.; SILVA, D. J. Nutrição e Adubação da Videira em Regiões Tropicais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 194, p. 60-75, 1998.

FREGONI, M. **Nutrizione e fertilizzazione della vite**. Bologna: Edagricole, 418 p. 1980.

GALET, P. The vines of Cyprus. *In: Vines and wines of Cyprus 4000 years of tradition*. Vine products Commission, 1993. p. 61-73.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Características de produção de frutos de melancia sem sementes em função de fontes e doses de potássio. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 4, p. 450-454, 2006.

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

HIDALGO, L. **Tratado de viticultura general**. Madrid: Mundi-Prensa, 1993.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA)**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/lspa/tabelas> >. Acesso em: 23 set. 2019.

IEA. Instituto de Economia Agrícola. **Previsões e Estimativas das Safras Agrícolas do Estado de São Paulo, 2º Levantamento, Ano Agrícola 2018/19 e Levantamento Final, Ano Agrícola 2017/18, novembro de 2018**. São Paulo: IEA, 2019. Disponível em: < <http://www.iesa.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=14561> >. Acesso em: 09 out. 2019.

LIMA, M. S. *et al.* Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced from new Brazilian varieties planted in the Northeast Region of Brazil. **Food Chemistry**, v. 161, p. 94–103, 2014.

MAIA, J. D. G.; KUHN, G. B. **Cultivo da Niágara Rosada em áreas tropicais do Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2001.

MAIA, J. D. G.; CAMARGO, U. A. **O cultivo da videira Niagara no Brasil**. 1ºed. Brasília: Embrapa, 2012.

MAIA, J. D. G.; RITSCHER, P.; LAZZAROTTO, J. J.; **A viticultura de mesa no Brasil: produção para o mercado nacional e internacional**, 2018. Disponível em: < <https://preo.u-bourgogne.fr/territoiresduvin/index.php?id=1546#tocto1n2> >. Acesso em 09 out. 2019.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas. Princípios e aplicações. 2ª ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDI, J. C.; **Adubos e Adubações: Adubos Minerais e orgânicos, interpretação da análise de solo e pratica da adubação**. São Paulo, SP: Nobel, 2002.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 3^{ed}, 2012.

MEURER, E. J. Potássio. *In*: FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa, MG: SBCS, 2006. cap. XI, p. 282-295.

MOTA, R.V. *et al.* Produtividade e composição físico-química de bagas de cultivares de uva em distintos portaenxertos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 6, p. 576-582, 2009.

NASCIMENTO, M.; LOUREIRO, F. E. V. L. Fertilizantes e sustentabilidade: o potássio na agricultura brasileira, fontes e rotas alternativas. **Série Estudos e Documentos**, 61. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2004.

NEVES, L. S.; ERNANI, P. R.; SIMONETE, M. A. Mobilidade de potássio em solos decorrente da adição de doses de cloreto de potássio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 25-32, 2009.

OIV - The International Organisation of Vine and Wine. **2019 Statistical Report on World Vitiviniculture**. Disponível em: < <http://www.oiv.int/public/medias/6782/oiv-2019-statistical-report-on-world-vitiviniculture.pdf> >. Acesso em: 07 out. 2019.

OLIVEIRA, M. V. A. M.; VILLAS BOAS, R. L. Uniformidade de distribuição do potássio e do nitrogênio em sistema de irrigação por gotejamento. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 95-103, 2008.

POMMER, C. V. *et al.* Variedades de videira para o Estado de São Paulo. **IAC Boletim Técnico**, 166. Campinas: Instituto Agrônômico, 1997.

POTAFOS. Nutrifatos - Informação Agrônômica Sobre Nutrientes Para as Culturas, Arquivo do agrônomo nº10. 1996. Disponível em: < www.ppi-ppic.org >. Acesso em: 08 out. 2019.

POZZAN, M. S. V. *et al.* Teores de antocianinas, fenóis totais, taninos e ácido ascórbico em uva 'Bordô' sobre diferentes portaenxertos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 5, p. 701-708, 2012.

PROTAS, J. F. S. **Cultivo da Videira Niágara Rosada em Regiões Tropicais do Brasil**. Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 2003. Disponível em: < <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvaNiagaraRosada/RegioesTropicais/index.htm> >. Acesso em: 07 out. 2019.

RAIJ, B. V.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação de fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2001, p. 285.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo dos nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011.

RESENDE, A. V. *et al.* Suprimento de potássio e pesquisa de uso de rochas “in natura” na agricultura brasileira. **Espaço e Geografia**, Brasília, v. 9, n.1, p. 19-42, 2006.

ROSOLEM, C. A. *et al.* Potássio no solo em consequência da adubação sobre a palha de milho e chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 6, 2006.

SOUSA, J. S. I. de. Mutações somáticas na videira Niágara. **Bragantia**, Campinas, v. 18, n. 27, p. 387-415, 1959.

SOUSA, J. S. I.; MARTINS, F. P. **Viticultura Brasileira: Principais variedades e suas características**. Piracicaba, SP: FEALQ, 2002. 368 p.

SILVA, D. J. Nutrição Mineral. *In*: MOTOIKE, S.; BORÉM, A. **Uva: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2018. cap. 6, p. 84-103.

SILVA, D.J. *et al.* Adubação orgânica e fertirrigação potássica em videira Syrah no Semiárido. **Irriga** v. 1, p. 168-178, 2014.

TAGLIAVINI, M.; STEFFENS, D.; PELLICONI, F. La carenza di potassio nei vigneti della Romagna. **VigneVini** v. 23, p. 41–46, 1996.

TECCHIO, M. A. *et al.* Correlação entre a produtividade e os resultados de análise foliar e de solo em vinhedos de Niagara Rosada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 1056-1064, 2006.

TECCHIO, M.A. *et al.* Produtividade e teores de nutrientes da videira Niágara Rosada em vinhedos nos municípios de Louveira e Jundiá. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n.1, p. 48-58, 2007.

TECCHIO, M. A.; TERRA, M. M.; MAIA, J. D. G. Nutrição, calagem e adubação da videira Niágara. *In*: MAIA, J. D. G; CAMARGO, U. A (Ed.). **O cultivo da videira Niágara no Brasil**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2012. cap. 8, p. 137-171.

TECCHIO, M. A. *et al.* Cultivo da videira para mesa, vinho e suco. *In*: PIO, R. **Cultivo de fruteiras de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais**. 2° ed. Revisada e ampliada. Lavras: Editora UFLA, 2018. cap. 14, p. 512-585.

THOMPSON, B., **Efficient Fertilizer Use Manual Potassium**. International Potash Institute, 2008.

TERRA, M. M. **Carência de macronutrientes afetando o crescimento, concentração, acúmulo e interação de nutrientes na videira cv. ‘Niagara Rosada’, desenvolvida em solução nutritiva**. 1984. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1984.

TERRA, M.M. *et al.* Uvas comuns para mesa e vinho. *In*: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Boletim Técnico, 100**. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônômico/Fundação IAC, 1997. p.152-153.

VIANA, A. P.; RODRIGUES, D. L.; SANTOS, E. A. Portaenxerto, cultivares de mesa e de vinho. *In*: *In*: MOTOIKE, S.; BORÉM, A. (Ed.). **Uva: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2018. cap. 4, p. 49-60.