

KARINA ASSIS CAMIZOTTI

**MOLIBDÊNIO NA QUALIDADE DE CACHOS DE VIDEIRAS ‘BRS VITÓRIA’ E
‘NIAGARA ROSADA’**

Botucatu

2022

KARINA ASSIS CAMIZOTTI

**MOLIBDÊNIO NA QUALIDADE DE CACHOS DE VIDEIRAS 'BRS VITÓRIA' E
'NIAGARA ROSADA'**

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

Orientador: Marco Antonio Tecchio

Botucatu

2022

C183m

Camizotti, Karina Assis

Molibdênio na qualidade de cachos de videiras 'BRS Vitória' e 'Niagara Rosada' / Karina Assis Camizotti. -- Botucatu, 2022
77 p. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu
Orientador: Marco Antonio Tecchio

1. Vitis labrusca L.. 2. Uva sem semente. 3. Micronutriente.
4. Molibdênio. 5. Descompactação de cachos. 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: MOLIBDÊNIO NA QUALIDADE DE CACHOS DE VIDEIRAS 'BRS VITÓRIA'
E 'NIAGARA ROSADA'

AUTORA: KARINA ASSIS CAMIZOTTI

ORIENTADOR: MARCO ANTONIO TECCHIO

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


Prof. Dr. MARCO ANTONIO TECCHIO (Participação Presencial)
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu UNESP


Prof.ª Dr.ª SARITA LEONEL (Participação Presencial)
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu UNESP


Prof. Dr. ALESSANDRO JEFFERSON SATO (Participação Virtual)
Produção Vegetal / Universidade Federal do Paraná

Botucatu, 31 de agosto de 2022

Aos meus pais Regina e Ulisses,

Ao meu companheiro Lucas,

Às minhas avós Rosa (in memoriam) e Lindinalva.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, pois sem ele nada somos.

Aos meus pais, Regina e Ulisses, por toda dedicação e incentivo que deram e dão nas minhas escolhas, à minha tia, Andréia (*in memoriam*), por sempre incentivar o estudo em minha vida, às minhas avós Rosa (*in memoriam*) e Lindinalva, por me apoiarem em cada caminho que decido trilhar, e ao meu companheiro, Lucas, por todo apoio, carinho e cuidado durante todo esse percurso.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marco Antonio Tecchio, pela amizade, ensinamentos e oportunidade.

Às professoras, Dra. Giuseppina Pace P. Lima e Dra. Sarita Leonel, pela disponibilidade de laboratórios e materiais que possibilitaram o andamento da pesquisa.

Aos integrantes do grupo de Viticultura da FCA - UNESP, pós-graduandos e estagiária, pela contribuição em todas as fases da pesquisa, sem vocês o processo certamente seria mais tortuoso.

Aos meus amigos, Camilo A. P. C. Sánchez, Débora Carneiro, Bruno M. P. Macedo, Camila Vella Gomes e Daniel Callili, por toda amizade, conselhos e apoio durante esse período.

Aos funcionários da FCA - UNESP, por todo profissionalismo.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo projeto de auxílio à pesquisa (processo nº 2020/12152-3).

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

RESUMO

Existe forte relação entre a aparência e aceitação dos cachos de uva pelo mercado consumidor, no qual há preferência por cachos grande, descompactados, com bagas grandes e coloração intensa. Dentro do setor vitícola, são realizadas diversas técnicas de manejo para aumentar não só tamanho dos cachos de uva, mas também suas características organolépticas e nutricionais. A pulverização de reguladores vegetais nos cachos de uva, são estratégias utilizadas durante décadas na viticultura, com a finalidade de descompactação e melhoria na qualidade dos frutos. No entanto, é uma prática com elevado custo devido ao valor dos produtos, havendo necessidade de validar produtos alternativos que vise a descompactação dos cachos com custo menor, sendo uma alternativa interessante o molibdênio. Dessa forma, esse estudo investigou o efeito na descompactação e melhoria da qualidade de cachos de videiras 'BRS Vitória' e 'Niagara Rosada', pela pulverização de doses de doses de molibdênio associadas a uma dose padrão de 30 mg.L⁻¹ de GA₃. O estudo foi conduzido durante os ciclos produtivos de 2020/2021 e 2021/2022, utilizando as doses de 0, 8, 16, 24 e 32 mg.L⁻¹ de molibdênio pulverizadas em bagas de 6 a 8 mm de diâmetro. Os parâmetros avaliados foram: massa fresca de cachos, de bagas e de engaços; comprimento e largura de cachos, de bagas e de engaços; número de bagas por cacho; pH; teor de sólidos solúveis; acidez titulável; índice de maturação; teor de polifenóis, flavonoides e antocianinas; determinação da atividade antioxidante. As cultivares apresentaram resposta diferentes em relação aos produtos utilizados. Na primeira safra a 'BRS Vitória' apresentou respostas positivas na dose de 16 mg.L⁻¹ de molibdênio com aumento na massa fresca de engaços e nos parâmetros físicas das bagas, o teor de antocianinas e atividade antioxidante tiveram melhores respostas com a dose de 32mg.L⁻¹, enquanto que no segundo ciclo não houve resposta significativa entre os tratamentos. Para a cultivar Niagara Rosada a aplicação de 24 mg.L⁻¹ de molibdênio foi a mais responsiva na descompactação dos cachos, enquanto o conteúdo de compostos fenólicos e atividade antioxidante obtiveram melhores respostas na dose de 7,83 mg.L⁻¹.

Palavras-chave: *Vitis labrusca* L.; uva sem semente; micronutriente; descompactação de cachos; compostos fenólicos; atividade antioxidante.

ABSTRACT

There is a strong relationship between the appearance and acceptance of grape bunches by the consumer market, in which there is a preference for large, uncompacted bunches, with large berries and intense coloring. Within the wine sector, several management techniques are carried out to increase not only the size of the grape bunches, but also their organoleptic and nutritional characteristics. The spraying of plant regulators on grape bunches are strategies used for decades in viticulture, with the purpose of unpacking and improving fruit quality. However, it is a practice with a high cost due to the value of the products, and there is a need to validate alternative products that aim to unpack the bunches at a lower cost, with molybdenum being an interesting alternative. Thus, this study investigated the effect on decompaction and improvement of bunch quality of 'BRS Vitória' and 'Niagara Rosada' vines, by spraying doses of molybdenum doses associated with a standard dose of 30 mg.L⁻¹ of GA₃. The study was conducted during the production season of 2020/2021 and 2021/2022, using doses of 0, 8, 16, 24 and 32 mg.L⁻¹ of molybdenum sprayed on berries of 6 to 8 mm in diameter. The parameters evaluated were: fresh mass of bunches, berries and stalks; length and width of bunches, berries and stalks; number of berries per bunch; pH; soluble solids content; titratable acidity; maturation index; content of polyphenols, flavonoids and anthocyanins; determination of antioxidant activity. The cultivars showed different responses in relation to the products used. In the first harvest, 'BRS Vitória' showed positive responses at the dose of 16 mg.L⁻¹ of molybdenum with an increase in the fresh mass of stalk and in the physical parameters of the berries, the anthocyanin content and antioxidant activity had better responses with the dose of 32mg.L⁻¹, while in the second season there was no significant response between treatments. For the cultivar Niagara Rosada, the application of 24 mg.L⁻¹ of molybdenum was the most responsive in unpacking the bunches, while the content of phenolic compounds and antioxidant activity obtained better responses at the dose of 7.83 mg.L⁻¹.

Keywords: *Vitis labrusca* L.; seedless grape; micronutriente; molybdenum; descompaction grape bunches; phenolic compound; antioxidant activity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Dados climáticos dos anos 2020, 2021 e 2022 (A) e 15 dias antes da colheita (B) durante os dois ciclos produtivos. São Manuel – SP, 2020/2021 e 2021/2022. 26
- Figura 2** - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm de diâmetro, na massa fresca de engaço da videira ‘BRS Vitória’ durante o primeiro ciclo produtivo, respectivamente. São Manuel – SP, 2020/2021. 32
- Figura 3** - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm de diâmetro, no comprimento de baga (A); largura de baga (B); comprimento por largura de baga (C); massa fresca de baga (D) da videira ‘BRS Vitória’ durante o primeiro ciclo produtivo. São Manuel – SP, 2020/2021..... 32
- Figura 4** - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm de diâmetro, no teor de sólidos solúveis do mosto da videira ‘BRS Vitória’ durante o primeiro ciclo produtivo. São Manuel – SP, 2020 a 2021..... 35
- Figura 5** - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm de diâmetro, no pH do mosto da videira ‘BRS Vitória’ durante o primeiro ciclo produtivo. São Manuel – SP, 2020 a 2021. 37
- Figura 6** - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm de diâmetro, no conteúdo de antocianinas da ‘BRS Vitória’ durante o primeiro ciclo produtivo. São Manuel – SP, 2020 a 2021..... 38
- Figura 7** - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm de diâmetro, na atividade antioxidante pelos métodos FRAP (A); DPPH (B) da videira ‘BRS Vitória’ durante o primeiro ciclo produtivo. São Manuel – SP, 2020/2021. 40
- Figura 8** - Dados climáticos dos anos 2020, 2021 e 2022 (A) e 15 dias antes da colheita (B) durante os dois ciclos produtivos. São Manuel – SP, 2020/2021 e 2021/2022. 50

- Figura 9** - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm de diâmetro, na massa fresca de cacho (A); comprimento de cacho (B); largura de cacho (C); comprimento de engajo (D) da videira 'Niagara Rosada' durante o segundo ciclo produtivo. São Manuel – SP, 2021/2022.56
- Figura 10** - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm de diâmetro, no comprimento de baga da videira 'Niagara Rosada' durante os ciclos produtivos. São Manuel – SP, 2021/2022.57
- Figura 11** - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm de diâmetro, no número de bagas por cacho da videira 'Niagara Rosada' durante os ciclos produtivos. São Manuel – SP, 2021/2022.58
- Figura 12** - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm de diâmetro nos sólidos solúveis do mosto da videira 'Niagara Rosada' durante o segundo ciclo produtivo. São Manuel – SP, 2021/2022.60
- Figura 13** - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm de diâmetro no pH do mosto da videira 'Niagara Rosada' durante o primeiro (A) e segundo (B) ciclo produtivo. São Manuel – SP, 2020/2021 e 2021/2022.62
- Figura 14** - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm de diâmetro no teor de compostos antocianinas (A); flavonoides (B); fenólicos polifenóis (C) da videira 'Niagara Rosada' durante o primeiro ciclo produtivo. São Manuel – SP, 2020/2021.62
- Figura 15** - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm de diâmetro, na atividade antioxidante pelos métodos FRAP (A); DPPH (B) da videira 'Niagara Rosada'. São Manuel – SP, 2020/2021.65

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm, nos parâmetros de massa fresca de cachos (MFC); comprimento do cacho (CC); largura de cacho (LC); massa fresca de baga (MFB); comprimento de baga (CB); largura de baga (LB); comprimento por largura de baga (CLB); massa fresca de engajo (MFE); comprimento de engajo (CE); largura de engajo (LE); número de bagas por cacho (NBC) da videira 'BRS Vitória' durante os dois ciclos produtivos. São Manuel-SP, 2020/2021 e 2021/2022..... 31
- Tabela 2** - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm, nos parâmetros químicas de sólidos solúveis (SS); acidez titulável (AT); índice de maturação (SS/AT); pH do mosto da videira 'BRS Vitória' durante os dois ciclos produtivos. São Manuel-SP, 2020/2021 e 2021/2022..... 34
- Tabela 3** - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm nos compostos fenólicos polifenóis; flavonoides; antocianinas; e na atividade antioxidante pelos métodos FRAP; DPPH da videira 'BRS Vitória' durante os dois ciclos produtivos. São Manuel-SP, 2020/2021 e 2021/2022..... 38
- Tabela 4** - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm, nos parâmetros de massa fresca de cachos (MFC); comprimento do cacho (CC); largura de cacho (LC); massa fresca de baga (MFB); comprimento de baga (CB); largura de baga (LB); comprimento por largura de baga (CLB); massa fresca de engajo (MFE); comprimento de engajo (CE); largura de engajo (LE); número de bagas por cacho (NBC) da videira 'Niagara Rosada' durante os dois ciclos produtivos. São Manuel-SP, 2020/2021 e 2021/2022..... 55
- Tabela 5** - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm, nos parâmetros químicas de sólidos solúveis (SS); acidez titulável (AT); índice de maturação (SS/AT); pH do mosto da videira 'Niagara Rosada' durante os dois ciclos produtivos. São Manuel-SP, 2020/2021 e 2021/2022. 59

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	19
CAPÍTULO 1 - ‘MOLIBDÊNIO NA MELHORIA DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E BIOQUÍMICA DE CACHOS DE UVA DA VIDEIRA ‘BRS VITÓRIA’	22
1.1 INTRODUÇÃO	23
1.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
1.2.1 Área experimental	25
1.2.2 Condições de cultivo e manejos das videiras	26
1.2.3 Delineamento experimental	27
1.2.4 Colheita.....	28
1.2.4.1 Parâmetros físicos dos cachos, engaços e bagas	28
1.2.4.2 Parâmetros químicos do mosto	29
1.2.4.3 Parâmetros bioquímicos: Teor de compostos fenólicos e determinação da atividade antioxidante	29
1.2.5 Análises estatísticas.....	30
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
1.3.1 Parâmetros físicos de cachos, bagas e engaços.....	30
1.3.2 Parâmetros químicos do mosto	34
1.3.3 Parâmetros bioquímicos: Teor de compostos fenólicos e determinação da atividade antioxidante	37
1.4 CONCLUSÕES	40
REFERÊNCIAS	41
CAPÍTULO 2 - ‘MOLIBDÊNIO NA MELHORIA DA QUALIDADE DE CACHOS DE ‘NIAGARA ROSADA’	46
2.1 INTRODUÇÃO	47
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	49
2.2.1 Área experimental	49
2.3 Condições de cultivo e manejos das videiras	50

2.2.2	Delineamento experimental.....	51
2.2.3	Colheita	52
2.2.3.1	Parâmetros físicos dos cachos, bagas e engaços.....	52
2.2.3.2	Parâmetros químicos do mosto	52
2.2.3.3	Parâmetros bioquímicos: Teor de compostos fenólicos e determinação da atividade antioxidante	53
2.4	Análises estatísticas	54
2.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
2.5.1	Parâmetros físicos de cachos, bagas e engaços	54
2.5.2	Parâmetros químicos do mosto	58
2.5.3	Parâmetros bioquímicos: Teor de compostos fenólicos e determinação da atividade antioxidante	62
2.6	CONCLUSÕES	66
	REFERÊNCIAS	68
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
	REFERÊNCIAS	75

INTRODUÇÃO GERAL

A produção e consumo de uvas frescas vem aumentando com o passar dos anos (USDA, 2022). No Brasil, estima-se que em 2019, a produção de uva destinada ao consumo *in natura* foi de 747.660 t, o que representa 51,72% da produção total (MELLO; MACHADO, 2020).

A preferência pelo consumo de uvas apirênicas tem aumentado, em detrimento ao consumo de uvas com semente (ALMEIDA, 2017). No entanto, o mercado ainda possui forte demanda pela cultivar com semente Niagara Rosada, se tratando de uma das uvas frescas mais consumidas nacionalmente (BOTELHO et al., 2018; KISHINO; MARUR; ROBERTO, 2019). Representante das videiras *Vitis labrusca* L., a variedade é predominante e de grande produção na viticultura paulista (TECCHIO et al., 2018; CASTILHA; MARCOMINI; PALMIERI, 2019), correspondendo à cerca de 75% da produção de uvas para mesa do estado no ano de 2020 (INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA; 2021).

Desenvolvida pelo programa de melhoramento genético da Embrapa Uva e Vinho, “Uvas do Brasil”, a cultivar sem semente BRS Vitória apresenta sabor aframbosado característico de uvas americanas, apresentando forte aceitação pelo consumidor brasileiro. Além disso, devido a sua ampla adaptação climática, alta fertilidade de gemas e ser uma cultivar vigorosa com tolerância ao míldio (*Plasmopara viticola*), vem se tonando preferida para cultivo por parte dos produtores (MAIA et al., 2016).

Produzida principalmente no submédio do Vale do Rio São Francisco, sertão nordestino, a ‘BRS Vitória’ vem se expandindo no noroeste Paulista. Possui cachos pequenos e compactos, bagas esféricas reduzidas de coloração preto-azulada (MAIA et al., 2012; MAIA et al., 2016; TECCHIO et al., 2018; MAIA; RITSCHER, 2019; MELLO, 2020).

Devido ao tamanho reduzido e a compacidade dos cachos, ocasionados pela ausência de sementes e pelo menor ciclo de produção, por conta de seu cultivo em regiões de temperaturas elevadas (PIRES; BOTELHO, 2000; PIRES; MAIA, 2012; KISHINO; MARUR; ROBERTO, 2019; MELLO, 2020), a cultivar necessita de manejos específicos para promover a sua descompactação através do alongamento do engaço (MAIA et al., 2012; TECCHIO et al., 2018; KISHINO; ROBERTO; GENTA, 2019).

Quanto a 'Niagara Rosada', cultivar rústica que demanda pouco manejo, apresenta cachos médios e compactos, com bagas de coloração rosácea, arredondadas e médias, com textura mucilaginosa sua polpa apresenta sementes e se libera completamente da casca, possui sabor foxado característico de *Vitis labrusca* L. (MAIA, 2012a).

Assim como na 'BRS Vitória' para a 'Niagara Rosada' é de extrema importância o uso de produtos que visem a melhoria da qualidade dos cachos e bagas através do aumento do tamanho do engaço (MAIA, 2012b). Uma vez que a aparência dos cachos é um fator fundamental no momento da escolha pelo consumidor (LEÃO, 2010).

Na viticultura de mesa, principalmente em cultivares apirênicas, para promover a descompactação dos cachos com o aumento do tamanho do engaço é realizada a aplicação de reguladores vegetais diretamente nos cachos, sendo o ácido giberélico (GA_3) o fitorregulador mais utilizado para esse manejo (BOTELHO et al., 2002; TECCHIO et al., 2018; JACKSON, 2020). A aplicação direcionada aos cachos se dá pelo fato de o GA_3 ocasionar redução da fertilidade de gemas, se aplicado em toda a planta (BOTELHO; PIRES; TERRA, 2004).

Apesar de ser uma prática muito difundida na viticultura e com eficácia comprovada, a aplicação de GA_3 possui custo elevado, em torno de 280,00 reais 25g de produto (Progibb[®]400). Dessa forma, há a necessidade de validar um produto alternativo que promova a descompactação dos cachos de uva, pelo aumento do tamanho do engaço, com preço mais acessível aos viticultores, como por exemplo, o molibdênio (Prime Molibdênio 8%[®] 70,00 reais 1L).

Os micronutrientes minerais são indispensáveis para as videiras, uma vez que possuem relação direta com o metabolismo e função celular no vegetal. O molibdênio apesar de ser requerido em baixas quantidades pela planta, apresenta grande importância por atuar catalisando reações de redução, transferindo seus elétrons para enzimas essenciais para o vegetal. Sua absorção ocorre na forma de Molibdato (MoO_4^{2-}) apresentando mobilidade intermediária através do xilema (HÄNSCH; MENDEL, 2009; BROADLEY et al., 2012).

O molibdênio (Mo) está fortemente relacionado ao metabolismo de importantes hormônios vegetais como a auxina (AIA) e o ácido abscísico (ABA),

por ser constituinte da enzima aldeído oxidase, responsável pela redução tanto do indol-3-acetaldeído (IAAld) à ácido indol-3-acético (AIA), quanto da oxidação de aldeído-ABA em ácido abscísico (ABA) (SEO et al., 1998; HÄNSCH; MENDEL, 2009; COSGROVE, 2017). Enquanto o AIA atua na divisão e alongamento celular durante o período inicial de desenvolvimento dos frutos possibilitando aumento no seu tamanho, o ABA atua na fase de maturação dos frutos, influenciando na qualidade química e também no conteúdo de antocianinas (PIRES; MAIA, 2012; COSGROVE, 2017).

Em trabalhos realizados na Austrália com aplicação foliar de molibdênio em 'Merlot' (*Vitis vinifera*), com a finalidade de contornar o problema com distúrbio fisiológico de milerandage (bagas de diversos tamanhos e diferentes estágios de maturação em um mesmo cacho), os autores evidenciaram aumento no tamanho de cachos e bagas (WILLIAMS; MAIER; BARLETE; 2005; WILLIAMS et al. 2007; LONGBOTTOM; DRY; SEDGLEY, 2010; ATTIA; FARAG, 2017). Contudo, faltam relatos sobre a eficiência da aplicação de molibdênio na descompactação dos cachos de uva para mesa quando aplicado em condições de clima subtropical.

Neste contexto, é de suma importância a realização de avaliações da relação entre cultivares de uva para mesa, com a aplicação de molibdênio em região de clima subtropical, a fim de fornecer informações relevantes aos viticultores sobre a descompactação de cachos e possibilitar a redução de custos para esse manejo.

Este trabalho teve por objetivo avaliar em condições subtropicais, o uso de Mo associado ao GA₃ na descompactação de cachos e bagas de videiras 'BRS Vitória' e 'Niagara Rosada' em São Manuel, região sudoeste do estado de São Paulo.

CAPÍTULO 1

'MOLIBDÊNIO NA MELHORIA DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E BIOQUÍMICA DE CACHOS DE UVA DA VIDEIRA 'BRS VITÓRIA''

Resumo

O objetivo desse trabalho foi avaliar durante as safras 2020/2021 e 2021/2022, a resposta de cachos da videira apirênica 'BRS Vitória' submetidos à pulverização de molibdênio (0, 8, 16 e 32 mg.L⁻¹) e uma dose padrão de 30 mg.L⁻¹ de GA₃, na redução da compactação de cachos pelo aumento do tamanho do engaço e aumento da qualidade dos frutos, aplicadas em bagas com 6 a 8 mm de diâmetro. Os parâmetros avaliados foram: comprimento, largura e massa fresca de cachos, bagas e engaços; concentração de sólidos solúveis, acidez titulável, índice de maturação e pH; teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante. A aplicação de molibdênio não apresentou resposta significativa entre as doses durante o segundo ciclo. Para o primeiro ciclo foi verificada diferença significativa para os parâmetros massa fresca de engaço, em todas os parâmetros físicas relacionadas às bagas, teor de sólidos solúveis, pH, antocianinas, FRAP e DPPH. A dose de 16 mg.L⁻¹ de molibdênio foi mais responsiva para os parâmetros físicas, enquanto a dose máxima de Mo apresentou as melhores respostas quanto a concentração de compostos fenólicos e atividade antioxidante.

Palavras-chave: BRS Vitória; uva apirênica; molibdênio; antocianinas; atividade antioxidante.

'BRS VITÓRIA'

Abstract

The aim of this work was to evaluate, during the 2020/2021 and 2021/2022 seasons, the response of bunches of the apyrenic vine 'BRS Vitória' submitted to molybdenum spraying (0, 8, 16 and 32 mg.L⁻¹) and a dose standard of 30 mg.L⁻¹ of GA₃, in the reduction of the compaction of bunches by the increase of the size of the stem and increase of the quality of the fruits, applied in berries with 6 to 8 mm of diameter. The parameters evaluated were: length, width and fresh mass of bunches, berries and stalks; soluble solids concentration, titratable acidity, maturation index and pH; content of phenolic compounds and antioxidant activity. Molybdenum application showed no significant response between doses during the second season. For the first season, a significant difference was observed for the parameters fresh stem mass, in all physical parameters related to berries, soluble solids content, pH, anthocyanins, FRAP and DPPH. The dose of 16 mg.L⁻¹ of molybdenum was more responsive to the physical parameters, while the maximum dose of Mo showed the best responses regarding the concentration of phenolic compounds and antioxidant activity.

Keywords: BRS Vitória; apyrenic grape; molybdenum; anthocyanins; antioxidant activity.

1.1 INTRODUÇÃO

Apesar da grande extensão territorial do Brasil proporcionando variação edafoclimática, o desenvolvimento de técnicas como utilização de produtos à base de fitorreguladores possibilita o cultivo de videiras em todo o território nacional, com colheita em diversas épocas do ano (OLIVEIRA et al., 2008; MAIA; RITSCHHEL, 2018).

Com área de aproximadamente 75 mil hectares e produção de 1,5 milhão de toneladas, a videira é uma das principais frutíferas cultivadas no país (IBGE, 2022), classificando o Brasil como quinto maior produtor de uva para mesa do mundo (USDA, 2022). Em 2021 houve aumento de 22% na produção de uva destinada ao consumo *in natura* em relação ao ano anterior, evidenciando o aumento da procura dessa fruta pelo mercado consumidor (IBGE, 2022).

Dentre as principais regiões vitícolas do país, o estado de São Paulo se destaca como terceiro maior produtor de uvas para mesa, responsável por cerca de 11% da produção brasileira (IBGE, 2022), com foco na produção da cultivar Niagara Rosada, uva mais consumida e apreciada pelo consumidor brasileiro (OLIVEIRA et al., 2008; TECCHIO et al., 2018; MAIA; RITSCHHEL, 2018).

Produzida principalmente no Submédio do Vale do São Francisco, região nordeste do país, a 'BRS Vitória' tem sido utilizada como alternativa para substituir cultivares tradicionais de uvas apirenas que possuem baixa fertilidade e pouco rendimento ao produtor. Essa cultivar vem ganhando espaço não só na preferência de cultivo pelos produtores, mas também no paladar dos consumidores, por apresentar sabor característico de uva *V. Labrusca* L. (RITSCHHEL, 2012; TECCHIO et al., 2018; MAIA; RITSCHHEL, 2018; MELLO, 2020).

Caracterizada por ser uma cultivar bastante vigorosa a BRS Vitória apresenta ampla adaptação climática e alta fertilidade de gemas. Seus cachos são pequenos e compactados, com bagas pequenas de coloração preto azulada (MAIA et al., 2016).

Devido a característica compactada de seus cachos a 'BRS Vitória' necessita da utilização de estratégias com o objetivo de aumento o tamanho do engajo (ráquis) e das bagas, possibilitando elevação da massa e tamanho dos cachos (MAIA et al., 2016).

Devido à ausência de sementes, cachos de cultivares apirênicas tendem a apresentar bagas menores e cachos mais compactados quando comparados a cultivares de uva com sementes. Isso porque as sementes são as principais

responsáveis pela síntese de hormônios nas bagas, os quais promovem a divisão e expansão celular (PIRES; BOTELHO, 2001; CONDE et al., 2007; PIRES; MAIA, 2012).

No momento da compra o consumidor possui fortes exigências quanto a aparência do fruto, no caso das uvas, cachos grandes com bagas maiores se tornam mais atrativos e são comercializados de maneira mais rápida (LEÃO, 2010). Por conta dessa exigência do mercado, para contornar o problema da compactação de cachos na viticultura de mesa utiliza-se manejos com aplicação de fitorreguladores, principalmente com ácido giberélico (GA_3), visando aumentar o tamanho do engajo e, conseqüentemente, dos cachos (CASTRO, 1975; SOUSA, 1996; PIRES, 1998; LEÃO, 2010; PIRES; MAIA, 2012).

Apesar da utilização de GA_3 ser bastante difundida na viticultura, o elevado custo com o produto (280,00 reais 25g de Progibb[®]400) acaba tornando esse manejo bastante oneroso ao viticultor. Dessa maneira, torna-se importante a validação de produtos alternativos que visem a descompactação de cachos pelo aumento do tamanho da ráquis com menor custo, como o molibdênio (Prime Molibdênio 8%[®] 70,00 reais 1L).

O micronutriente molibdênio, da mesma forma que os fitorreguladores, tem papel importante na regulação de diversos processos na videira. Absorvido pela planta em baixa quantidade na forma de molibdato (MoO_4^{2-}), trata-se de um elemento de transição que fornece elétrons para enzimas como, por exemplo, a nitrato redutase, envolvida na absorção de nitrogênio pela planta. (DECHEN; NACHTIGAL, 2007; HÄNSCH; MENDEL, 2009; BROADLEY et al., 2012; KISHINO, 2019).

Além disso, possui importante papel na biossíntese de fitohormônios como auxina (AIA) e ácido abscísico (ABA) nas plantas, devido à sua função como cofator da enzima aldeído oxidase (SEO et al., 1998; BROADLEY et al., 2012; MENDEL; KRUSE, 2012; AMARO, 2014). O ABA influencia no aumento da qualidade dos frutos, enquanto o AIA auxilia no seu desenvolvimento (PIRES; MAIA, 2012; COSGROVE, 2017).

O molibdênio é bastante utilizado na pulverização foliar em culturas produzidas em larga escala, de forma a auxiliar na fixação biológica de nitrogênio (CALONEGO et al., 2010; CRUSCIOL et al., 2019). Também há relatos do seu uso na citricultura, para proporcionar aumento na produtividade (EZZ; KOBBI, 1999).

No entanto, existem poucas informações sobre estudos utilizando molibdênio na viticultura, os quais demonstraram eficiência do micronutriente em aumentar tamanho de cachos e bagas em aplicação na cultivar vinífera Merlot (WILLIAMS; MAIER; BARTLLET, 2005). Dessa maneira, faltando estudos que relatem a respeito dos resultados promovidos pelo Mo quando aplicado em cultivar de uva para mesa em clima subtropical.

Assim, o presente estudo teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes concentrações de Mo associado ao GA₃, na melhoria da físico-química e bioquímica de cachos da videira sem semente 'BRS Vitória' cultivada no estado de São Paulo.

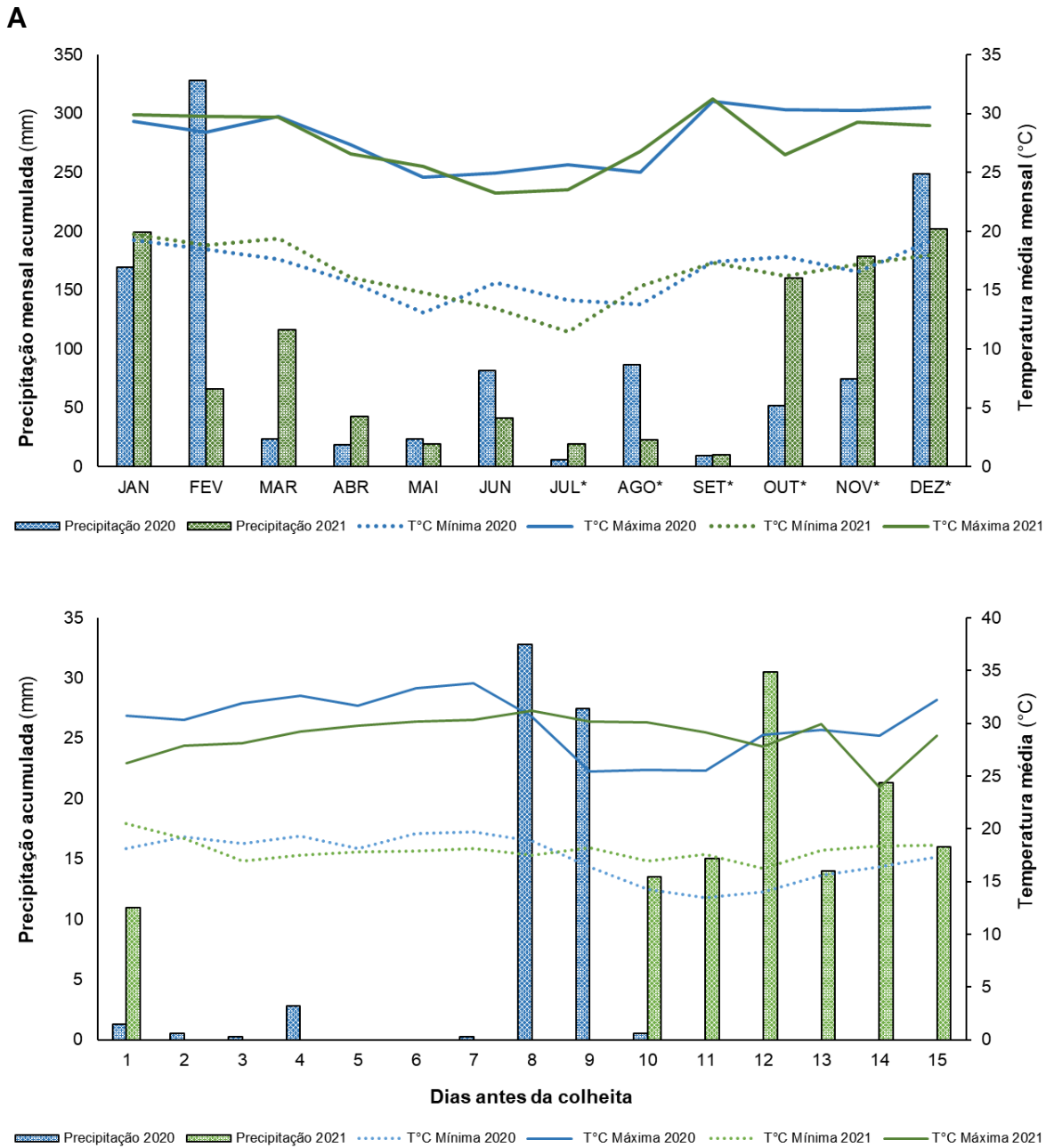
1.2 MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 Área experimental

A condução do experimento foi realizada nas safras produtivas de 2020/2021 e 2021/2022, no parreiral da Fazenda Experimental de Ensino, Pesquisa e Produção, localizado no município de São Manuel - SP, situado a 22°46'S e 48°34'O, a 740m de altitude. A fazenda pertence à UNESP - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Campus de Botucatu. O experimento foi conduzido no período de julho a dezembro de 2020, no primeiro ciclo, enquanto o segundo ciclo foi realizado de agosto de 2021 a janeiro de 2022.

De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, a região de São Manuel se caracteriza como sendo Cfa, clima temperado quente (mesotérmico) úmido (subtropical úmido). Com temperatura média anual de 19,1°C, umidade relativa de 71% e pluviosidade média de 1324 mm (CUNHA; MARTINS, 2009).

Figura 1 - Dados climáticos dos anos 2020 e 2021 (A) e 15 dias antes da colheita (B) durante os dois ciclos produtivos. São Manuel – SP, 2020/2021 e 2021/2022



B

1.2.2 Condições de cultivo e manejos das videiras

Foi avaliada a cultivar de uva BRS Vitória enxertada no porta-enxerto IAC 766 Campinas. A área experimental foi implantada em agosto de 2018, com o plantio de estacas do porta-enxerto IAC 766 Campinas, sendo a enxertia da 'BRS Vitória' realizada em julho de 2019, ao final do inverno. Utilizou-se o sistema de condução em

Y, com as videiras espaçadas em 3,0 m entre linhas e 2,0 m entre plantas. Para a irrigação, foram utilizados microaspersores invertidos, acionados com base na necessidade hídrica da cultura.

As podas de produção para o primeiro e segundo ciclo foram realizadas em 22 de julho de 2020 e em 05 de agosto de 2021, respectivamente, ao final do período de inverno. Para as quais foram mantidas de uma a duas gemas por esporão. Após a poda, foi feita a aplicação de cianamida hidrogenada (Dormex®) a 2,5%, para induzir e uniformizar a brotação das gemas.

Os manejos culturais de desbrota, amarrão dos ramos ao sistema de condução, retirada de netos, folhas e desponte de ramos foram realizados com base em técnicas recomendadas para a cultura da videira na região (MAIA et al., 2016).

Para proteger o vinhedo contra ataques de pássaros, abelhas e chuvas de granizo, foi realizada a cobertura da área experimental com telas antigranizo de polietileno com 18% de sombreamento.

O manejo fitossanitário foi realizado conforme a necessidade. O manejo nutricional foi realizado de acordo com a análise química do solo, tomando como base as recomendações de adubação do Instituto Agrônomo, contidas no Boletim Técnico 100 (RAIJ et al., 1997).

1.2.3 Delineamento experimental

Os tratamentos consistiram em pulverização direcionada aos cachos de solução aquosa contendo cinco doses de molibdato (Prime Molibdênio 8%®) 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 mL.L⁻¹ H₂O (concentração de molibdênio 0; 8; 16; 24 e 32 mg.L⁻¹) na fase de baga ervilha (bagas com 6 a 8 mm de diâmetro) com aplicação padrão de 30 mg.L⁻¹ de GA₃ (Progibb®400), com o uso de 0,3 mL.L⁻¹ de espalhante adesivo não iônico, Iharaguen-S®. A aplicação foi realizada por pulverização dos cachos com pulverizador manual, com rendimento de calda de aproximadamente 0,8 mL/cacho.

As doses de Mo utilizadas no presente estudo foram adotadas com base em doses utilizadas por viticultores brasileiros, os quais relatam eficiência do produto quando associado ao GA₃, possibilitando a redução da quantidade utilizada do fitorregulador. A dose de 0,2 mg.L⁻¹ de molibdato (16 mg.L⁻¹ de Mo) foi estabelecida como padrão, com base nos relatos dos viticultores, e dessa forma, estabelecido a aplicação 50% acima (0,3 mg.L⁻¹ de molibdato; 24 mg.L⁻¹ de Mo) e abaixo (0,1 mg.L⁻¹

de molibdato; 8 mg.L⁻¹ de Mo), 100% acima (0,4 mg.L⁻¹ de molibdato; 32 mg.L⁻¹ de Mo) e abaixo (testemunha).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com cinco doses de Mo e 5 repetições, totalizando 25 parcelas experimentais. Cada parcela experimental foi constituída por 3 cachos, sendo todos os cachos pulverizados utilizados para posteriores avaliações. Os cachos selecionados foram identificados no momento da primeira aplicação.

Na safra 20/21 a aplicação dos tratamentos de Mo na fase de ervilha, ocorreu em 24 de setembro (64 D.A.P.), e 56 D.A.P no segundo ciclo no dia 30 de setembro de 2021. Durante as duas safras foi necessária a realização de desponte de cachos, sendo feita a retirada de 2/5 do comprimento do cacho, de acordo com recomendações para a cultivar (MAIA et al., 2016).

1.2.4 Colheita

A colheita dos cachos foi realizada no ponto de colheita comercial, quando a testemunha atingiu teor de sólidos solúveis de 18°Brix (MAIA et al., 2016), o que ocorreu em 24 de novembro de 2020 e em 05 de janeiro de 2022 na segunda safra. Os cachos foram acondicionados em sacos plásticos de polietileno, identificados com os respectivos tratamentos e posteriormente para realização das análises foram levados ao laboratório de análises do Departamento de Produção Vegetal Setor de Horticultura, da Faculdade de Ciências Agronômicas.

1.2.4.1 Parâmetros físicos dos cachos, engaos e bagas

Após a colheita, os frutos foram levados ao laboratório de análises do Departamento de Produção Vegetal, da Faculdade de Ciências Agronômicas, a fim de avaliar os parâmetros físicas dos cachos. Foram realizadas as seguintes análises: massa fresca (MFC), comprimento (CC) e largura (LC) de cachos; massa fresca (MFE), comprimento (CE) e largura (LE) de engajo; contabilizado o número de bagas por cacho; realizada a massa fresca da baga (MFB), comprimento (CB) e largura (LB) de bagas. Para a obtenção das massas, foi utilizada balança analítica, expressa em gramas, e as dimensões foram realizadas com o auxílio de régua graduada em centímetros.

1.2.4.2 Parâmetros químicos do mosto

Posteriormente às análises físicas, todos os cachos pulverizados foram utilizados para realização dos parâmetros químicos do mosto. Foi efetuada a retirada de seis bagas por cachos e realizada a maceração para obtenção do mosto, pelo qual foram analisados os teores de sólidos solúveis, por meio da utilização de refratômetro digital da marca Atago; determinado o pH através de pHmetro micronal B-274 pela diluição do mosto em concentração de 1:9 em água deionizada, fazendo uso das técnicas recomendadas pelo Instituto Adolfo Lutz (1985); para a avaliação da acidez titulável, também foi realizada conforme técnica de determinação da acidez titulável (AT) por volumetria potencialmétrica, desenvolvida pelo Instituto Adolfo Lutz (1985), por meio do volume de NaOH gasto utilizou-se para calcular a acidez em mL de solução normal (AT), sendo expresso em gramas de ácido tartárico 100 g⁻¹ de amostra.

$$AT = \frac{v \times f \times N \times PM}{10 \times Va \times n}$$

AT = Acidez titulável:

v = Volume mL de solução de NaOH (0,1 N) gasto na titulação;

f = Fator de correção da solução de NaOH (0,1 N);

N = Normalidade da solução de NaOH;

PM = Peso molecular do ácido tartárico (150,087);

Va = Volume da amostra em mL;

N = Nº de hidrogênios ionizáveis do ácido tartárico (2).

1.2.4.3 Parâmetros bioquímicos: Teor de compostos fenólicos e determinação da atividade antioxidante

Para as análises bioquímicas do primeiro ciclo foram realizadas as seguintes avaliações utilizando espectrofotômetro Instrutherm® UV-Vis UV 2000: conteúdo de polifenóis totais determinados através do método de Folin-Ciocalteau (SINGLETON; ROSSI JÚNIOR, 1965), sendo os resultados expresso em mg de ácido gálico equivalente por 100g de uva (mg AGE.100g⁻¹); teor de flavonoides totais pelo método de Popova et al. (2004), com resultados expressos em mg de quercetina equivalente por 100g de uva (mg QE.100g⁻¹); antocianinas monoméricas totais realizada pelo

método do pH diferencial (LEE; DURST; WROLSTAD, 2005), expressa em mg de malvidina-3-glicosídeo equivalente por kg de uva ($\text{mg ME} \cdot 100\text{g}^{-1}$).

Também foi avaliada atividade antioxidante *in vitro*, através de dois métodos, em espectrofotômetro Instrutherm® UV–Vis UV 2000: captura de radicais livres DPPH a 517 nm (KIM; GUO; PARCKER, 2002); para a construção da curva analítica foi utilizado padrão analítico Trolox, e os resultados observados foram expressos como equivalentes de Trolox por kg de uva ($\text{mmol TEAC} \cdot \text{kg}^{-1}$); e poder antioxidante redutor férrico – FRAP, pelo método descrito por Benzie e Strain (1996), a 593 – 595 nm.

1.2.5 Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico SISVAR versão 5.6. Primeiramente foi verificada a normalidade dos dados e em seguida os dados obtidos pelas avaliações físico-químicas e bioquímicas foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para determinar o efeito das doses de Mo sobre os cachos, bem como se houve interação entre elas.

Análise de regressão foi realizada para os dados observados pelas avaliações físico-químicas e bioquímicas, com a finalidade de determinar o efeito das doses de Mo nas características físicas, químicas e bioquímicas dos cachos.

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.3.1 Parâmetros físicos de cachos, bagas e engaços

Não foi observado diferença significativa entre as doses de Mo para todos os parâmetros físicos avaliados na safra 2021/2022; e massa fresca, comprimento e largura de cacho; comprimento e largura de engaço e número de bagas por cacho, na safra 2020/2021. Para o restante dos parâmetros avaliados durante o primeiro ciclo foi ajustado modelo de regressão para expressar a variação dos dados obtidos (Tabela 1).

Tabela 1 - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm, nos parâmetros de massa fresca de cachos (MFC); comprimento do cacho (CC); largura de cacho (LC); massa fresca de baga (MFB); comprimento de baga (CB); largura de baga (LB); comprimento por largura de baga (CLB); massa fresca de engajo (MFE); comprimento de engajo (CE); largura de engajo (LE); número de bagas por cacho (NBC) da videira 'BRS Vitória' durante os dois ciclos produtivos. São Manuel-SP, 2020/2021 e 2021/2022

2020/2021											
Mo (mg.L⁻¹)	MFC (g)	CC (cm)	LC (cm)	MFB (g)	CB (cm)	LB (cm)	CLB (cm)	MFE (g)	CE (cm)	LE (cm)	NBC
0	213,06	16,33	6,80	3,95	1,65	2,07	0,79	2,77	13,93	6,00	51,62
8	191,00	16,06	7,83	4,64	1,81	2,32	0,77	3,15	12,40	5,69	46,29
16	215,70	15,60	7,80	4,62	1,84	2,32	0,78	3,33	14,40	5,87	46,20
24	219,79	16,00	8,13	4,60	2,27	1,95	1,18	3,03	11,77	4,77	46,58
32	224,68	17,13	7,83	4,29	2,27	1,85	1,26	4,47	14,67	5,81	52,44
	ns	ns	ns	**	**	*	**	**	ns	ns	ns
CV (%)	26,50	9,74	10,08	9,68	10,77	13,01	20,02	21,08	13,68	17,41	24,80
2021/2022											
Mo (mg.L⁻¹)	MFC (g)	CC (cm)	LC (cm)	MFB (g)	CB (cm)	LB (cm)	CLB (cm)	MFE (g)	CE (cm)	LE (cm)	NBC
0	242,63	14,71	7,90	5,59	2,76	1,94	1,42	4,33	12,75	6,00	42,55
8	248,91	14,54	8,00	4,99	2,64	1,86	1,42	4,56	12,16	5,67	48,87
16	244,46	13,83	7,37	5,11	2,61	1,85	1,41	4,35	9,80	4,35	46,80
24	211,99	13,00	7,53	5,18	2,61	1,83	1,42	3,87	8,67	4,67	40,21
32	244,75	12,83	7,67	5,43	2,68	1,87	1,43	4,68	9,90	4,83	44,59
	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	23,82	11,20	8,29	8,13	2,80	2,54	2,21	19,04	15,58	20,23	25,93

ns: não significativo; ** significativo a 1% de probabilidade de erro; * significativo a 5% de probabilidade de erro.

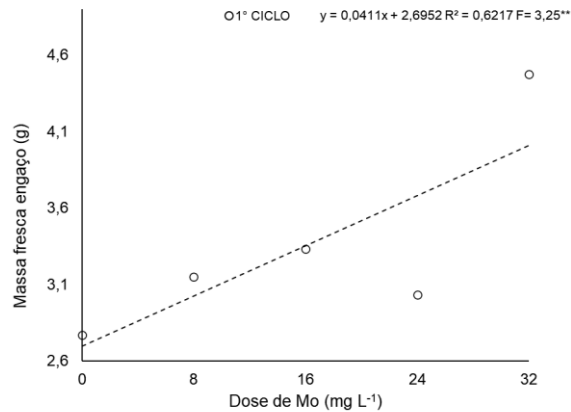
Na safra 2020/2021 as doses de Mo proporcionaram aumento linear na massa fresca de engajo (Figura 2). Esse resultado indica que com o aumento das doses do micronutriente, a ráquis apresentou aumento no seu diâmetro tornando-se mais grossa, visto que não houve aumento de comprimento e largura de engajo com as doses de Mo.

O aumento da massa fresca do engajo pode ser em decorrência de aumento na concentração de auxina (AIA) proporcionado pela aplicação de Mo (SABATINO et al, 2019). O AIA, durante a fase de desenvolvimento inicial dos frutos auxilia no processo de divisão e alongamento celular (COSGROVE, 2017).

Além da aplicação do micronutriente, os cachos podem sofrer interferência de diversos fatores, principalmente fatores ambientais se tratando de experimento conduzido à campo (LEE; DOSSETT; FINN, 2012). Dessa forma, sugere-se que os resultados da safra 2021/2022 tenham sido afetados de forma negativa devido ao excesso de precipitação pluviométrica no período final de maturação dos frutos (Figura 1B), influenciado em diferentes respostas nos cachos durante os dois ciclos.

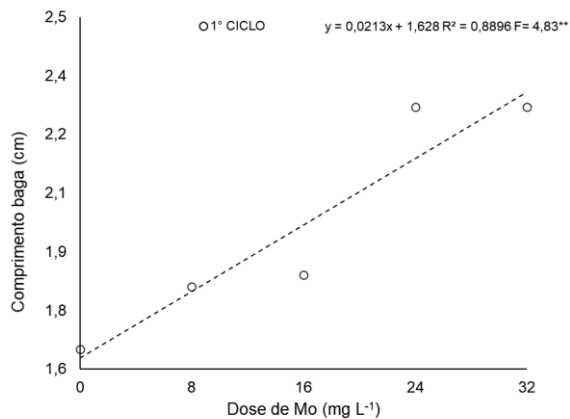
Isso devido houve atraso na maturação dos frutos observado durante a condução do experimento, o que ocasionou em colheita tardia quando comparada a do ao anterior.

Figura 2 - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm de diâmetro, na massa fresca de engajo da videira 'BRS Vitória' durante o primeiro ciclo produtivo, respectivamente. São Manuel – SP, 2020/2021

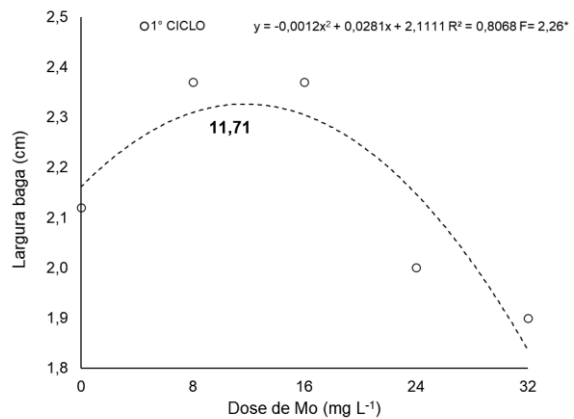


Durante a primeira safra foi ajustado modelo de regressão para todos os parâmetros físicos das bagas com as doses de Mo (Figura 3).

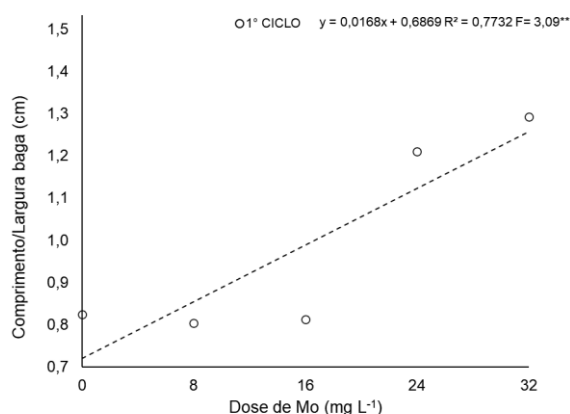
Figura 3 - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm de diâmetro, no comprimento de baga (A); largura de baga (B); comprimento por largura de baga (C); massa fresca de baga (D) da videira 'BRS Vitória' durante o primeiro ciclo produtivo. São Manuel – SP, 2020/2021



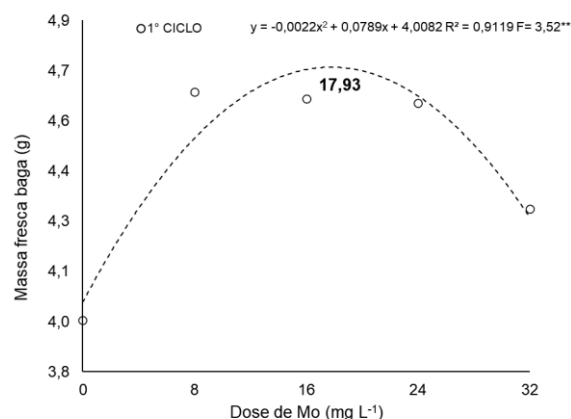
A



B



C



D

Na safra 2020/2021 as doses de Mo promoveram aumento linear do comprimento de baga (Figura 3A), enquanto a largura de baga (Figura 3B) aumentou até a dose estimada de 11,71 mg.L⁻¹. Esses resultados refletiram no aumento da relação comprimento/largura de baga (Figura 3C); e também na elevação da massa fresca de baga até a dose 17,93 mg.L⁻¹ (Figura 3D).

A relação comprimento/largura de baga refere-se sobre as características morfológicas do fruto. Quanto mais próximo de 1 o valor da relação indica que o comprimento e a largura da baga apresentam tamanhos semelhantes, sendo assim, mais arredondado é o formato da baga. Bagas com relação comprimento/largura maiores que 1 são maiores longitudinalmente em relação ao seu diâmetro (PIRES, 1988). Dessa forma, constata-se que na safra 2020/2021 a aplicação de Mo tornou as bagas mais alongadas quando comparadas ao tratamento controle.

Diversos autores relataram aumento nos parâmetros físicos das bagas após pulverização de Mo em videiras (WILLIAMS et al., 2005; WILLIAMS et al., 2007; LONGBOTTOM; DRY; SEDGLEY, 2010; ATTIA; FARAG, 2017), corroborando com os resultados observados no presente estudo.

Esse aumento dos parâmetros físicos das bagas pode estar relacionado ao aumento da biossíntese de AIA, após aplicação de Mo durante a fase de desenvolvimento vegetativo dos frutos. O Mo é relacionado de forma indireta à fase final de síntese do AIA por ser cofator da enzima que realiza a reação de redução sintetizando esse hormônio vegetal (SEO et al., 1998; BROADLEY et al., 2012; MENDEL; KRUSE, 2012; AMARO, 2014).

Dentre os diversos efeitos fisiológicos da auxina nos vegetais, um dos principais é o alongamento celular, através do crescimento ácido (COSGROVE, 2017). Em uvas

sem semente, como a ‘BRS Vitória’, o aumento no teor desse hormônio vegetal possui grande importância no aumento do tamanho das bagas. As sementes são responsáveis por realizar grande parte da biossíntese dos hormônios nas bagas, influenciando na morfologia dos frutos; portanto, uvas apirênicas possuem bagas menores do que uvas com sementes (PIRES; BOTELHO, 2001; CONDE et al., 2007; PIRES; MAIA, 2012).

Com base nos resultados obtidos no presente estudo, as doses de molibdênio associadas a 30 mg.L⁻¹ de GA₃, aplicadas na fase de bagas ervilha (6 a 8mm de diâmetro), não demonstraram eficiência em promover o aumento do tamanho de engaço possibilitando a descompactação dos cachos da ‘BRS Vitória’. No entanto, verificou-se que a dose de 16 mg.L⁻¹ proporcionou efeito benéfico no aumento dos parâmetros físicos das bagas, aumentando seu tamanho e conseqüentemente sua massa.

1.3.2 Parâmetros químicos do mosto

Não houve diferença estatística significativa entre as doses de Mo para a maioria dos parâmetros avaliados durante os dois ciclos de produção, exceto para o teor de sólidos solúveis e pH na primeira safra (Tabela 2).

Tabela 2 - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm, nos parâmetros químicas de sólidos solúveis (SS); acidez titulável (AT); índice de maturação (SS/AT); pH do mosto da videira ‘BRS Vitória’ durante os dois ciclos produtivos. São Manuel-SP, 2020/2021 e 2021/2022

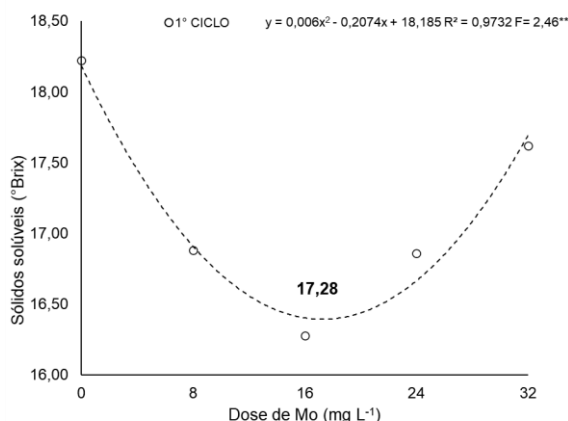
Mo (mg.L ⁻¹)	SS (°Brix)		AT (%)		SS/AT		pH	
	20/21	21/22	20/21	21/22	20/21	21/22	20/21	21/22
0	18,22	17,30	0,75	0,40	24,16	43,51	3,20	3,51
8	16,88	17,78	0,75	0,39	22,63	45,71	3,28	3,53
16	16,28	17,45	0,80	0,41	20,48	43,31	3,25	3,52
24	16,86	17,32	0,73	0,38	23,19	45,88	3,24	3,51
32	17,62	17,22	0,73	0,41	24,01	43,73	3,24	3,51
	**	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns
CV (%)	5,92	5,27	14,32	17,66	17,89	17,67	1,51	1,60

ns: não significativo; ** significativo a 1% de probabilidade de erro; * significativo a 5% de probabilidade de erro.

Durante a safra 2020/2021 foi ajustado modelo de regressão quadrático para expressar a variação dos dados (Figura 4). Houve redução quadrática no teor de

sólidos solúveis, com o ponto de mínimo da função obtida com a dose estimada de 17,28 mg.L⁻¹ de Mo.

Figura 4 - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm de diâmetro, no teor de sólidos solúveis do mosto da videira 'BRS Vitória' durante o primeiro ciclo produtivo. São Manuel – SP, 2020 a 2021



Attia e Farag (2017) não observaram diferença significativa no teor de sólidos solúveis em 'Thompson Seedless' tratada com Mo, em relação a testemunha. Discordando do observado no presente estudo durante a primeira safra.

De acordo com Maia et al. (2012) o teor de sólidos solúveis ideal para tornar o sabor da 'BRS Vitória' mais palatável, varia entre 18 e 23 °Brix. Embora os resultados observados no presente estudo, para os tratamentos com aplicação de Mo, não tenham atingido o valor mínimo estipulado para a cultivar, estes se apresentaram acima do mínimo exigido pelas normas internacionais de comercialização para uvas rústica de mesa, 14,0 °Brix (BRASIL, 2002). Além disso, sugerem que o Mo pode influenciar na elevação do teor de carboidratos, isso devido ao aumento no teor de açúcares a partir da dose de 17,28 mg.L⁻¹ de Mo.

O Mo pode promover o aumento na concentração de ácido abscísico (ABA) durante a fase de maturação dos frutos. O micronutriente atua como cofator da aldeído oxidase, enzima que catalisa a reação de redução do aldeído-ABA à ABA, importante hormônio vegetal durante a fase de maturação (BROADLEY et al., 2012; MENDEL; KRUSE, 2012; AMARO, 2014).

Conhecido como hormônio da maturação, nessa fase atua ativando a enzima invertase. Essa enzima quebra os carboidratos presentes no pedicelo e também realiza o transporte ativo de carboidratos para os frutos. A presença de ABA também

impede que o carboidrato concentrado no interior das bagas seja translocado para outras partes da planta, influenciando de modo positivo no aumento da qualidade química dos frutos (PIRES; MAIA, 2012; COSGROVE, 2017).

Devido ao alto teor de sólidos solúveis apresentado pela 'BRS Vitória', recomenda-se que para se ter um sabor equilibrado o teor de ácido tartárico no mosto da uva também seja elevado, variando entre 0,75 a 0,90 (MAIA et al., 2012).

Apesar de não ter apresentado diferença significativa durante os dois anos, verificou-se que a acidez titulável da safra 2020/2021 esteve dentro do recomendado, enquanto que na segunda safra a porcentagem de ácido tartárico esteve muito abaixo do adequado.

Assim como no presente estudo, Attia e Farag (2017) também não verificaram diferença significativa da acidez titulável no mosto de 'Thompson Seedless' após pulverização foliar de Mo.

A concentração de carboidratos e o teor de acidez presentes no mosto da uva refletem diretamente no seu sabor. Devido ao diferente potencial de acúmulo de compostos químicos, cada cultivar apresenta uma relação sólidos solúveis/ acidez titulável (SS/AT ou índice de maturação), ideal para proporcionar sabor mais agradável à uva. Para a 'BRS Vitória' esse valor varia de 20 a 30, conferindo a cultivar seu sabor aframboesado característico (MAIA et al., 2012).

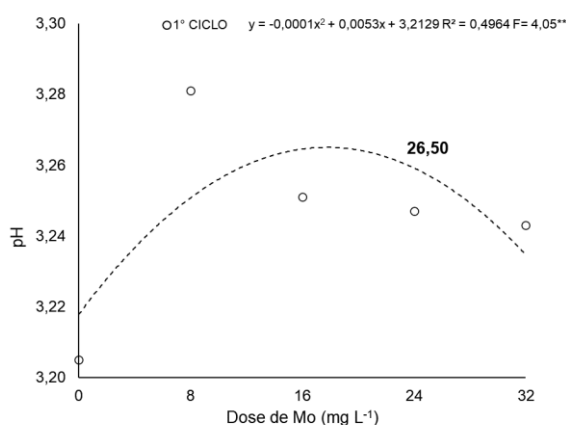
O índice de maturação observado durante a primeira safra, apresentou-se adequado para consumo. Indicando que as uvas apresentavam sabor agradável e que as doses de Mo não provocaram efeito negativo na qualidade do mosto da 'BRS Vitória', uma vez que não houve diferença estatística significativa com relação a testemunha.

Esses resultados corroboram com os dados obtidos por Attia e Farag (2017), os autores não observaram diferença significativa na relação SS/AT de 'Thompson Seedless' após tratamento com Mo.

Na safra 2021/2022 também não foi verificado efeito negativo das doses de Mo em relação a testemunha, no índice de maturação das uvas. Entretanto, os dados obtidos estavam muito acima do valor ideal recomendado para a 'BRS Vitória', demonstrando que não apresentavam sabor agradável para o consumo. Esses resultados reforçam a hipótese mencionada no tópico anterior, de que o excesso de precipitação durante a fase final de maturação das uvas prejudicou o aumento da qualidade química dos frutos.

Durante o primeiro ciclo também foi ajustado modelo de regressão quadrático para o pH (Figura 5). As doses de Mo promoveram aumento do pH até a dose estimada de 26,50 mg.L⁻¹ de Mo, indicando a redução da acidez das uvas até essa dose nos tratamentos.

Figura 5 - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm de diâmetro, no pH do mosto da videira 'BRS Vitória' durante o primeiro ciclo produtivo. São Manuel – SP, 2020 a 2021



Com os relatos anteriores, infere-se que para o aumento da qualidade química do mosto da 'BRS Vitória' doses superiores a máxima utilizada, e aplicações parceladas de Mo possam ser mais efetivas, visto que o Mo proporcionou aumento do teor de sólidos solúveis e redução da acidez dos frutos sem afetar de forma negativa o sabor da uva.

1.3.3 Parâmetros bioquímicos: Teor de compostos fenólicos e determinação da atividade antioxidante

Não foi observado diferença significativa entre as doses de Mo para os parâmetros bioquímicos de teor de compostos fenólicos (Tabela 3), exceto para o teor de antocianinas (Figura 5), e para os dois métodos utilizadas para avaliar a atividade antioxidante (Figura 6).

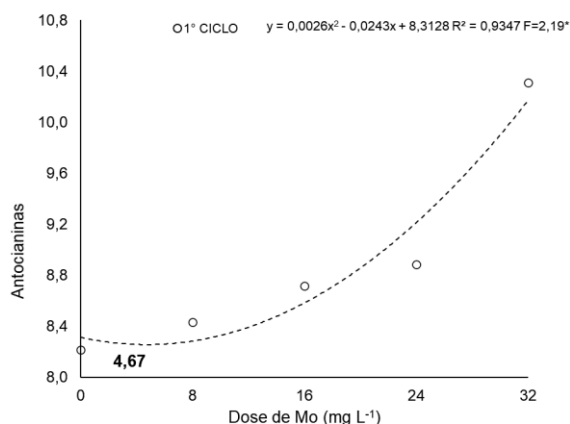
Tabela 3 - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm nos compostos fenólicos polifenóis; flavonoides; antocianinas; e na atividade antioxidante pelos métodos FRAP; DPPH da videira 'BRS Vitória' durante os dois ciclos produtivos. São Manuel-SP, 2020/2021 e 2021/2022

Mo (mg.L ⁻¹)	POLIFENÓIS	FLAVONOIDES	ANTOCIANINAS	FRAP	DPPH
0	85,59	12,65	8,22	1,26	21,27
8	75,02	15,20	8,43	1,12	20,82
16	72,88	13,01	8,72	1,19	20,60
24	81,16	14,71	8,88	1,47	23,14
32	97,04	18,15	10,31	1,61	29,15
	ns	ns	*	*	**
CV (%)	20,35	24,25	30,10	15,50	18,20

ns: não significativo; ** significativo a 1% de probabilidade de erro; * significativo a 5% de probabilidade de erro.

Houve efeito significativo das doses de Mo para o teor de antocianinas (Figura 6), ajustando-se modelo de regressão quadrático, obtendo-se o melhor resultado com a dose de 32 mg.L⁻¹ de Mo.

Figura 6 - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm de diâmetro, no conteúdo de antocianinas da 'BRS Vitória' durante o primeiro ciclo produtivo. São Manuel – SP, 2020 a 2021



Esses resultados demonstram a elevada capacidade que o Mo apresenta em aumentar a síntese de compostos fenólicos na 'BRS Vitória'. Essa elevação pode ser relacionada ao aumento da concentração de ABA durante a maturação, como mencionado anteriormente o Mo pode influenciar na biossíntese desse hormônio vegetal (BROADLEY et al., 2012; MENDEL; KRUSE, 2012; AMARO, 2014).

Sabatino et al. (2019) verificaram melhoria na coloração de tomates tratados com aplicação de Mo. Os autores sugerem que esse aumento ocorreu devido a elevação na síntese de antocianinas, o que influenciou em maior concentração de polifenóis totais nos frutos. Corroborando com os resultados observados no presente estudo.

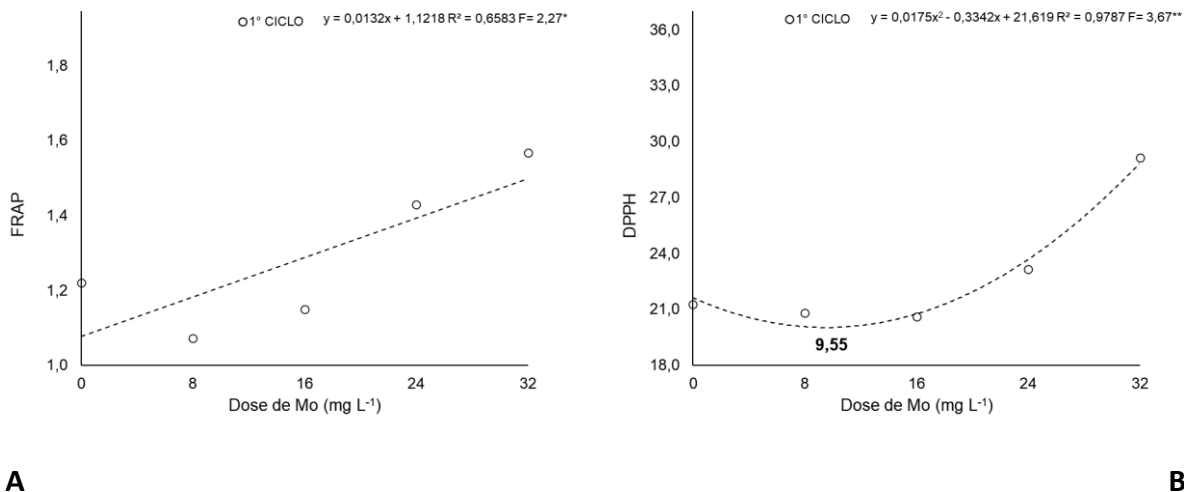
O ácido abscísico auxilia na melhoria da coloração das bagas de uva, esse fator está relacionado ao aumento no conteúdo de antocianinas. O aumento da concentração de ABA na casca promove a atividade da enzima chalcona sintase (CHS), refletindo em aumento da biossíntese de antocianinas (HE et al., 2010).

Diversos estudos realizando aplicação de ABA na fase de maturação dos frutos em videiras, relatam sobre o aumento no teor de antocianinas, conferindo aumento na coloração das bagas. (CANTÍN; FIDELIBUS; CRISOSTO, 2007; ROBERTO et al., 2012; KRETZSCHMAR et al., 2016; WURZ et al., 2018).

A capacidade antioxidante dos frutos depende da concentração de compostos fenólicos, estes reduzem o estresse oxidativo ocasionado pela formação de radicais livres. Estudos relatam sobre os benefícios dos compostos nutracêuticos das uvas na saúde humana, através da inibição da formação de radicais livres, dessa forma o consumo de uva acaba sendo ainda mais atrativo para o consumidor (SOARES et al., 2008; LEE; DOSSETT; FINN, 2012; BERLI et al., 2015; MOURA et al., 2021).

A elevação no teor de compostos fenólicos pode ser observada pelas equações de regressão nos métodos de atividade antioxidante avaliados. As doses de Mo promoveram aumento linear e quadrático nos métodos FRAP e DPPH, respectivamente (Figura 7).

Figura 7 - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm de diâmetro, na atividade antioxidante pelos métodos FRAP (A); DPPH (B) da videira 'BRS Vitória' durante o primeiro ciclo produtivo. São Manuel – SP, 2020/2021



A atividade antioxidante avaliada pelo método FRAP (Figura 7A), apresentou aumento linear com as doses de Mo. Resultado semelhante foi observado para a atividade antioxidante pelo método DPPH (Figura 7B), para a qual houve aumento quadrático a partir da dose de 9,55 mg.L⁻¹. Dessa forma, em ambas as avaliações a dose de 32 mg.L⁻¹ de Mo foi mais eficiente no aumento da capacidade antioxidante da 'BRS Vitória'.

Esses resultados demonstram a capacidade do Mo no aumento de compostos nutracêuticos nas uvas 'BRS Vitória', proporcionando maior atividade antioxidante às uvas.

1.4 CONCLUSÕES

A aplicação de Mo na dose de 16 mg.L⁻¹ associada a 30 mg.L⁻¹ de GA₃ proporcionou os melhores resultados, na 'BRS Vitória', quando observados todos os parâmetros avaliados:

Aumento do comprimento e largura de bagas, razão comprimento por largura de bagas e massa fresca de baga.

Acidez, pH e índice de maturação dentro dos valores recomendados para a cultivar; teor de sólidos solúveis acima do recomendado pela legislação brasileira para uvas rústicas para mesa.

Coloração mais intensa nas bagas devido a elevação no teor de antocianinas; e aumento da capacidade antioxidante das uvas.

REFERÊNCIAS

- AMARO, A. C. E. **Respostas Fisiológicas à aplicação de reguladores vegetais e nutrientes 'Crimson Seedless'**. 2014. Tese(Doutorado em Agronomia – Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.
- ATTIA, S. M.; FARAG, K. M. Effect of Some Preharvest Treatments on the Incidence of Waterberry Disorder and on Fruit Quality Characteristics of "Thompson Seedless" Table Grapes. **American-urasian J. Agric. & Environ. Sci**, Damanhour, v. 17, n. 5, p. 392-400, 2017.
- 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.
- BERLI, F.J., ALONSO,R., BELTRANO,J., BOTTINI, R. High-Altitude Solar UV-B and Abscisic Acid Sprays Increase Grape Berry Antioxidant Capacity. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 66, n. 1, p. 65-72, 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Instrução Normativa N°1 de 02/2002**. Brasília, DF: Secretaria de Apoio Rural e Cooperativismo, 04 fev. 2002. Assunto: Regulamento técnico de identidade e qualidade para a classificação da uva rústica.
- BROADLEY, M., BROWN, P., CAKMAK, I., RENGEL, Z., ZHAO, F. Function of Nutrients: Micronutrients. In: MARSCHNER, P. (ed.). **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 3.ed. San Diego: Academic Press, 2012. cap. 7, p. 191-248.
- CALONEGO, J. C.; RAMOS JUNIOR, E. U.; BARBOSA, R. D.; LEITE, G. H. P.; GRASSI FILHO, H. Adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro com suplementação de molibdênio via foliar. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 3, p. 334–340, 2010.
- CANTÍN, C. M., FIDELIBUS, M. W., CRISOSTO, C. H. Application of abscisic acid (ABA) at veraison advanced red color development and maintained postharvest quality of 'Crimson Seedless' grapes. **Postharvest Biology And Technology**, v. 46, n. 3, p. 237-241, 2007.
- CASTRO, P.R.C. Ação de CEPA e do ácido giberélico na frutificação da videira 'Niagara Rosada'. **ESALQ**, Piracicaba, v. 32, p. 99-113, 1975.
- CONDE, C.; SILVA, P.; FONTES, N.; DIAS, A. C. P.; TAVARES, R. M.; SOUSA, M. J.; AGASSE, A.; DELROT, S.; GERÓIS, H. Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. **Food**, v.1, n. 1, p.1-22, 2007.
- COSGROVE, D. J. Paredes celulares: estrutura, formação e expansão. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. (org.). **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. cap. 14. p. 379-406.

CRUSCIOL, C. A. C.; FERRARI NETO, J.; MUI, T. S.; FRANZLUEBBERS, A. J.; COSTA, C. H. M.; CASTRO, G. S. A.; RIBEIRO, L. C.; COSTA, N. R. Rhizobial inoculation and molybdenum fertilization in peanut crops grown in a no tillage system after 20 years of pasture. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v. 43, p. 1–19, 2019.

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, 30 mar. 2009. Brazilian Journal of Irrigation and Drainage - IRRIGA.

DECHEN, A. R.; NACHTIGAL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. *In*: NOVAIS, R. F et al. (ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2007. cap 3. p. 91-13.

EZZ. T. M.; KOBBI, A. M. Effect of molybdenum nutrition on growth, nitrate reductase activity yield and fruit quality of Balady mandarin trees under low and height nitrogen levels. **Alex. Agric. Res.**, v. 44, n. 1, p. 227-238, jan. 1999.

HÄNSCH, R.; MENDEL, R. R. Physiological functions of mineral micronutrients (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, Cl). **Current Opinion in Plant Biology**, Brunswick, v. 12, n. 3, p. 259-266, jun. 2009. Elsevier BV.

HE, F., MU, L., YAN, G. L., LIANG, N. N., PAN, Q. H., WANG, J., REEVES, M. J., DUAN, C. Q. Biosynthesis of anthocyanins and their regulation in colored grapes. **Molecules**, v. 15, n. 12, p. 9057-9091, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa>. Acesso em: 20 jun. 2022.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, 4. ed. São Paulo: IMESP, 1985. p. 580.

KIM Y.K.; GUO Q.; PARCKER L. Free radical scavenging activity of red ginseng aqueous extracts. **Toxicology**, Amsterdam, v. 172, n. 2, p. 149-56, 2002.

KISHINO, A. Y. Nutrição, calagem e adubação. *In*: KISHINO, A. Y.; CARVALHO, S. L. C.; ROBERTO, S. R. (ed.). **Viticultura Tropical: o sistema de produção de uvas de mesa do Paraná**. 1. ed. Londrina: IAPAR, 2019. cap. 9. p. 429-451.

KRETZSCHMAR, A.A., LERIN, S., FAGHERAZZI, A.F., MARIO, A.E., BASTOS, F.E.A., ALLEBRANDT, R., RUFATO, L. Application of abscisic acid increases the colour of 'Rubi' grape berries in Southern Brazil. **Acta Horticulturae**, v. 1115, n.1, p. 231-236, 2016.

LEÃO, P. C. S. Cultivares/ Manejo da parte aérea/ Manejo de cachos e reguladores de crescimento. *In*: MOUCO, M. A. do C. (Ed.). **Cultivo da videira**. 2 ed. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. (Sistemas de Produção, 1).

LEE, J., DOSSETT, M., FINN, C. E. Rubus fruit phenolic Research: The good, the bad and the confusing. **Food Chemistry**, v. 130, n.1, p. 785-796, 2012.

LEE, J.; DURST, R. W.; WROLSTAD, R. E. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. **Journal AOAC International**, v. 88, n. 5, p. 1269-1278, 2005.

LONGBOTTOM, M. L., DRY, P. R., SEDGLY, M. Effects of sodium molybdate foliar sprays on molybdenum concentration in the vegetative and reproductive structures and on yield components of *Vitis vinifera* cv. Merlot. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 16, n. 1, p. 477-490, 2010.

MAIA, J. D. G.; RITSCHER, P.; CAMARGO, U. A.; SOUZA, R. T.; FARJADO, T. V.; NAVES, R. L.; GIRARDI, C. L. 'BRS Vitória': nova cultivar de uva de mesa sem sementes com sabor especial e tolerante ao míldio. **Comunicado Técnico 126**. Bento Gonçalves, p. 1-12, out. 2012. 1. ed. Embrapa Uva e Vinho.

MAIA, J. D. G.; RITSCHER, P.; SOUZA, R. T.; GARRIDO, L. R. 'BRS Vitória' Uva para mesa, sem sementes, de sabor especial e tolerante ao míldio: Recomendações agrônomicas para a região de Campinas, São Paulo. **Circular Técnica 129**. Bento Gonçalves, p. 1-28, jun. 2016. 1. ed. Embrapa Uva e Vinho.

MAIA, J. D. G.; RITSCHER, P. A Viticultura de Mesa no Brasil. **Territoires du vin**, p. 1-17, 2018.

MELLO, L. M. R. Relatório de avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela embrapa: Novas cultivares de uvas sem sementes BRS Vitória e BRS Ísis. **Embrapa Uva e Vinho**, Bento Gonçalves, p. 1-31, jan. 2020.

MENDEL, R. R.; KRUSE, T. Cell biology of molybdenum in plants and humans. **Biochimica et Biophysica Acta - Molecular Cell Research**, v. 1823, n. 9, p. 1568-1579, 2012.

MOURA, M. F., MORO, L., CAMIZOTTI, K. A., HERNANDEZ, J. L., TECCHIO, M. A. Suco de uva: potencial bioativo de seus polifenóis. **O Agrônomo**, Campinas, v. 73, n. 1, p. 89-98, 2021.

OLIVEIRA, M. D. M.; SILVA, P. R.; AMARO, A. A.; TECCHIO, M. A. **Viabilidade econômica em tratamento antidegrana em uva Niagara Rosada no Estado de São Paulo**. Informações Econômicas. Instituto de Economia Agrícola, v. 38, p. 59-68, 2008.

PIRES, E. J. P. **Efeitos do ácido giberélico nas características dos cachos e bagas em uva cultivar Maria (IAC 514-6)**. 1988. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

PIRES, E. J. P. Emprego de reguladores de crescimento em viticultura tropical. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, p. 40-43, 1998.

PIRES, E. J. P.; BOTELHO, R.V. Uso de reguladores vegetais na cultura da videira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE UVAS DE MESA, 2000, Ilha Solteira. **Anais...** Ilha Solteira, 2001. p.129-147.

PIRES, E. J. P.; MAIA, J. D. G. Uso de reguladores vegetais na videira Niagara. In: MAIA, J. D. G.; CAMARGO, U. A. (ed.). **O cultivo da videira Niagara no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2012. cap. 13. p. 277-284.

POPOVA, M., BANKOVA, V., BUTOVSKA, D., PETKOV, V., NIKOLOVA-DAMYANOVA, B., SABATINI, A. G., MARCAZZAN, G. L., BOGDANOV, S. **Validated methods for the quantification of biologically active constituents of poplar-type propolis**. *Phytochem Anal*, v. 15, n. 4, p. 235-240, 2004.

RAIJ, B. V., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J. A., FURLANI, A. M. C. (Ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

RITSCHER, P. **Uva BRS Vitória**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2012. (Soluções Tecnológicas).

ROBERTO, S. R., ASSIS, A.M., YAMAMOTO, L.Y., MIOTTO, L.C.V., SATO, A.J., KOYAMA, R., GENTA, W. Application timing and concentration of abscisic acid improve color of 'Benitaka' table grape. **Scientia Horticulturae**, v. 142, n. 1, p.44-48, 2012.

SABATINO, L., D'ANNA, F., IAPICHINO, G., MONCADA, A., D'ANNA, E., PASQUALE, C. Interactive Effects of Genotype and Molybdenum Supply on Yield and Overall Fruit Quality of Tomato. **Frontiers in Plant Science**, v. 9., n. 1922, p. 1-10, 2019.

SEO, M., AKABA, S., ORITANI, T., DELARUE, M., BELLINI, C., CABOCHE, M., KOSHIBA, T. Higher activity of an aldehyde oxidase in the auxin-overproducing superroot1 mutant of *Arabidopsis thaliana*. **Plant Physiology**, v. 116, n. 2, p. 687-93, 1998.

SINGLETON, V. L.; ROSSI JÚNIOR, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.16, n.3, p.144-158, 1965.

SOARES, M., WELTER, L., KUSKOSKI, E. M., GONZAGA, L., FETT, R. 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.

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

TECCHIO, M. A., HERNANDES, J. L., PIRES, E. J., MOURA, M. F., TERRA, M. Cultivo da videira para mesa, vinho e suco. In: PIO, R. (Org.). **Cultivo de frutíferas**

de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais. 2. ed. Lavras: UFLA, 2018, v. 1, cap. 14, p. 512-584.

USDA - United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. **Grapes, Fresh Table: Production, Supply and Distribution in Selected Countries** . 2022. 1p. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads> >. Acesso em: 15 out. 2022.

WILLIAMS, C. M. J., MAIER, N. A., BARTLETT, L. Effect of Molybdenum Foliar Sprays on Yield, Berry Size, Seed Formation, and Petiolar Nutrient Composition of 'Merlot' Grapevines. **Journal of Plant Nutrition**, v. 27, n. 11, p. 1891–1916, 2005.

WILLIAMS, C. M. J., MAIER, N., PORTER, K., CHVYL, L. Effect of molybdenum and rootstock on growth fruit set, yield and bunch characteristics of grapevines. **South Australian Research and Development Institute**, Adelaide, v.1, n.1, p. 15-31, 2007.

WURZ, D. A., BRIGHENTI, A. F., ALLEBRANDT, R., PASA, M., MARCON FILHO, J. L., RUFATO, L. Aplicação de ácido abscísico e seu efeito na maturação da videira Cabernet Sauvignon em região de elevada altitude. **Congrega**, v. 1, n. 1, p. 1-11, 2018.

CAPÍTULO 2

‘MOLIBDÊNIO NA MELHORIA DA QUALIDADE DE CACHOS DE ‘NIAGARA ROSADA’

Resumo

O trabalho teve por objetivo avaliar, durante os ciclos produtivos de 2020/2021 e 2021/2022, os efeitos das pulverizações de 0, 8, 16, 24 e 32 mg.L⁻¹ de molibdênio com dose padrão de 30 mg.L⁻¹ de GA₃ em cachos de ‘Niagara Rosada’, durante o estágio fenológico de bagas com 6 a 8 mm de diâmetro, afim de identificar redução na compactação e melhoria na qualidade dos cachos. Houve interação significativa dos fatores para os parâmetros: comprimento de baga, pH, antocianinas, flavonoides, polifenóis, FRAP e DPPH na primeira safra; e massa fresca, comprimento e largura de cachos; comprimento de baga, número de baga, sólidos solúveis e pH na segunda safra. A aplicação de 24 mg.L⁻¹ de molibdênio apresentou melhores respostas em relação às variáveis físicas avaliadas proporcionando melhoria na descompactação, enquanto que a qualidade bioquímica dos cachos foi aumentada com a dose de 7,83 mg.L⁻¹.

Palavras-chave: *Vitis labrusca* L.; uva com semente; redução da compactação; molibdênio; atividade antioxidante.

Abstract

The aim of this work was to evaluate, during the 2020/2021 and 2021/2022 season, the effects of spraying 0, 8, 16, 24 and 32 mg.L⁻¹ of molybdenum with a standard dose of 30 mg.L⁻¹ of GA₃ in bunches of 'Niagara Rosada', during the phenological stage of berries with 6 to 8 mm in diameter, in order to identify a reduction in compaction and an improvement in the quality of the bunches. There was a significant interaction of factors for the parameters: berry length, pH, anthocyanins, flavonoids, polyphenols, FRAP and DPPH in the first harvest; and fresh mass, length and width of bunches; berry length, berry number, soluble solids and pH in the second crop. The application of 24 mg.L⁻¹ of molybdenum showed better responses in relation to the evaluated physical variables, providing an improvement in uncompactation, while the biochemical quality of the bunches was increased with the dose of 7.83 mg.L⁻¹.

Key-words: *Vitis labrusca* L.; seed grape; compaction reduction; molybdenum; antioxidant activity.

2.1 INTRODUÇÃO

De acordo com o IBGE (2022) estima-se que em 2021 a área de produção de uva no Brasil, aumentou 1,4%. Além disso, houve um considerável aumento de 19,8% na produção, com rendimento médio de 18,2% a mais que o ano anterior, sendo os principais responsáveis por esses aumentos as regiões Sul e Nordeste do país. A região Sul se destaca com 50% do total da produção brasileira, na produção de uva para a indústria e a região Nordeste com foco na produção de uvas finas para mesa principalmente para a exportação (RIO GRANDE DO SUL, 2021; LEÃO, SILVA, 2018).

O estado de São Paulo, terceiro maior produtor de uva do Brasil, mantém estável em área e produção no setor vitivinícola (IBGE, 2022), no qual permanece como principal produtor da uva 'Niagara Rosada' (TECCHIO et. al, 2018; MELLO, 2020). Produzida desde 1910 como cultivar comercial, se trata da uva mais apreciada no paladar do consumidor brasileiro, onde não houve relatos de alguma outra cultivar que tenha conseguido ultrapassar seu volume de produção (KISHINO; MARUR; ROBERTO, 2019).

Caracteriza-se por uma cultivar rústica, de vigor médio e fácil controle doenças fúngicas, como o míldio (*Plasmopara viticola*), necessita de poucos tratamentos culturais o que acarreta em menor custo de produção. Com cachos compactos de tamanho médio, suas bagas apresentam sementes, são medianas, arredondadas e de coloração rosáceas. Sua polpa mucilagínosa que se libera por completo da casca possui sabor foxado, característico de *Vitis labrusca* L. (MAIA, 2012).

A presença de cachos compactados dificulta a realização de manejos durante o cultivo, principalmente no momento da pulverização de produtos, facilitando a colonização de fungos (NOGUEIRA; FERRARI; TÖFOLI; DOMINGUES, 2017). Além disso, o tamanho dos cachos e bagas implica de forma direta no preço de comercialização, uma vez que o mercado consumidor é extremamente exigente quanto a aparência dos cachos, sendo essas características fatores relacionados à aceitação do consumidor (LEÃO, 2010).

Desde a década de 1950, o uso de reguladores vegetais na vitivinicultura tem sido amplamente difundido com a finalidade de melhoria nas características morfológicas cachos, havendo grande destaque para o ácido giberélico (GA₃), (CASTRO, 1975; SOUSA, 1996; PIRES, 1998; PIRES; MAIA, 2012). Contudo, o GA₃

apresenta custo elevado ao viticultor, dessa maneira há a necessidade de produtos alternativos vise a descompactação de cachos pelo aumento do tamanho da ráquis e possibilite a redução de custo para esse manejo.

Assim como os biorreguladores, o micronutriente molibdênio (Mo) também é essencial no ciclo de vida da videira, uma vez que está diretamente relacionada com o seu metabolismo (KISHINO, 2019). Trata-se por micronutriente, pois é requisitado em pequena quantidade pela planta. O molibdênio é um íon com capacidade de redução, o que possibilita que este se associe a enzimas específicas para que exerçam seu papel catalítico, dessa forma, o molibdênio também pode ser chamado de cofator catalítico ativo (DECHEN; NACHTIGAL, 2007).

O molibdênio é um elemento de transição, presente em pequena quantidade no solo, encontrado na planta na forma de molibdato (MoO_4^{2-}), íon móvel o que possibilita seu transporte à longas distâncias pelo xilema e floema, catalisando reações de redução, assim transferindo seus elétrons para outras enzimas (BROADLEY et al, 2012). Está fortemente relacionado ao metabolismo do nitrogênio, por ser constituinte de enzimas como a nitrato redutase, que é envolvida com a assimilação de nitrogênio na planta (HÄNSCH; MENDEL, 2009).

Além disso, o molibdênio também atua na biossíntese de dois importantes hormônios vegetais, a auxina (AIA) e o ácido abscísico (ABA), isso devido ao micronutriente ser cofator enzimático da oxidase do aldeído. Essa enzima é responsável por participar tanto da reação de redução indol-3-acetaldeído (IAAld) à ácido indol-3-acético (AIA), quanto por participar do processo de oxidação da aldeído-ABA em ácido abscísico (ABA), influenciando no aumento da concentração de AIA e ABA nos frutos (SEO et al., 1998; BROADLEY et al., 2012; MENDEL; KRUSE, 2012; AMARO, 2014).

O AIA atua na fase de desenvolvimento vegetal, com função na divisão e expansão celular. Promovendo o aumento do tamanho das células de forma longitudinal, através do crescimento ácido. O aumento na síntese de AIA estimula a atividade das ATPases da membrana plasmática, que bombeiam prótons para a parede celular (PC), tornando-a acidificada. Essa acidificação ativa as enzimas que degradam a PC e assim reduz a pressão de turgor, permitindo entrada de água no interior celular, ocorrendo o alongamento (COSGROVE, 2017).

O ABA é relacionado com o processo de desenvolvimento e maturação dos frutos. Na videira é utilizado para aumentar os níveis de antocianinas nas bagas,

conferindo cor aos frutos, melhorando o aspecto visual (CANTÍN; FIDELIBUS; CRISOSTO, 2007; ROBERTO et al., 2012; KRETZSCHMAR et al., 2016; WURZ et al., 2018). Também apresenta influência no acúmulo de açúcares através da ativação da enzima invertase, responsável por hidrolisar a sacarose no pedicelo e fazer o transporte ativo de carboidratos. A presença desse fitohormônio impede que os carboidratos das bagas sejam redistribuídos para outras partes da planta (BROADLEY et al., 2012; PIRES; MAIA, 2012).

Alguns estudos realizados utilizando aplicação de molibdênio demonstram a eficiência desse micronutriente essencial na produção de diversas espécies de plantas, sendo que na vitivinicultura foi relatado sua capacidade em aumentar o tamanho de cachos e bagas da cultivar Merlot (EZZ; KOBIA, 1999; WILLIANS; MAIER; BARLLET, 2005; ATTIA; FARAG, 2017; LIU, et al. 2017; WÓJCIK, 2020).

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de molibdênio associado ao GA₃ nas características físico-química e bioquímica da cultivar Niagara Rosada.

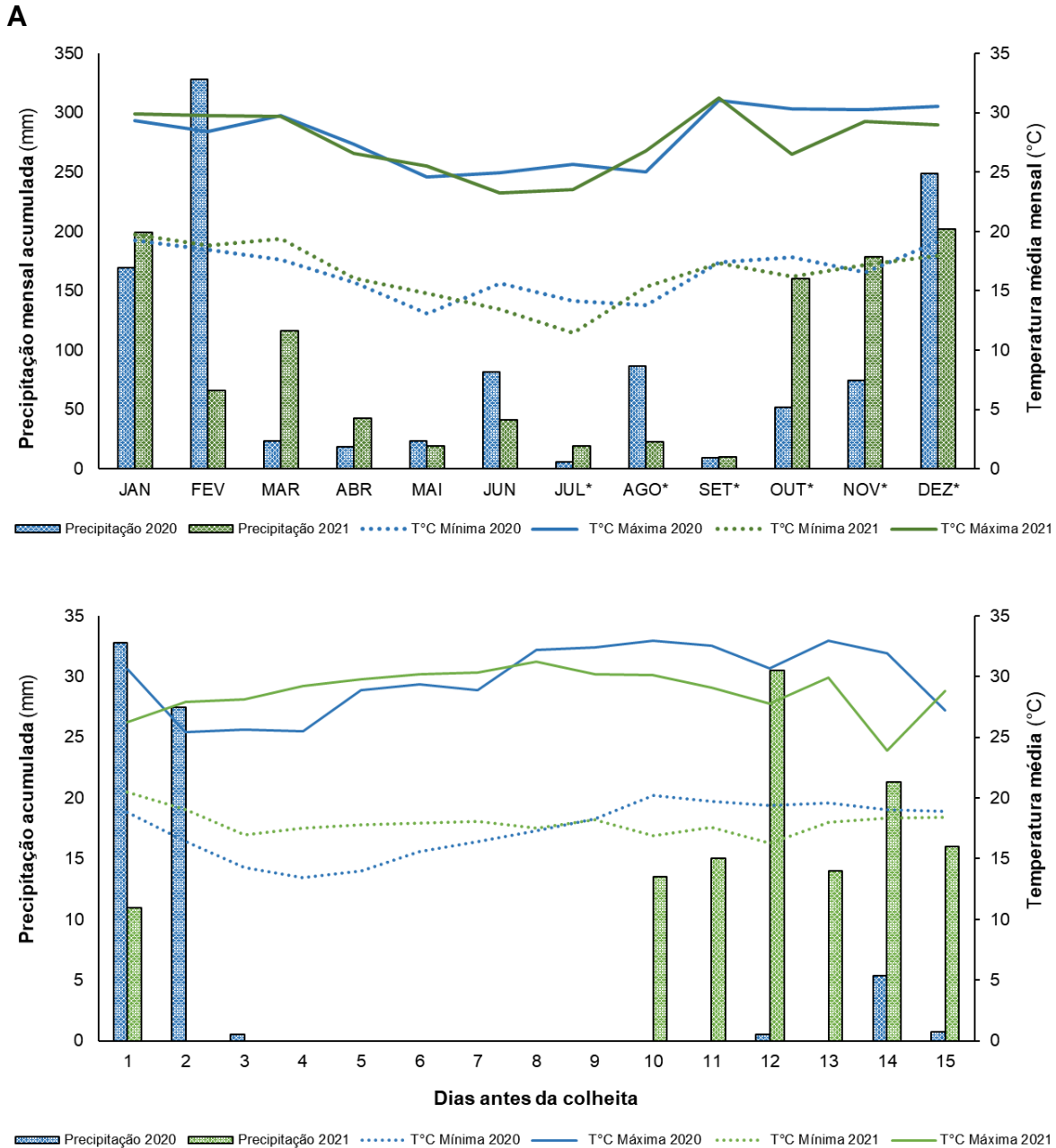
2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Área experimental

A condução do experimento foi realizada nos ciclos produtivos de 2020/2021 e 2021/2022, no parreiral da Fazenda Experimental de Ensino, Pesquisa e Produção, localizado no município de São Manuel - SP, situado a 22°46'S e 48°34'O, a 740m de altitude. A fazenda pertence à UNESP - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Campus de Botucatu. O experimento foi conduzido nos períodos de julho a dezembro de 2020 para o primeiro ciclo e agosto de 2021 a janeiro de 2022 no segundo ciclo.

De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, a região de São Manuel se caracteriza como sendo Cfa, clima temperado quente (mesotérmico) úmido (subtropical úmido). Com temperatura média anual de 19,1°C, umidade relativa de 71% e pluviosidade média de 1324 mm (CUNHA; MARTINS, 2009).

Figura 8 - Dados climáticos dos anos 2020 e 2021 (A) e 15 dias antes da colheita (B) durante os dois ciclos produtivos. São Manuel – SP, 2020/2021 e 2021/2022



B

2.3 Condições de cultivo e manejos das videiras

Foi avaliada a cultivar de uva Niagara Rosada enxertada no porta-enxerto 'IAC 572'. A área experimental do vinhedo teve início da implantação em setembro de 2014, com o plantio dos porta-enxertos e a enxertia da 'Niagara Rosada' realizada em julho de 2015. Utilizou-se o sistema de condução em espaldeira, com as videiras espaçadas

em 2,0 m entre linhas e 0,8 m entre plantas. Para a irrigação, foi utilizado sistema de gotejamento, sendo acionado conforme a necessidade das plantas baseado na necessidade hídrica da cultura.

Para a primeira safra a poda de produção foi realizada em 22 de julho de 2020, enquanto a segunda safra teve sua poda de produção realizada em 05 de agosto de 2021, ao final do período de inverno. Durante os dois ciclos produtivos foram realizadas podas curtas mantendo de uma a duas gemas por esporão. E, posterior a poda, realizou-se a aplicação de cianamida hidrogenada (Dormex[®]) a 2,5%, de modo a induzir e uniformizar a brotação de gemas.

Os manejos culturais de desbrota, amarrão dos ramos ao sistema de condução, retirada de netos, folhas e desponte de ramos foram realizados com base em técnicas recomendadas para a cultura da videira na região (MAIA; CAMARGO, 2012).

Para a proteção do vinhedo contra ataques de pássaros, abelhas e chuvas de granizo, a área experimental foi coberta com telas antigranizo de polietileno com 18% de sombreamento.

O manejo fitossanitário foi realizado conforme a necessidade. Para o manejo nutricional, realizou-se de acordo com a análise química do solo, tomando como base as recomendações de adubação do Instituto Agrônomo, contidas no Boletim Técnico 100 (RAIJ et al., 1997).

2.2.2 Delineamento experimental

Os tratamentos consistiram na pulverização direcionada aos cachos com solução aquosa contendo cinco doses de molibdato (Prime Molibdênio 8%[®]) 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 mL.L⁻¹ H₂O (concentração de molibdênio 0; 8; 16; 24 e 32 mg.L⁻¹) na fase de baga ervilha (bagas com 6 a 8 mm de diâmetro) associado a uma dose padrão de GA₃ na concentração de 30 mg.L⁻¹ (Progibb[®]400), com o uso de 0,3 mL.L⁻¹ de espalhante adesivo não iônico da marca comercial Iharaguen-S[®]. A aplicação foi realizada por pulverização dos cachos.

As doses de Mo utilizadas no presente estudo foram adotadas com base em doses utilizadas por viticultores brasileiros, os quais relatam eficiência do produto quando associado ao GA₃, possibilitando a redução da quantidade utilizada do fitorregulador. A dose de 0,2 mg.L⁻¹ de molibdato (16 mg.L⁻¹ de Mo) foi estabelecida como padrão, com base nos relatos dos viticultores, e dessa forma, estabelecido a aplicação 50% acima (0,3 mg.L⁻¹ de molibdato; 24 mg.L⁻¹ de Mo) e abaixo (0,1 mg.L⁻¹

de molibdato; 8 mg.L⁻¹ de Mo), 100% acima (0,4 mg.L⁻¹ de molibdato; 32 mg.L⁻¹ de Mo) e abaixo (testemunha).

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com cinco doses de Mo e 5 repetições, totalizando 25 parcelas experimentais. Cada parcela experimental foi constituída por 3 cachos. Os cachos selecionados foram identificados no momento da primeira aplicação. Posteriormente todos os cachos aplicados foram levados para análises.

Durante a safra 20/21 a aplicação dos tratamentos de Mo na fase ervilha, para o primeiro ciclo ocorreu no dia 24 de setembro de 2020 (64 D.A.P.) e em 27 de setembro de 2021 (53 D.A.P) no segundo ciclo.

2.2.3 Colheita

A colheita dos cachos foi realizada no ponto de colheita comercial, quando a testemunha atingiu teor de sólidos solúveis acima de 14°Brix, o que ocorreu 132 dias após a poda, em 01 de dezembro de 2020 na primeira safra e em 154 D.A.P. na segunda safra, em 06 de janeiro de 2022. Todos os cachos tratados foram acondicionados em sacos plásticos de polietileno, identificados com os respectivos tratamentos e posteriormente para realização das análises foram levados ao laboratório de análises do Departamento de Produção Vegetal Setor de Horticultura, da Faculdade de Ciências Agrônomicas.

2.2.3.1 Parâmetros físicos dos cachos, bagas e engaços

Após a colheita, os frutos foram levados ao laboratório de análises do Departamento de Produção Vegetal Setor de Horticultura, da Faculdade de Ciências Agrônomicas, a fim de avaliar as características físicas dos cachos. Foram realizadas as seguintes análises: massa fresca (MFC), comprimento (CC) e largura (LC) de cachos; massa fresca (MFE), comprimento (CE) e largura (LE) de engaço; contabilizado o número de bagas por cacho; realizada a massa fresca da baga (MFB), comprimento (CB) e largura (LB) de bagas. Para a obtenção das massas, foi utilizada balança analítica, expressa em gramas, e as dimensões foram realizadas com o auxílio de régua graduada em centímetros.

2.2.3.2 Parâmetros químicos do mosto

Posterior as análises físicas, todos os cachos pulverizados foram utilizados para realização dos parâmetros químicos do mosto. Foi efetuada a retirada de seis

bagas por cachos e realizada a maceração para obtenção do mosto, pelo qual foram analisados os teores de sólidos solúveis totais, através da utilização de um refratômetro digital da marca Atago; determinado o pH através de pHmetro micronal B-274 pela diluição do mosto em concentração de 1:9 em água deionizada, fazendo uso das técnicas recomendadas pelo Instituto Adolfo Lutz (1985); para a avaliação da acidez titulável (AT), também foi realizada conforme a técnica de determinação da acidez titulável por volumetria potencialmétrica, desenvolvida pelo Instituto Adolfo Lutz (1985), através do volume de NaOH gasto utilizou-se para calcular a acidez em mL de solução normal (AT), sendo expresso em gramas de ácido tartárico 100 g⁻¹ de amostra.

$$AT = \frac{v \times f \times N \times PM}{10 \times Va \times n}$$

AT = Acidez titulável;

v = Volume mL de solução de NaOH (0,1 N) gasto na titulação;

f = Fator de correção da solução de NaOH (0,1 N);

N = Normalidade da solução de NaOH;

PM = Peso molecular do ácido tartárico (150,087);

Va = Volume da amostra em mL;

N = N^o de hidrogênios ionizáveis do ácido tartárico (2).

2.2.3.3 Parâmetros bioquímicos: Teor de compostos fenólicos e determinação da atividade antioxidante

Para as análises bioquímicas foram realizadas as seguintes avaliações utilizando espectrofotômetro Instrutherm® UV-Vis UV 2000: conteúdo de polifenóis totais determinados através do método de Folin-Ciocalteu (SINGLETON; ROSSI JÚNIOR, 1965), sendo os resultados expresso em mg de ácido gálico equivalente por 100g de uva (mg AGE.100g⁻¹); teor de flavonoides totais pelo método de Popova et al. (2004), com resultados expressos em mg de quercetina equivalente por 100g de uva (mg QE.100g⁻¹); antocianinas monoméricas totais realizada pelo método do pH diferencial (LEE; DURST; WROLSTAD, 2005), expressa em mg de malvidina-3-glicosídeo equivalente por kg de uva (mg ME.100g⁻¹).

Também foi avaliada atividade antioxidante *in vitro*, através dois métodos, em espectrofotômetro Instrutherm® UV-Vis UV 2000: captura de radicais livres DPPH a

517 nm (KIM; GUO; PARCKER, 2002), para a construção da curva analítica foi utilizado padrão analítico Trolox, e os resultados observados foram expressos como equivalentes de Trolox por kg de uva (mmol TEAC.kg^{-1}); e poder antioxidante redutor férrico – FRAP, pelo método descrito por Benzie e Strain (1996), a 593 – 595 nm.

2.4 Análises estatísticas

As análises estatísticas foram executadas com auxílio do programa estatístico SISVAR versão 5.6. Inicialmente verificou-se a normalidade dos dados e, posteriormente, os dados obtidos pelas avaliações físico-químicas e bioquímicas, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para determinar o efeito das doses de Mo sobre os cachos, bem como se houve interação entre elas.

Análise de regressão foi realizada para os dados observados pelas avaliações físico-químicas e bioquímicas, com a finalidade de determinar o efeito das doses de Mo nas características físicas, químicas e bioquímicas dos cachos.

2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.5.1 Parâmetros físicos de cachos, bagas e engaços

Verificou-se que não houve diferença significativa entre as doses de Mo para os parâmetros físicos de cacho, baga e engaço durante o primeiro ciclo de produção (Tabela 4), ajustando modelo de regressão apenas para o parâmetro comprimento de baga (Figura 10). Quanto ao segundo ciclo foi ajustado modelo de regressão significativo para expressar a variação dos dados obtidos para os parâmetros físicos de massa fresca de cacho, comprimento e largura de cacho e comprimento de engaço (Figura 9), comprimento de baga (Figura 10) e número de bagas por cacho (Figura 11).

Tabela 4 - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm, nos parâmetros de massa fresca de cachos (MFC); comprimento do cacho (CC); largura de cacho (LC); massa fresca de baga (MFB); comprimento de baga (CB); largura de baga (LB); comprimento por largura de baga (CLB); massa fresca de engaçó (MFE); comprimento de engaçó (CE); largura de engaçó (LE); número de bagas por cacho (NBC) da videira ‘Niagara Rosada’ durante os dois ciclos produtivos. São Manuel-SP, 2020/2021 e 2021/2022

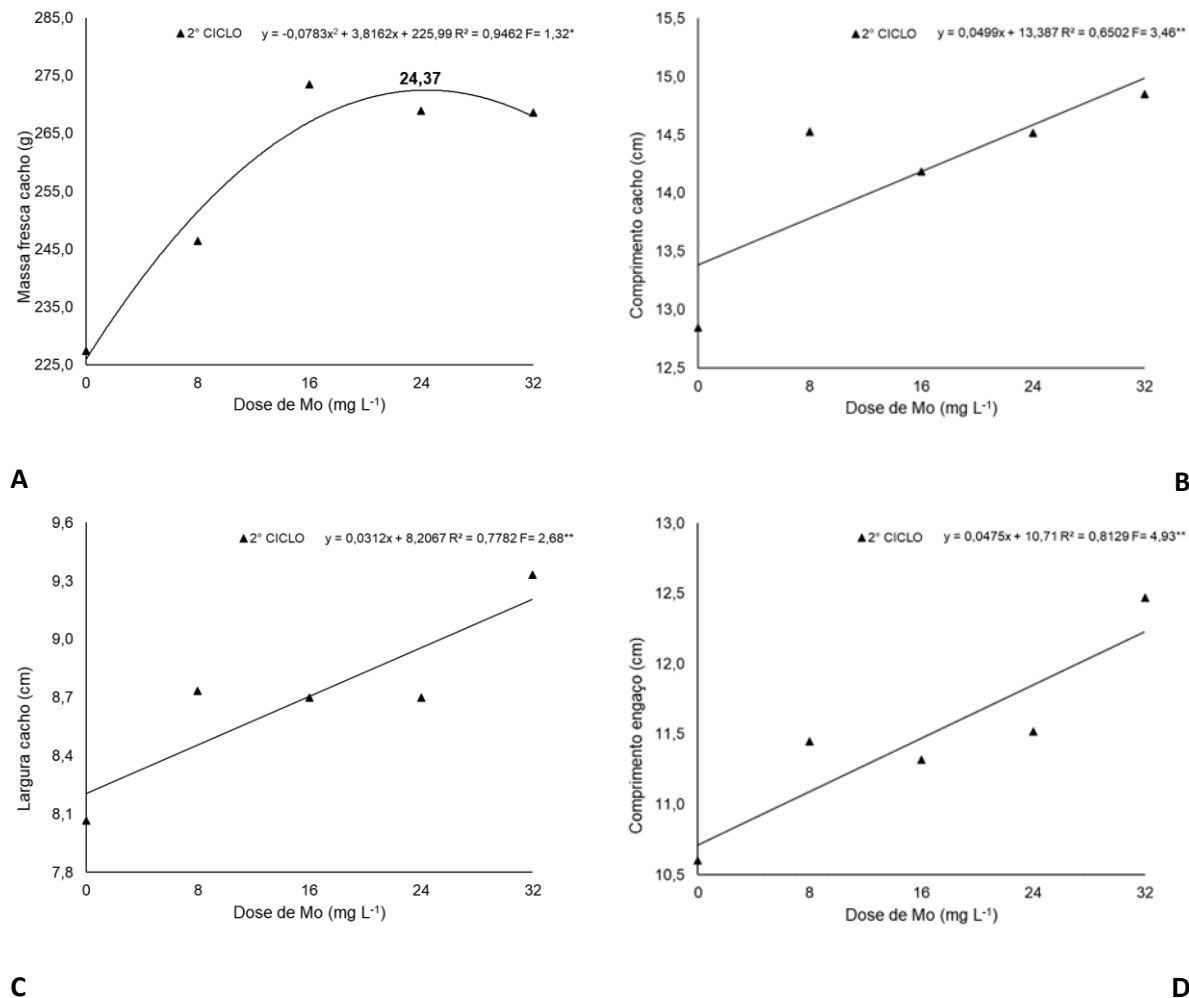
2020/2021											
Mo (mg.L⁻¹)	MFC (g)	CC (cm)	LC (cm)	MFB (g)	CB (cm)	LB (cm)	CLB (cm)	MFE (g)	CE (cm)	LE (cm)	NBC
0	207,33	13,40	8,63	3,58	1,98	1,71	1,16	4,69	11,03	6,74	56,94
8	201,07	12,53	8,00	3,63	2,01	1,70	1,18	4,77	11,00	5,20	53,79
16	189,40	12,33	7,67	3,59	2,02	1,72	1,17	5,00	10,03	6,17	51,34
24	224,87	13,47	7,73	3,46	2,03	1,75	1,16	5,25	11,17	6,53	63,54
32	220,60	12,93	8,00	3,59	2,06	1,74	1,18	5,51	11,13	6,40	60,06
	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	18,27	9,56	10,19	6,30	2,79	2,31	1,80	22,53	9,35	16,76	19,03
2021/2022											
Mo (mg.L⁻¹)	MFC (g)	CC (cm)	LC (cm)	MFB (g)	CB (cm)	LB (cm)	CLB (cm)	MFE (g)	CE (cm)	LE (cm)	NBC
0	227,43	12,85	8,07	4,90	2,19	1,92	1,92	6,08	10,60	5,48	45,54
8	246,46	14,53	8,73	4,86	2,16	1,91	1,91	7,19	11,45	5,87	49,35
16	273,46	14,18	8,70	4,88	2,21	1,91	1,91	7,53	11,32	5,95	54,44
24	268,90	14,52	8,70	4,91	2,16	1,93	1,93	7,81	11,52	6,13	53,37
32	268,64	14,85	9,33	4,69	2,14	1,88	1,88	7,18	12,47	6,13	56,03
	*	**	**	ns	*	ns	ns	ns	**	ns	**
CV (%)	17,41	8,13	10,73	5,70	2,21	2,33	2,02	24,53	6,72	19,32	20,12

ns: não significativo; ** significativo a 1% de probabilidade de erro; * significativo a 5% de probabilidade de erro.

Diversos estudos realizando aplicação de Mo em videiras e macieiras verificaram aumento dos parâmetros físicos avaliados dos cachos em relação ao tratamento controle (WILLIAMS; MAIER; BARTLETT, 2005; WILLIAMS et al., 2007b; WILLIAMS et al., 2007a; LONGBOTTOM; DRY; SEDGLEY, 2010; ATTIA; FARAG, 2017; WÓJCIK, 2020).

Observou-se na safra 2021/2022 que as doses de Mo promoveram aumento na massa fresca de cachos (Figura 9A), obtendo ponto de máximo com a dose de 24 mg.L⁻¹. O mesmo comportamento foi observado nos parâmetros comprimento e largura de cacho, assim como no comprimento de engaçó (Figuras 9D). Os melhores resultados foram verificados para o tratamento com 32 mg.L⁻¹ de Mo, o qual proporcionou aumento de 16%, 14% e 18%, respectivamente, no tamanho de cachos e engaçó, quando comparado com a testemunha.

Figura 9 - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm de diâmetro, na massa fresca de cacho (A); comprimento de cacho (B); largura de cacho (C); comprimento de engaçó (D) da videira ‘Niagara Rosada’ durante o segundo ciclo produtivo. São Manuel – SP, 2021/2022



Corroborando com os resultados observados no presente estudo, Attia e Farag (2017) também observaram aumento no comprimento dos cachos da cultivar Thompson Seedless após tratamento com pulverização de Mo.

O aumento de algumas características de cacho e engaçó, na safra 2021/2022, podem ter ocorrido em decorrência de elevação os níveis de auxina (Ax) durante a primeira fase de desenvolvimento dos frutos (PIRES; MAIA, 2012), estimulando o processo de alongamento celular (COSGROVE, 2017).

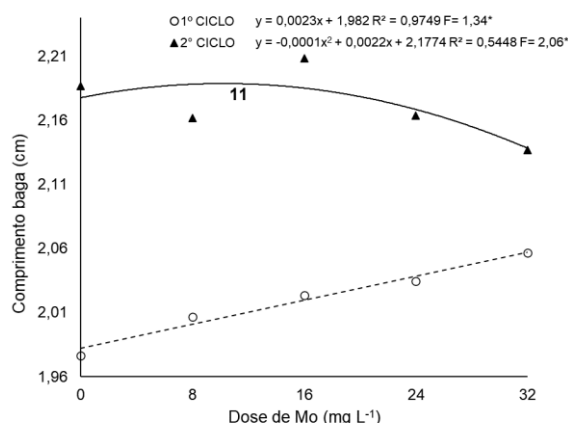
De acordo com Seo et al. (1998), Broadley et al. (2012), Mendel e Kruse (2012) e Amaro (2014) o Mo participa na reação de conversão de indol-3-acetaldeído (IAAlD) em ácido indol-3-acético (AIA), elevando o teor de Ax nas plantas.

Dessa maneira, verifica-se a eficácia do Mo na descompactação dos cachos, visto que houve aumento do tamanho do engaçó e, conseqüentemente, dos cachos

após o tratamento com Mo. Trata-se de um fator de grande interesse no cultivo de 'Niagara Rosada' podendo auxiliar na redução da incidência de doenças, uma vez que cachos muito compactados propiciam microclima adequado na colonização de fungo, além de dificultar a entrada fungicidas durante as aplicações (NOGUEIRA; FERRARI; TÖFOLI; DOMINGUES, 2017). Cachos maiores possibilitam aumento no preço de comercialização por se tornarem mais atrativos ao consumidor.

Com relação ao comprimento de baga (Figura 10), foi ajustado modelo de regressão significativo para expressão a variação nos resultados obtidos nas duas safras. Durante a primeira safra as doses de Mo promoveram aumento linear no comprimento das bagas (Figura 10). Enquanto na segunda safra houve aumento quadrático no comprimento das bagas (Figura 10), com ponto de máximo obtido na dose estimada de 11 mg.L⁻¹.

Figura 10 - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm de diâmetro, no comprimento de baga da videira 'Niagara Rosada' durante os ciclos produtivos. São Manuel – SP, 2021/2022



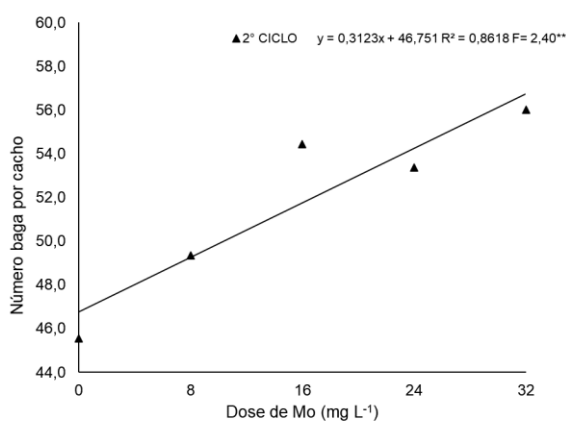
Os resultados observados no presente estudo corroboram com o observado por Attia e Farag (2017). Os autores verificaram que na 'Thompson Seedless' a aplicação de Mo também apresentou efeito positivo no comprimento das bagas, com aumento de 12,57% no seu tamanho.

Ao final da primeira fase de desenvolvimento dos frutos, período herbáceo, boa parte do desenvolvimento das bagas como quantidade de sementes e massa, estão em sua grande parte definidos, estimulado pelos hormônios relacionados ao crescimento (auxina, giberelina e citocinina) (PIRES; MAIA, 2012; COSGROVE, 2017).

No presente estudo, a aplicação das doses de Mo ocorreu durante a fase herbácea das bagas, quando apresentavam de 6 a 8mm de diâmetro. Sugerindo a forte relação da aplicação de Mo, com o aumento no teor de auxina nos cachos durante esse período. Aumento nos níveis de auxina foram verificados por Wójcik (2020) após pulverização de Mo em macieiras.

Em relação ao número de bagas por cacho, verificou-se que as doses de Mo promoveram aumento linear dessa variável no segundo ciclo de produção (Figura 11). Indicando efeito positivo do Mo na degrana de bagas.

Figura 11 - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm de diâmetro, no número de bagas por cacho da videira ‘Niagara Rosada’ durante os ciclos produtivos. São Manuel – SP, 2021/2022



Com base nos dados obtidos pela avaliação dos parâmetros físicos, constata-se que, para a ‘Niagara Rosada’, a dose de 16 mg.L⁻¹ de Mo proporcionou melhores resultados quanto a descompactação dos cachos pelo aumento do tamanho do engaço, possibilitando aumento do tamanho dos cachos, de bagas e influenciando positivamente na degrana de bagas.

2.5.2 Parâmetros químicos do mosto

Não houve diferença significativa das doses de Mo para a maioria dos parâmetros químicos avaliados durante os dois ciclos de produção, exceto os parâmetros teor de sólidos solúveis no segundo ciclo e pH durante as duas safras (Tabela 5).

Tabela 5 - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm, nos parâmetros químicas de sólidos solúveis (SS); acidez titulável (AT); índice de maturação (SS/AT); pH do mosto da videira 'Niagara Rosada' durante os dois ciclos produtivos. São Manuel-SP, 2020/2021 e 2021/2022

Mo (mg.L ⁻¹)	SS (°Brix)		AT (%)		SS/AT		pH	
	20/21	21/22	20/21	21/22	20/21	21/22	20/21	21/22
0	16,10	15,02	0,65	0,39	24,96	38,32	3,07	3,62
8	16,12	14,44	0,59	0,52	27,32	27,56	3,15	3,61
16	16,68	14,04	0,57	0,41	29,37	34,67	3,19	3,59
24	16,56	13,78	0,52	0,45	31,97	30,62	3,18	3,62
32	16,60	14,46	0,58	0,45	28,67	32,13	3,17	3,64
	ns	**	ns	ns	ns	ns	**	*
CV (%)	3,99	5,20	18,44	12,15	20,09	12,47	1,45	1,55

ns: não significativo; ** significativo a 1% de probabilidade de erro; * significativo a 5% de probabilidade de erro.

Embora a maioria dos resultados não tenham apresentado diferença significativa entre os tratamentos, observou-se melhoria da qualidade dos frutos principalmente nos dados obtidos no mosto da uva na safra de 2020/2021.

Diversos autores também relatam sobre melhoria da composição química do mosto de uva (MORSI; IMAN; ZEINAB, 2009; ATTIA; FARAG, 2017), morango (LIU et al., 2017), tomate (SABATINO et al., 2019) e maçã (WÓJCIK, 2020), após o tratamento com Mo.

Na safra de 2020/2021 o teor de sólidos solúveis variou de 16,10 a 16,68 °Brix, sem apresentar diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 5). Enquanto que para a safra de 2021/2022 foi ajustado modelo de regressão quadrático para expressar a variação dos dados obtidos (Figura 12).

A aplicação de Mo até a dose estimada de 19,53 mg.L⁻¹ promoveu redução no teor sólidos solúveis presentes no mosto da 'Niagara Rosada'. No entanto, a partir desse ponto o Mo elevou a concentração de carboidrato no mosto, indicando que doses acima de 19,53 mg.L⁻¹ podem auxiliar no aumento da qualidade química do mosto da 'Niagara Rosada'.

O conteúdo de sólidos solúveis se trata de um dos parâmetros químicos mais importante na determinação da maturação e na qualidade da uva. Ele é o responsável pelo sabor adocicado, um dos pontos cruciais na apreciação e comercialização do consumidor pela cultivar de uva (YU; WANG; SUN; HUANG, 2017; COSER et al., 2021).

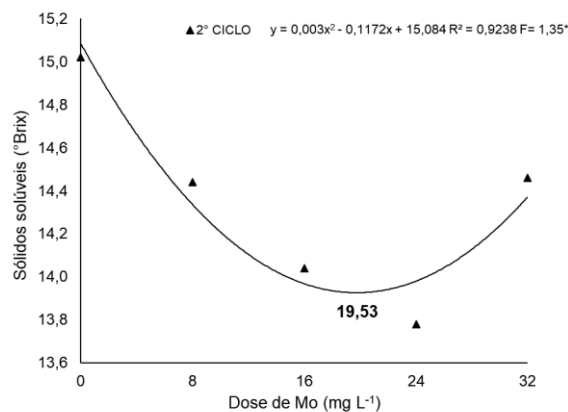
Apesar do decréscimo no acúmulo de açúcar entre os tratamentos, todas as doses utilizadas, exceto a dose de 24 mg.L⁻¹, superaram o padrão mínimo de sólidos solúveis, 14 ° Brix, recomendado para a ‘Niagara Rosada’ (MAIA, 2012) e para uvas rústicas de consumo in natura (BRASIL, 2002).

De acordo com Santos et al. (2010), durante o período de maturação das uvas ocorre aumento no acúmulo de carboidratos nas bagas. Isso por conta da elevação do conteúdo de ABA, durante a fase de maturação dos frutos. O ABA atua na ativação da enzima invertase, responsável pelo transporte ativo de açúcares e por realizar a hidrólise da sacarose no pedicelo (PIRES; MAIA, 2012).

O Mo pode atuar como precursor da fazer final da biossíntese de ABA (BROADLEY et al., 2012; MENDEL; KRUSE, 2012; AMARO, 2014). Portanto, sua aplicação deveria aumentar a concentração desse fitohormônios nas bagas de uva e assim elevar a qualidade dos frutos, como foi observado na primeira safra.

Esses fatores indicam que pode ter ocorrido influência externa afetando a qualidade dos frutos na safra de 2021/2022, devido ao excesso de precipitação pluviométrica ao final do período de maturação dos frutos (Figura 8B), dessa forma interferindo nos resultados positivos promovidos pela aplicação de Mo nos cachos. Como relatado por Guerra (2003) a composição química do mosto da uva além de sofrer influência da cultivar, também pode ser influenciada pelo clima, pragas, patógenos e pela integridade dos cachos.

Figura 12 - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm de diâmetro nos sólidos solúveis do mosto da videira ‘Niagara Rosada’ durante o segundo ciclo produtivo. São Manuel – SP, 2021/2022



Embora não tenha ocorrido diferença estatística significativa entre as doses de Mo para a acidez titulável (AT) e índice de maturação (SS/AT), durante os dois ciclos

de produção, a aplicação do micronutriente no primeiro ciclo, proporcionou bagas com menor teor de ácido tartárico e, conseqüentemente, maior relação SS/AT.

A legislação brasileira não possui padrão estabelecido para o SS/AT referente a uvas de mesa, independe de cultivar fina ou rústica (BRASIL, 2002). Entretanto, esse é um parâmetro importante quando se trata do sabor e aceitação da uva, pois ele retrata o equilíbrio entre o teor de açúcares e ácidos orgânicos no mosto da uva.

Os atributos químicos que se referem a qualidade da uva, na cultivar Niagara Rosada, não possuem valores padrões como referência, como por exemplo a AT, SS/AT e o pH; portanto, será utilizado padrões referentes a legislação para suco de uva, uma vez que se tratando de um produto natural, há uma íntima relação entre a composição química da uva e a qualidade final do suco.

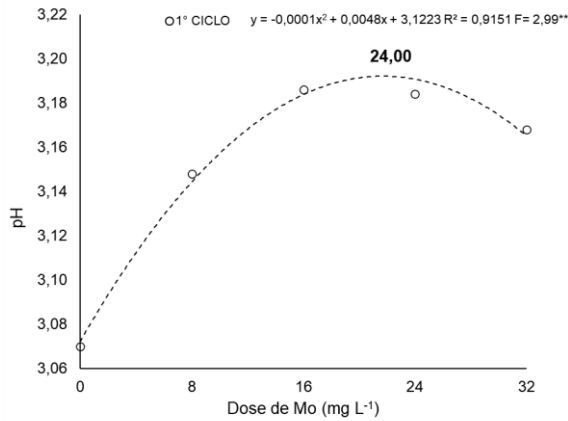
Para que o sabor da uva seja agradável ao paladar, é recomendado que o valor do índice de maturação das uvas esteja entre 15 e 35 (BRASIL, 2004). Esse valor refere-se ao grau de maturidade dos frutos; portanto, quanto mais alto, mais madura é a fruta (RIZZON et al., 1998; RIZZON; LINK, 2006).

Os valores obtidos para as duas safras indicam que, excluindo a testemunha do segundo ciclo, o mosto das uvas estava dentro dos parâmetros exigidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2004).

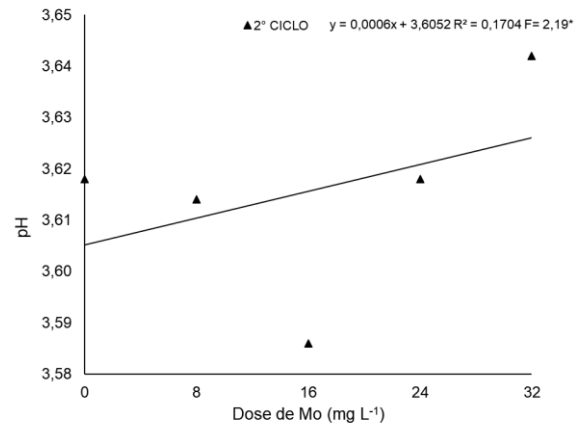
A redução da acidez no mosto da 'Niagara Rosada' durante o ciclo 2020/2021 é observada através do modelo de regressão ajustado para o pH (Figura 13A). No qual houve o aumento quadrático do pH, com as doses de Mo, obtendo ponto de máximo com a dose de 24 mg.L⁻¹.

Embora tenha ocorrido aumento no conteúdo de ácido tartárico na segunda safra, essa elevação não afetou de forma negativo a acidez do mosto, visto que houve aumento no pH (Figura 13B).

Figura 13 - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm de diâmetro no pH do mosto da videira 'Niagara Rosada' durante o primeiro (A) e segundo (B) ciclo produtivo. São Manuel – SP, 2020/2021 e 2021/2022



A

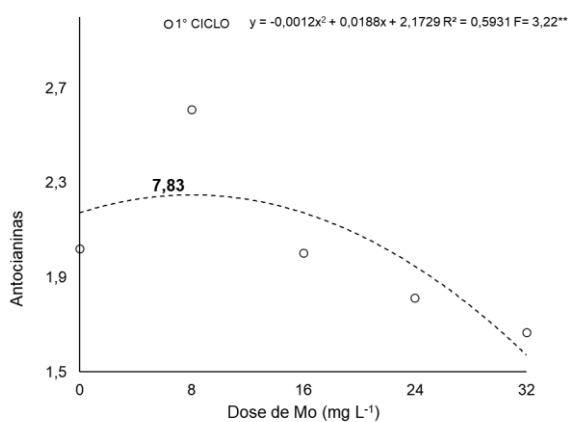


B

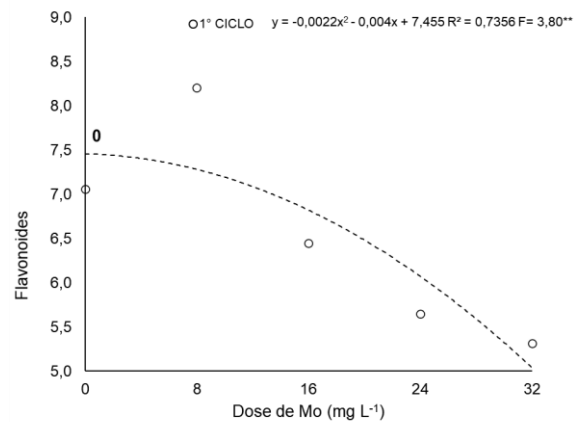
2.5.3 Parâmetros bioquímicos: Teor de compostos fenólicos e determinação da atividade antioxidante

Com relação aos dados referentes a composição bioquímica das uvas, foram realizadas análises apenas para a primeira safra, havendo diferença estatística significativa para os parâmetros avaliados no teor de compostos fenólicos (Figura 14) e na atividade antioxidante (Figura 15).

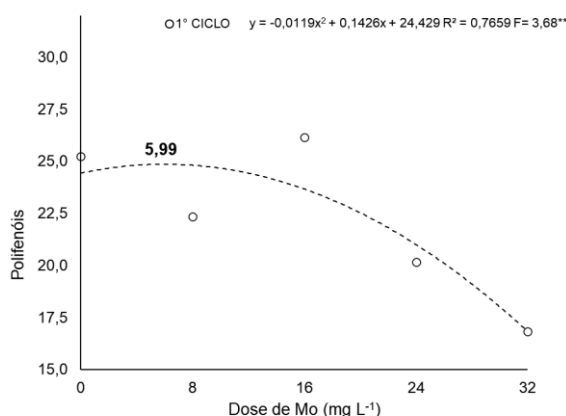
Figura 14 - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm de diâmetro no teor de compostos antocianinas (A); flavonoides (B); fenólicos polifenóis (C) da videira 'Niagara Rosada' durante o primeiro ciclo produtivo. São Manuel – SP, 2020/2021



A



B



C

No teor de antocianinas totais (Figura 14A), as doses de Mo promoveram aumento quadrático no conteúdo de cor da casca das bagas, para a qual foi obtida ponto de máximo na dose de 7,83 mg.L⁻¹, ou seja, houve elevação de 22,61% na concentração de antocianina, se comparado à testemunha. Indicando aumento na coloração das bagas.

Sabatino et al. (2019) encontraram aumento na concentração de antocianinas após tratamento com doses de Mo (0,5, 2 e 4 μmol.L⁻¹) em tomates. Corroborando com os resultados obtidos no presente experimento.

Estudos encontrado na literatura realizando aplicações de Mo em videiras não fornecem informações acerca do efeito desse micronutriente na composição bioquímica das uvas (WILLIAMS; MAIER; BARLETT, 2005; WILLIAMS et al., 2007a; WILLIAMS et al., 2007b; LONGBOTTOM; DRY; SEDGLEY, 2010; AMARO, 2014), o que demonstra a necessidade de informações e a dificuldade de comparação acerca dos efeitos do Mo em cachos de uva.

De acordo com Pires e Maia (2012), durante o período de maturação o aumento da concentração de ABA nas bagas de uva ocorre principalmente na casca. Esse maior acúmulo promove o aumento da atividade da enzima chalcona sintase (CHS), enzima promotora da síntese de flavonoides (HE et al., 2010). A aplicação de Mo pode promover o aumento da síntese de ABA (BROADLEY et al., 2012; MENDEL; KRUSE, 2012; AMARO, 2014), sugerindo que quanto maior a concentração aplicada de Mo maior o teor de ABA e, portanto, mais intensa será a coloração dos frutos.

No Entanto, Moro (2013) constatou que após realizar aplicação de ABA em framboesa houve redução na concentração de transcritores da dihidroflavonol redutase (DFR), enzima responsável por catabolizar o processo de redução do

dihidroflavonol à antocianina, o que acarretou em menor teor de antocianinas nos frutos (MORO, 2013). Corroborando com os resultados observados no presente estudo para as doses acima de $7,83 \text{ mg.L}^{-1}$.

Estudos com utilização de ABA para melhoria da coloração dos frutos, a aplicação do regulador vegetal é feita após o início da maturação, tendo dessa forma resultados mais efetivos com o aumento no conteúdo de antocianinas (CANTÍN; FIDELIBUS; CRISOSTO, 2007; ROBERTO et al., 2012; KRETZSCHMAR et al., 2016; WURZ et al., 2018). Enquanto no presente estudo a aplicação de Mo foi realizada apenas durante a fase herbácea dos frutos.

Além disso, os níveis de antocianinas também podem sofrer influência de uma infinidade de fatores, como: genéticos relacionados a cultivar; idade da planta; estágio fenológico, assim como estágio de maturação de frutos em caso de utilização de fitoreguladores; concentração hormonal; além de diversos fatores ambientais que podem promover condições de estresse na planta (HE et al., 2010; LEE et al., 2012).

Embora tenha sido verificado aumento na concentração de antocianinas, um dos 4 subgrupos de flavonoides, o mesmo não foi observado no teor de flavonoides totais (Figura 14B). De acordo com a equação obtida pelo modelo de regressão ajustado para o teor de flavonoides totais, as doses de Mo aplicadas não foram eficientes no aumento dos níveis de flavonoides na 'Niagara Rosada', visto que a dose testemunha (0 mg.L^{-1}) foi responsável pelo melhor resultado no conteúdo de flavonoides totais. As doses de Mo podem ter inibido a síntese dos outros 3 subgrupos de flavonoides, refletindo na diminuição do acúmulo de flavonoides totais (Figura 14B).

Após a aplicação de ABA em calêndulas, Pacheco, Camargo e Souza (2011) constataram a redução no teor de flavonoides. Os autores sugerem que o aumento na concentração de ABA pode ter suprimido a atividade na via metabólica dos fenilpropanoides, precursores dos flavonoides.

Ajustou-se modelo de regressão quadrático para expressar a variação dos dados obtidos no teor de polifenóis totais (Figura 14C), verificando aumento com as doses de Mo. O ponto de máximo foi obtido com a dose estimada de $5,99 \text{ mg.L}^{-1}$, representando um aumento de 3,56% no conteúdo de polifenóis comparado com a testemunha.

Sabatino et al. (2019) também verificaram aumento no conteúdo de polifenóis de tomate após tratamento com Mo. Os autores indicam que esse aumento na

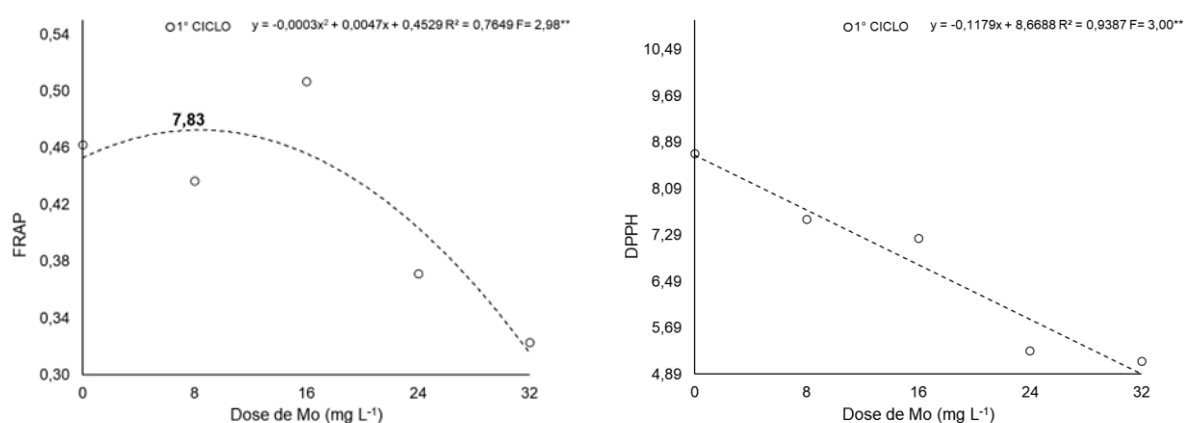
concentração de polifenóis totais se deu principalmente pela elevação de antocianinas na casca dos frutos, influenciando positivamente na coloração.

Possivelmente aplicações parceladas do micronutriente durante as fases de desenvolvimento dos frutos, principalmente após o início da maturação, poderiam apresentaria resultados mais satisfatórios quanto ao conteúdo de compostos fenólicos na 'Niagara Rosada'.

O conteúdo de compostos fenólicos nos frutos reflete de forma direta na sua capacidade antioxidante. Possuem a capacidade de inibir a produção de radicais livre através da doação de elétrons e assim reduzem o estresse oxidativos; portanto seus níveis são aumentados em condições de estresse nos vegetais (SOARES et al., 2008; BERLI et al., 2015). Devido a esses fatores, os compostos fenólicos conferem propriedades nutracêuticas às uvas e diversos estudos relatam sobre os benefícios do consumo de uva e seus derivados na saúde humana (LEE; DOSSETT; FINN, 2012; MOURA et al., 2021).

Relacionado à determinação da atividade antioxidante nos cachos de 'Niagara Rosada', houve interação significativa das doses de Mo nos parâmetros FRAP e DPPH para os resultados obtidos no primeiro ciclo (Figura 15).

Figura 15 - Doses de molibdênio (Mo) na fase de bagas de 6 a 8 mm de diâmetro, na atividade antioxidante pelos métodos FRAP (A); DPPH (B) da videira 'Niagara Rosada'. São Manuel – SP, 2020/2021



A

B

Com relação ao poder antioxidante redutor férrico (FRAP) (Figura 15A), foi verificado aumento quadrático com as doses de Mo, obtendo ponto de máximo com a dose estimada de 7,83 mg.L⁻¹ de Mo. Havendo aumento de 9,8% em relação a testemunha.

Através dos dados obtidos na avaliação da capacidade antioxidante pelo método FRAP (Figura 15A), observa-se resultados semelhantes aos obtidos nos parâmetros de compostos fenólicos. Esse padrão no efeito provocado pelo Mo indica que seu uso nos cachos de 'Niagara Rosada' pode influenciar de forma positiva na qualidade bioquímica das bagas.

Para a determinação da capacidade antioxidante pelo método DPPH (Figura 15B), ajustou-se modelo de regressão linear para os tratamentos, havendo redução da atividade antioxidante com as aplicações de Mo nos cachos.

Apesar do aumento no conteúdo de compostos fenólicos das uvas, a avaliação da atividade antioxidante pelo método DPPH (Figura 15B) indica que as doses de Mo reduziram o poder de inibir a produção de radicais livres pela doação de elétrons em até 41,15%.

A capacidade antioxidante dos frutos é aumentada principalmente em condições de estresses, isso porque ocorre maior síntese de metabólitos secundários para promover a proteção dos frutos (MOURA et al., 2021). Com isso, ao observar os resultados obtidos para métodos de avaliação da atividade antioxidante dos cachos de 'Niagara Rosada' tratados com doses de Mo, infere-se que doses acima de 8 mg.L⁻¹ de Mo reduziram a síntese de compostos fenólicos.

Os resultados observados no conteúdo de compostos fenólicos e atividade antioxidante, sugerem que o aumento da concentração de Mo nos cachos da 'Niagara Rosada', a partir da dose de 8 mg.L⁻¹, pode ter reduzido a expressão de algum gene responsável pela biossíntese de compostos fenólicos das uvas inibindo seu acúmulo. O que ocasionou a redução dos compostos fenólicos avaliados, promovendo a diminuição da capacidade antioxidante desses frutos.

Apesar da composição bioquímica das uvas ser um fator nutricional de grande importância e que tem se tornado questão significativa no consumo da fruta, sabe-se que para o consumidor ainda é de maior interesse que os cachos sejam grandes e não compactados, com bagas grandes, adocicadas e de baixa acidez, tornando-os visualmente atraentes e mais agradáveis ao paladar.

2.6 CONCLUSÕES

Apesar da redução da qualidade bioquímica da 'Niagara Rosada' a dose de 16 mg.L⁻¹ de Mo associada a 30 mg.L⁻¹ de GA₃ proporcionou a melhor resposta em relação à descompactação dos cachos, propiciando:

Aumento do tamanho do engaço, cachos e bagas; e redução da degrana de bagas.

Aumento do pH, conseqüentemente, reduzindo a acidez do mosto da uva; teor de sólidos solúveis acima do recomendado pela legislação brasileira para uvas rústicas para mesa, tornando-a agradável ao paladar.

REFERÊNCIAS

- AMARO, A. C. E. **Respostas Fisiológicas à aplicação de reguladores vegetais e nutrientes 'Crimson Seedless'**. 2014. Tese(Doutorado em Agronomia – Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.
- ATTIA, S. M., FARAG, K. M. Effect of Some Preharvest Treatments on the Incidence of Waterberry Disorder and on Fruit Quality Characteristics of 'Thompson Seedless' Table Grapes. **American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.**, v. 17, n. 5, p. 392-400, 2017.
- 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, n. 1, p. 70-76, 1996.
- BERLI, F.J., ALONSO,R., BELTRANO,J., BOTTINI, R. High-Altitude Solar UV-B and Abscisic Acid Sprays Increase Grape Berry Antioxidant Capacity. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 66, n. 1, p. 65-72, 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 1 de 02/2002**. Brasília: Secretaria de Apoio Rural e Cooperativismo, 04 fev. 2002. Assunto: Regulamento técnico de identidade e qualidade para a classificação da uva rústica.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 54 de 07/2004**. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, 29 de jul. 2004. Assunto: Complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho e dos derivados da uva e do vinho.
- BROADLEY, M., BROWN, P., CAKMAK, I., RENGEL, Z., ZHAO, F. Function of Nutrients: Micronutrients. In: MARSCHNER, P. (ed.). **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 3.ed. San Diego: Academic Press, 2012. cap. 7, p. 191-248.
- CANTÍN, C. M., FIDELIBUS, M. W., CRISOSTO, C. H. Application of abscisic acid (ABA) at veraison advanced red color development and maintained postharvest quality of 'Crimson Seedless' grapes. **Postharvest Biology And Technology**, v. 46, n. 3, p. 237-241, 2007.
- CASTRO, P.R.C. Ação de CEPA e do ácido giberélico na frutificação da videira 'Niagara Rosada'. **ESALQ**, Piracicaba, v. 32, n. 1, p. 99-113, 1975.
- COSER, G. M. A. G., PACE, G. P. L., SILVA, L. P. B., HAWERROTH, F. J., YUKIHIRO, C. W., CORRÊA, C. V., RODRIGUES, M. J. S., TECCHIO, M. A. Qualidade pós-colheita de uvas 'Niagara Rosada' tratadas com Erger®. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, México, v. 22, n. 2, p. 176-189, 2021.

COSGROVE, D. J. Paredes celulares: estrutura, formação e expansão. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. (org.). **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. cap. 14. p. 379-406.

CUNHA, A. R., MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Brazilian Journal of Irrigation and Drainage**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11, 30 mar. 2009.

DECHEN, A. R., NACHTIGAL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F et al. (ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2007. cap 3. p. 91-13.

EZZ. T. M., KOBBI, A. M. Effect of molybdenum nutrition on growth, nitrate reductase activity yield and fruit quality of Balady mandarin trees under low and height nitrogen levels. **Alex. Agric. Res.**, v. 44, n. 1, p. 227-238, jan. 1999.

GUERRA, C. C. Uvas Americanas e Híbridas para Processamento em Clima Temperado. **Maturação e colheita**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. (Sistema de Produção, 2).

HÄNSCH, R., MENDEL, R. R. Physiological functions of mineral micronutrients (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, Cl). **Current Opinion in Plant Biology**, Brunswick, v. 12, n. 3, p. 259-266, jun. 2009.

HE, F., MU, L., YAN, G. L., LIANG, N. N., PAN, Q. H., WANG, J., REEVES, M. J., DUAN, C. Q. Biosynthesis of anthocyanins and their regulation in colored grapes. **Molecules**, v. 15, n. 12, p. 9057-9091, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa>. Acesso em: 25 nov. 2021.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, 4. ed. São Paulo: IMESP, 1985. p. 580.

KIM Y.K.; GUO Q., PARCKER L. Free radical scavenging activity of red ginseng aqueous extracts. **Toxicology**, Amsterdam, v. 172, n. 2, p. 149-56, 2002.

KISHINO, A. Y. Nutrição, calagem e adubação. In: KISHINO, A. Y.; CARVALHO, S. L. C.; ROBERTO, S. R. (ed.). **Viticultura Tropical: o sistema de produção de uvas de mesa do Paraná**. 1. ed. Londrina: IAPAR, 2019. cap. 9. p. 429-451.

KISHINO, A. Y., MARUR, C. J., ROBERTO, S. R. Características da planta. In: KISHINO, A. Y., CARVALHO, S. L. C., ROBERTO, S. R. (ed.). **Viticultura Tropical: o sistema de produção de uvas de mesa do Paraná**. 1. ed. Londrina: IAPAR, 2019. cap. 4. p. 155-249.

KRETZSCHMAR, A.A., LERIN, S., FAGHERAZZI, A.F., MARIO, A.E., BASTOS, F.E.A., ALLEBRANDT, R., RUFATO, L. Application of abscisic acid increases the

colour of 'Rubi' grape berries in Southern Brazil. **Acta Horticulturae**, v. 1115, n.1, p. 231-236, 2016.

LEÃO, P. C. S. Cultivares/ Manejo da parte aérea/ Manejo de cachos e reguladores de crescimento. In: MOUCO, M. A. do C. (Ed.). **Cultivo da videira**. 2 ed. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. (Sistemas de Produção, 1).

LEÃO, P. C. S., SILVA, D. J. Cultivo da videira no semiárido nordestino. In: PIO, R. (ed.). **Cultivo de frutíferas de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2018. cap. 15. p. 586-625.

LEE, J., DOSSETT, M., FINN, C. E. Rubus fruit phenolic research: The good, the bad, and the confusing. **Food Chemistry**, v. 130, n. 4, p. 785-796, 2012.

LEE, J.; DURST, R. W.; WROLSTAD, R. E. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. **Journal AOAC International**, Budapest, v. 88, n. 5, p. 1269-1278, 2005.

LIU, L., XIAO, W., JI, M. L., YANG, C., LI, L., GAO, D. S., FU, X. L. Effects of molybdenum on nutrition, quality, and flavour compounds of strawberry (*Fragaria xananassa* Duch. cv. Akihime) fruit. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 16, n. 7, p. 1502-1512, 2017.

LONGBOTTOM, M. L., DRY, P. R., SEDGLY, M. Effects of sodium molybdate foliar sprays on molybdenum concentration in the vegetative and reproductive structures and on yield components of *Vitis vinifera* cv. Merlot. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 16, n. 1, p. 477-490, 2010.

MAIA, J. D. G. Origem da videira Niagara. In: MAIA, J. D. G; CAMARGO, U. A. (ed.). **O cultivo da videira Niagara no Brasil**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2012. cap. 1. p. 15-22.

MAIA, J. D. G., CAMARGO, U. A. (ed.). **O cultivo da videira Niágara Rosada no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2012. 301 p.

MELLO, L. M. R. Relatório de avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela embrapa: Novas cultivares de uvas sem sementes BRS Vitória e BRS Ísis. **Embrapa Uva e Vinho**, Bento Gonçalves, p. 1-31, jan. 2020.

MENDEL, R. R., KRUSE, T. Cell biology of molybdenum in plants and humans. **Biochimica et Biophysica Acta - Molecular Cell Research**, v. 1823, n. 9, p. 1568-1579, 2012.

MORO, L. **Regulação hormonal da biossíntese de antocianinas em framboesas (*Rubus idaeus*) no período pós-colheita**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos – Bromatologia) – Faculdade de Ciências farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

MORSI, M. E., IMAN, A. A. E., ZEINAB, A. I. Effect of boron and molybdenum foliar sprays on growth, yield and fruit quality of "Superior" grapevine (*Vitis vinifera* L). **Fayoum Journal Agriculture Research & Development**, Egypt, v. 23, n. 1, p. 139-150, 2009.

MOURA, M. F., MORO, L., CAMIZOTTI, K. A., HERNANDEZ, J. L., TECCHIO, M. A. Suco de uva: potencial bioativo de seus polifenóis. **O Agrônomo**, Campinas, v. 73, n. 1, p. 89-98, 2021.

NOGUEIRA, E. M. C., FERRARI, J. T., TÖFOLI, J. G., DOMINGUES, R. J. Doenças fúngicas da videira: sintomas e manejo. **Documento técnico 32**. São Paulo, p. 1-21, mai. 2017. Instituto biológico – APTA.

PACHECO, A. C., CAMARGO, P. R., SOUZA, C. G. M. Deficiência hídrica e aplicação de ABA nas trocas gasosas e no acúmulo de flavonoides em calêndula (*Calendula officinalis* L.). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 275-281, 2011.

PIRES, E. J. P. **Emprego de reguladores de crescimento em viticultura tropical**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 19, n. 1, p. 40-43, 1998.

PIRES, E. J. P., MAIA, J. D. G. Uso de reguladores vegetais na videira Niagara. *In*: MAIA, J. D. G.; CAMARGO, U. A. (ed.). **O cultivo da videira Niagara no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2012. cap. 13. p. 277-284.

POPOVA, M., BANKOVA, V., BUTOVSKA, D., PETKOV, V., NIKOLOVA-DAMYANOVA, B., SABATINI, A. G., MARCAZZAN, G. L., BOGDANOV, S. **Validated methods for the quantification of biologically active constituents of poplar-type propolis**. *Phytochem Anal*, v. 15, n. 4, p. 235-240, 2004.

RAIJ, B. V., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J. A., FURLANI, A. M. C. (Ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Planejamento Governança E Gestão. Departamento de Planejamento Governamental . **Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul**. 6. ed. Porto Alegre: SPGG, 2021. 203 p. Disponível em: https://issuu.com/spggrs/docs/atlas_socioeconomico_do_rio_grande_do_sul. Acesso em: 26 nov. 2021.

RIZZON, L. A., MANFROI, V., MENEGUZZO, J. **Elaboração de suco de uva na propriedade vitícola**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1998. 24p.

RIZZON, L. A., LINK, M. Composição do suco de uva caseiro de diferentes cultivares. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 689-692, 2006.

ROBERTO, S. R., ASSIS, A.M., YAMAMOTO, L.Y., MIOTTO, L.C.V., SATO, A.J., KOYAMA, R., GENTA, W. Application timing and concentration of abscisic acid improve color of 'Benitaka' table grape. **Scientia Horticulturae**, v. 142, n. 1, p.44-48, 2012.

SABATINO, L., D'ANNA, F., IAPICHINO, G., MONCADA, A., D'ANNA, E., PASQUALE, C. Interactive Effects of Genotype and Molybdenum Supply on Yield and Overall Fruit Quality of Tomato. **Frontiers in Plant Science**, v. 9., n. 1922, p. 1-10, 2019.

SANTOS, A. O., ROLIM, G. S., HERNANDES, J. L., PEDRO JR., M. J. A maturação fisiológica da videira vinífera em São Paulo: Comentários sobre as safras de verão e de inverno na média altitude paulista. **Instituto Agrônomo de Campinas**, Campinas, v.1, n. 1, p. 1-9, 2010.

SEO, M., AKABA, S., ORITANI, T., DELARUE, M., BELLINI, C., CABOCHE, M., KOSHIBA, T. Higher activity of an aldehyde oxidase in the auxin-overproducing superroot1 mutant of *Arabidopsis thaliana*. **Plant Physiology**, v. 116, n. 2, p. 687-93, 1998.

SINGLETON, V. L.; ROSSI JÚNIOR, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.16, n.3, p.144-158, 1965.

SOARES, M., WELTER, L., KUSKOSKI, E. M., GONZAGA, L., FETT, R. 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.

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

TECCHIO, M. A., HERNANDES, J. L., PIRES, E. J., MOURA, M. F., TERRA, M. Cultivo da videira para mesa, vinho e suco. *In*: PIO, R. (Org.). **Cultivo de frutíferas de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2018, v. 1, cap. 14, p. 512-584.

WILLIAMS, C. M. J., MAIER, N., CHVYL, L., PORTER, K., LEO, N. Molybdenum foliar sprays and Other nutriente strategies to improve fruit set and reduce berry asynchrony ('hen and chickens'). **South Australian Research and Development Institute**, Adelaide, v. 1, n. 1, p. 1-227, 2007a.

WILLIAMS, C. M. J., MAIER, N. A., BARTLETT, L. Effect of Molybdenum Foliar Sprays on Yield, Berry Size, Seed Formation, and Petiolar Nutrient Composition of "Merlot" Grapevines. **Journal of Plant Nutrition**, v. 27, n.11, p. 1891-1916, 2005.

WILLIAMS, C. M. J., MAIER, N., PORTER, K., CHVYL, L. Effect of molybdenum and rootstock on growth fruit set, yield and bunch characteristics of grapevines. **South Australian Research and Development Institute**, Adelaide, v.1, n.1, p. 15-31, 2007b.

WÓJCIK, P. Effects of molybdenum sprays on the growth yield and fruit quality of 'Red Jonaprince' apple trees. **Scientia Horticulturae**, v. 271, n. 109422, p. 1-7, 2020.

WURZ, D. A., BRIGHENTI, A. F., ALLEBRANDT, R., PASA, M., MARCON FILHO, J. L., RUFATO, L. Aplicação de ácido abscísico e seu efeito na maturação da videira Cabernet Sauvignon em região de elevada altitude. **Congrega**, v. 1, n. 1, p. 1-11, 2018.

YU, J., WANG, H., SUN, X., & HUANG, W. Parameter optimization in soluble solid content prediction of entire bunches of grape based on near infrared spectroscopic technique. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 11, n. 4, p. 1676-1680, 2017.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Mo demonstrou propiciar melhoria na qualidade dos cachos da cultivar sem sementes BRS Vitória e da 'Niagara Rosada' possibilitando aumento do tamanho de bagas e descompactação dos cachos na cultivar Niagara Rosada'.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, G. V. B. “Uvas sem semente: uma tendência”. *Ellu Agronegócio*. São Paulo, março, 2017.
- ATTIA, S. M.; FARAG, K. M. Effect of Some Preharvest Treatments on the Incidence of Waterberry Disorder and on Fruit Quality Characteristics of “Thompson Seedless” Table Grapes. *American-urasian J. Agric. & Environ. Sci*, Damanshour, v. 17, n. 5, p. 392-400, 2017.
- BOTELHO, R.V.; PIRES, E.J.P.; TERRA, M.M. Efeitos do ácido giberélico na fertilidade de gemas e no crescimento dos ramos de videiras cv. Rubi. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v.10, n.4, p.439-443, 2004.
- BOTELHO, R. V.; PIRES, E. J. P.; TERRA, M. M.; CATO, S. C. Efeitos do thidiazuron e do ácido giberélico nas características dos cachos de uva de mesa cultivar Rubi, na região da Nova Alta Paulista. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 243-245, abr. 2002.
- BOTELHO, R. V.; PIRES, E. J. P.; ROBERTO, S. R.; ALVARENGA, A. A.; NORBERTO, P. M.; CHALFUN, N. N. J.; PIO, R. Propagação. In: MOTOIKE, S.; BORÉM, A. (Org.). Uva: do plantio à colheita. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2018. cap. 5, p. 61-83.
- BROADLEY, M.; BROWN, P.; CAKMAK, I.; RENGEL, Z.; ZHAO, F. Function of **Nutrients: Micronutrients**. In: MARSCHNER, P. (Ed.). Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. 3.ed. San Diego: Academic Press, 2012. cap.7, p.191-248.
- CASTILHA, B. R.; MARCOMINI, L. R. S.; PALMIERI, F. G. Uva. *Horti & Fruti Brasil*, Piracicaba, p. 39-40, 2019. Anual. Cepea USP.
- COSGROVE, D. J. Paredes celulares: estrutura, formação e expansão. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. (org.). **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. cap. 14. p. 379-406.
- HÄNSCH, R.; MENDEL, R. R. Physiological functions of mineral micronutrients (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, Cl). *Current Opinion in Plant Biology*, Brunswick, v. 12, n. 3, p. 259-266, jun. 2009.
- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. **Estatísticas da Produção Paulista**. 2021. Disponível em: http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1. Acesso em: 13 ago. 2021.
- JACKSON, R. S. (ed.). Grapevine structure and function. In: JACKSON, R. S. (ed.). **Wine Science: principles and applications**. Principles and Applications. 5. ed. San Diego: Academic Press, 2020. cap. 3. p. 77-149.

KISHINO, A. Y.; MARUR C. J.; ROBERTO, S. R. Características das plantas. IN: KISHINO, A. Y.; CARVALHO, S. L. C.; ROBERTO, S. R. (ed.). **Viticultura Tropical: o sistema de produção de uvas de mesa do Paraná**. 1. ed. Londrina: IAPAR, 2019. Cap. 4. p. 155-249.

KISHINO, A. Y.; ROBERTO, S. R.; GENTA, W. Tratos culturais. IN: KISHINO, A. Y.; CARVALHO, S. L. C.; ROBERTO, S. R. (ed.). **Viticultura Tropical: o sistema de produção de uvas de mesa do Paraná**. 1. ed. Londrina: IAPAR, 2019. Cap. 6. p. 303-370.

LEÃO, P. C. S. Cultivares/ Manejo da parte aérea/ Manejo de cachos e reguladores de crescimento. In: MOUCO, M. A. do C. (Ed.). **Cultivo da videira**. 2. ed. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. (Sistemas de Produção, 1).

LONGBOTTOM, M. L.; DRY, P. R.; SEDGLEY, M. Effects of sodium molybdate foliar sprays on molybdenum concentration in the vegetative and reproductive structures and on yield components of *Vitis vinifera* cv. Merlot. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Australia, v. 16, n. 3, p. 477-490, 28 set. 2010. Wiley.

MAIA, J. D. G.; RITSCHER, P.; CAMARGO, U. A.; SOUZA, R. T.; FARJADO, T. V.; NAVES, R. L.; GIRARDI, C. L. 'BRS Vitória': nova cultivar de uva de mesa sem sementes com sabor especial e tolerante ao míldio. **Comunicado Técnico 126**. Bento Gonçalves, p. 1-12, out. 2012. 1. ed. Embrapa Uva e Vinho.

MAIA, J. D. G.; RITSCHER, P.; SOUZA, R. T.; GARRIDO, L. R. 'BRS Vitória' Uva para mesa, sem sementes, de sabor especial e tolerante ao míldio: Recomendações agronômicas para a região de Campinas, São Paulo. **Circular Técnica 129**. Bento Gonçalves, p. 1-28, jun. 2016. 1. ed. Embrapa Uva e Vinho.

MAIA, J. D. G. Melhoria na qualidade da videira 'Niagara Rosada'. In: MAIA, J. D. G.; CAMARGO, U. A. (ed.). **O cultivo da videira Niagara no Brasil**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2012b. Cap. 7. p. 124-136.

MAIA, J. D. G. Origem da videira Niagara. In: MAIA, J. D. G.; CAMARGO, U. A. (ed.). **O cultivo da videira Niagara no Brasil**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2012a. Cap. 1. p. 15-22.

MAIA, J. D. G.; RITSCHER, P. Uvas sem semente: maior valor agregado. **Campo & Negócios**, Uberlândia, v. 1, n. 1, p. 1-1, 8 maio 2019.

MELLO, L. M. R. Relatório de avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela embrapa: Novas cultivares de uvas sem sementes BRS Vitória e BRS Ísis. **Embrapa Uva e Vinho**, Bento Gonçalves, p. 1-31, jan. 2020.

MELLO, L. M. R.; MACHADO, C. A. E. Vitivinicultura brasileira: panorama 2019. **Comunicado Técnico 214**. Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 2020. 21 p.

PIRES, E. J. P.; BOTELHO, R.V. Uso de reguladores vegetais na cultura da videira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE UVAS DE MESA, 2000, Ilha Solteira. **Anais...** Ilha Solteira, 2001. p.129-147.

PIRES, E. J. P., MAIA, J. D. G. Uso de reguladores vegetais na videira Niagara. *In*: MAIA, J. D. G.; CAMARGO, U. A. (ed.). **O cultivo da videira Niagara no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2012. cap. 13. p. 277-284.

SEO, M., AKABA, S., ORITANI, T., DELARUE, M., BELLINI, C., CABOCHE, M., KOSHIBA, T. Higher activity of an aldehyde oxidase in the auxin-overproducing superroot1 mutant of *Arabidopsis thaliana*. **Plant Physiology**, v. 116, n. 2, p. 687-93, 1998.

TECCHIO, M. A., HERNANDES, J. L., PIRES, E. J., MOURA, M. F., TERRA, M. Cultivo da videira para mesa, vinho e suco. *In*: PIO, R. (Org.). **Cultivo de frutíferas de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2018, v. 1, cap. 14, p. 512-584.

USDA - United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. **Grapes, Fresh Table: Production, Supply and Distribution in Selected Countries**. 2022. 1p. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads> >. Acesso em: 15 out. 2022.

WILLIAMS, C. M. J., MAIER, N. A., BARTLETT, L. Effect of Molybdenum Foliar Sprays on Yield, Berry Size, Seed Formation, and Petiolar Nutrient Composition of “Merlot” Grapevines. **Journal of Plant Nutrition**, v. 27, n. 11, p. 1891–1916, 2005.

WILLIAMS, C. M. J., MAIER, N., PORTER, K., CHVYL, L. Effect of molybdenum and rootstock on growth fruit set, yield and bunch characteristics of grapevines. **South Australian Research and Development Institute**, Adelaide, v.1, n.1, p. 15-31, 2007.