

BRUNO MARCOS DE PAULA MACEDO

**ÁCIDO GIBERÉLICO E THIDIAZURON NA QUALIDADE DE CACHOS DE
VIDEIRAS BRS VITÓRIA E NIAGARA ROSADA PRODUZIDAS EM CONDIÇÕES
DE CLIMA SUBTROPICAL**

Botucatu

2022

BRUNO MARCOS DE PAULA MACEDO

**ÁCIDO GIBERÉLICO E THIDIAZURON NA QUALIDADE DE CACHOS DE
VIDEIRAS BRS VITÓRIA E NIAGARA ROSADA PRODUZIDAS CONDIÇÕES DE
CLIMA SUBTROPICAL**

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

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio
Tecchio

Botucatu

2022

M141a Macedo, Bruno Marcos de Paula
 Ácido giberélico e thidiazuron na qualidade de cachos de
videiras BRS Vitória e Niagara Rosada produzidas em
condições de clima subtropical / Bruno Marcos de Paula
Macedo. -- Botucatu, 2022
76 p. : il., tabs.

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

1. reguladores vegetais. 2. características do cacho. 3.
qualidade química da baga. 4. compostos fenólicos. I. Título.

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

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

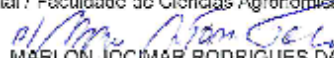
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ÁCIDO GIBERÉLICO E THIDIAZURON NA QUALIDADE DOS CACHOS DE CULTIVARES DE VIDEIRA BRS VITÓRIA E NIÁGARA ROSADA

AUTOR: BRUNO MARCOS DE PAULA MACEDO

ORIENTADOR: MARCO ANTONIO TECCHIO

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


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


Pesquisador Dr. MARLON JOCIMAR RODRIGUES DA SILVA (Participação Virtual)
Unidade Regional Petrolina / Agência de Defesa e Fiscalização Agropecuária do Estado de Pernambuco


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

Botucatu, 02 de setembro de 2022

A minha mãe que quando estava viva sempre me apoiou em tudo que pode para me tornar uma pessoa melhor.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À UNESP, que me acolheu por todos esses anos, à minha família por todo apoio que me deram, à minha esposa por tudo que já passamos juntos e aos colegas que sempre estiveram comigo.

A todos do grupo de Viticultura e Enologia da FCA/UNESP, pós-graduandos e aos vários estagiários da graduação, pela imensa contribuição nas várias etapas dessa pesquisa, pois sem eles essa pesquisa não teria acontecido.

Aos professores, principalmente, ao Prof. Dr. Marco Antonio Tecchio e Prof. Dr. Filipe Pereira Giardini Bonfim por acreditarem em mim.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa.

Ao Grupo de Pesquisas de Fruticultura (Frut!) da UNESP/FCA pela parceria nos trabalhos e cooperação nos trabalhos de campo e laboratorial.

RESUMO

A viticultura paulista aparece em posição de destaque no cenário nacional, representando 9% da produção brasileira, sendo a maior parte do cultivo destinado à produção de uvas para mesa e em sua grande maioria cultivada como agricultura familiar, em pequenas propriedades com cerca de 5 a 8 hectares. São Paulo é o estado que tem tradição no cultivo da uva 'Niagara Rosada', principalmente, nas regiões agrícolas de Itapetininga, Campinas, Jales e Sorocaba. A 'Niagara Rosada' é considerada uva para mesa rústica por uma menor exigência por tratamentos culturais e uma maior tolerância por doenças fúngicas. As cultivares de uva sem semente tradicionais, presentes no mercado brasileiro como 'Thompson Seedless', apresentam produção irregular devido à baixa fertilidade de gemas e diversos outros problemas de cultivo no país, dessa forma, em consequência do crescimento da demanda por uvas apirênicas, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), por meio do seu programa de melhoramento genético da uva, vem desenvolvendo novas cultivares de uvas, adaptadas às diferentes regiões brasileiras, como a BRS Vitória. Diante deste cenário, este estudo avalia o efeito de aplicações de thidiazuron e ácido giberélico nas características físico-químicas dos cachos e bagas de uvas das cultivares Niagara Rosada e BRS Vitória cultivadas em clima subtropical. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Ensino, Pesquisa e Produção de São Manuel (SP), nos ciclos de produção 2020/2021 e 2021/2022. Os experimentos foram conduzidos em esquema fatorial 2x5, correspondendo a 5 doses de GA₃ (0, 25, 50, 75, 100 mg L⁻¹), associados ou não a 2 mg L⁻¹ de Thidiazuron (TDZ) aplicados na fase ervilha. Assim, totalizaram-se 10 tratamentos com 5 repetições e 3 cachos por parcela, correspondendo a 150 cachos. Os cachos selecionados foram identificados no momento da aplicação. Foram analisadas massas frescas de cacho e engaço; comprimento e largura de cachos e engaços; número de bagas por cacho; massa fresca, comprimento e largura de bagas; teores de sólidos solúveis, acidez titulável e relação SS/AT; pH, teores de antocianinas monoméricas totais, polifenóis totais, flavonoides e atividade antioxidante (DPPH e FRAP). Durante a avaliação da parte física foi constatado que a utilização de TDZ, associado ao GA₃ na fase ervilha, promoveu melhor qualidade do cacho com bagas maiores. Quanto maior a dose aplicada de GA₃ ou TDZ na fase ervilha, menor a produção de compostos bioativos nos cachos da cv. BRS Vitória. Quanto maior a dose aplicada de GA₃ ou TDZ na fase ervilha, menor a produção de compostos bioativos nos cachos da cv. Niagara Rosada.

Palavras-chave: reguladores vegetais; características do cacho; qualidade química da baga; compostos fenólicos.

ABSTRACT

Viticulture in São Paulo appears in a prominent position on the national scene, representing 9% of the Brazilian production, most of the cultivation being for the production of table grapes and in its great majority cultivated as family farming, in small properties of about 5 to 8 hectares. São Paulo is the state with the tradition of growing 'Niagara Rosada' grapes, mainly in the agricultural regions of Itapetininga, Campinas, Jales and Sorocaba. The 'Niagara Rosada' is considered a rustic table grape for its lesser demand for cultivation and greater tolerance to fungal diseases. The traditional seedless grape cultivars, present in the Brazilian market as 'Thompson Seedless', present irregular production due to low bud fertility and several other cultivation problems in the country. Thus, as a consequence of the growing demand for apirenic grapes, the Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA), through its grape genetic improvement program, has been developing new grape cultivars, adapted to different Brazilian regions, such as the BRS Vitória. In this scenario, this study evaluated the effect of thidiazuron and gibberellic acid applications on the physical-chemical characteristics of bunches and berries of grapes of the cultivars Niagara Rosada and BRS Vitoria grown in subtropical climate. The experiment was conducted at Experimental farm for teaching, research and production of São Manuel (SP), in the production cycles 2020/2021 and 2021/2022. The experiments were conducted in 2x5 factorial scheme, corresponding to 5 GA₃ doses (0, 25, 50, 75, 100 mg L⁻¹), associated or not with 2 mg L⁻¹ of Thidiazuron (TDZ) applied in the pea phase. Thus, there were a total of 10 treatments with 5 repetitions and 3 bunches per plot, corresponding to 150 bunches. The selected bunches were identified at the time of application. Fresh mass of bunch and stem; length and width of bunches and stalks; number of berries per bunch; fresh mass, length and width of berries; contents of soluble solids, titratable acidity and SS/AT ratio; pH, total monomeric anthocyanins, total polyphenols, flavonoids and antioxidant activity (DPPH and FRAP) were analyzed. During the evaluation of the physical part, it was found that the use of TDZ, associated with GA₃ in the pea phase, promoted better bunch quality with larger berries. The higher the dose of GA₃ or TDZ applied in the pea phase, the lower the production of bioactive compounds in the bunches of BRS Vitória. The higher the dose of GA₃ or TDZ applied in the pea phase, the lower the production of bioactive compounds in the bunches of the variety Niagara Rosada.

Keywords: plant growth; cluster characteristics; berry chemical quality; phenolic compounds.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Massa fresca de baga (A), largura de baga (B) e comprimento de baga (C) de uva 'Niagara Rosada', no ciclo de produção 2020/2021 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA_3) associadas a 2 mg.L⁻¹ de TDZ aplicadas na fase ervilha.....33
- Figura 2** - Largura de cacho (A) da uva 'Niagara Rosada', no ciclo 2020/2021 submetidos a aplicação de doses de ácido giberélico (GA_3) aplicadas na fase ervilha.....34
- Figura 3** - Comprimento de cacho (A), massa fresca de baga (B) e número de bagas por cacho (C) da uva 'Niagara Rosada', no ciclo de produção 2021/2022 submetidos a aplicação de doses de ácido giberélico (GA_3) associados as doses de TDZ, aplicadas na fase ervilha.....36
- Figura 4** - Largura de cacho (A), largura de baga (B) e a razão entre comprimento e largura de baga (C) da uva 'Niagara Rosada' no ciclo de produção 2021/2022, submetidos a aplicação de doses de ácido giberélico (GA_3) aplicadas na fase ervilha.....38
- Figura 5** - Massa fresca e comprimento de engaço de uva 'Niagara Rosada' no ciclo de produção 2020/2021 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA_3) aplicadas na fase ervilha.....39
- Figura 6** - Comprimento de engaço de uva 'Niagara Rosada' no ciclo de produção 2021/2022 submetidos a aplicação de doses de ácido giberélico (GA_3) associados as doses de TDZ, aplicadas na fase ervilha.....41
- Figura 7** - Sólidos solúveis de uva 'Niagara Rosada' no ciclo de produção 2021/2022 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA_3) aplicadas na fase ervilha.....42

Figura 8 - Doses GA ₃ associadas a duas doses de TDZ (0 e 2 mg L ⁻¹) na concentração de fenóis (mg 100 g ⁻¹), flavonoides (mg 100 g ⁻¹) e antocianina (mg 100 g ⁻¹) e na atividade antioxidante FRAP (mg 100 g ⁻¹) da videira 'Niagara Rosada'.....	44
Figura 9 - Doses GA ₃ , associados a duas doses de TDZ (0 e 2 mg L ⁻¹) na atividade antioxidante DPPH (mg 100g ⁻¹) da videira 'Niagara Rosada'.....	45
Figura 10 - Comprimento de baga de uva 'BRS Vitoria', no ciclo de produção 2020/2021 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA ₃) associado com 2 mg.L ⁻¹ de TDZ aplicadas na fase ervilha.....	55
Figura 11 - Largura de baga (A) e massa fresca de baga (B) de uva 'BRS Vitória', no ciclo de produção 2020/2021 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA ₃) na fase ervilha.....	56
Figura 12 - Massa fresca de cacho (A), comprimento de cacho (B), massa fresca de baga (C) e comprimento de baga (D) de uva 'BRS Vitória', no ciclo de produção 2020/2021 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA ₃) associados ao TDZ na fase ervilha.....	58
Figura 13 - Largura de baga (A), número de bagas por cacho (B) e a razão entre comprimento e largura de baga (C) de uva 'BRS Vitória', no ciclo de produção 2020/2021 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA ₃) associados ao TDZ na fase ervilha.....	60
Figura 14 - Massa fresca de engaço de uva 'BRS Vitória', no ciclo de produção 2020/2021 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA ₃).....	61
Figura 15 - Massa fresca de engaço (A) e comprimento de engaço (B) da videira 'BRS Vitória', no ciclo de produção 2020/2021 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA ₃) associadas as doses de TDZ.....	62

- Figura 16** - Acidez titulável (A) e SS/acidez (B) de uva ‘BRS Vitória’, no ciclo de produção 2020/2021 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA_3) associadas a doses de TDZ, aplicadas na fase ervilha.....64
- Figura 17** - Sólidos Solúveis de uva ‘BRS Vitória’, no ciclo de produção 2020/2021 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA_3) aplicadas na fase ervilha.....65
- Figura 18** - Sólidos Solúveis e pH de uva ‘BRS Vitória’, no ciclo de produção 2020/2021 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA_3) aplicadas na fase ervilha.....66
- Figura 19** - Doses de GA_3 associados a duas doses de TDZ (0 e 2 mg L⁻¹) na concentração de fenóis (A) (mg 100 g⁻¹), flavonoides(B) (mg 100 g⁻¹), antocianina (C) (mg 100 g⁻¹) e na atividade antioxidante FRAP (D) (mg 100 g⁻¹) da videira ‘BRS Vitória’.....68
- Figura 20** - Doses GA_3 , associados a duas doses de TDZ (0 e 2 mg L⁻¹) na atividade antioxidante DPPH (mg 100g⁻¹) da videira ‘BRS Vitória’.....68

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Massa fresca de baga, comprimento de baga e largura de baga de uva 'Niagara Rosada' no ciclo de produção 2020/2021, submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA_3) e TDZ (0 e 2 mg L⁻¹) aplicados na fase ervilha.....34
- Tabela 2** - Variáveis físicas de cacho e baga de uva 'Niagara Rosada' no ciclo de produção 2020/2021, submetida a aplicação de doses de TDZ (0 e 2 mg L⁻¹) aplicados na fase ervilha.....35
- Tabela 3** - Variáveis físicas de comprimento de cacho, número de bagas por cacho e massa fresca de baga de uva 'Niagara Rosada' no ciclo de produção 2020/2021, submetida a aplicação de doses de TDZ (0 e 2 mg L⁻¹) aplicados na fase ervilha.....37
- Tabela 4** - Variáveis físicas de cacho e baga de uva 'Niagara Rosada' no ciclo de produção 2021/2022, submetida a aplicação de doses de TDZ (0 e 2 mg L⁻¹) aplicados na fase ervilha.....39
- Tabela 5** - Massa fresca e comprimento de engão da uva 'Niagara Rosada' no ciclo de produção 2020/2021 submetidas a aplicação de doses de TDZ (0 e 2 mg L⁻¹) aplicados na fase ervilha.....40
- Tabela 6** - Comprimento de engão de uva 'Niagara Rosada' no ciclo de produção 2021/2022, submetidos a aplicação de doses de ácido giberélico (GA_3) associados as doses de TDZ, aplicadas na fase ervilha.....41
- Tabela 7** - Teores de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e SS/acidez no mosto de uva 'Niagara Rosada' no ciclo de produção 2020/2021 submetidas à aplicação de doses de Thidiazuron (TDZ, 0 e 2 mg L⁻¹).....42

Tabela 8 - Sólidos Solúveis de uva 'Niagara Rosada' no ciclo de produção 2021/2022, submetidos a aplicação de doses de ácido giberélico (GA ₃) associados as doses de TDZ, aplicadas na fase ervilha.....	43
Tabela 9 - Acidez titulável (AT) e SS/acidez no mosto de uva 'Niagara Rosada' no ciclo de produção 2021/2022 submetidas à aplicação de doses de Thidiazuron (TDZ, 0 e 2 mg L ⁻¹).....	44
Tabela 10 - Comprimento de baga de uva 'BRS Vitoria' submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA ₃), no ciclo de produção 2021/2022 associado com 2 mg.L ⁻¹ de TDZ aplicadas na fase ervilha.....	55
Tabela 11 - Massa fresca do cacho, massa fresca e largura de bagas de uva 'BRS Vitória', no ciclo de produção 2021/2022 submetida a doses de TDZ (0 e 2 mg L ⁻¹) aplicados na fase ervilha.....	56
Tabela 12 - Massa fresca de cacho, comprimento de cacho, massa fresca de baga e comprimento de baga de uva 'BRS Vitória', no ciclo de produção 2021/2022 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA ₃) associados ao TDZ na fase ervilha.....	59
Tabela 13 - Largura de baga, número de bagas por cacho e a razão entre comprimento e largura de uva 'BRS Vitória', no ciclo de produção 2021/2022 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA ₃) associados ao TDZ na fase ervilha.....	61
Tabela 14 - Variáveis físicas do engão de uva 'BRS Vitória', no ciclo de produção 2021/2022 submetida a doses de TDZ (0 e 2 mg L ⁻¹) aplicados na fase ervilha.....	62
Tabela 15 - Massa fresca de engão e comprimento de engão de uva 'BRS Vitória', no ciclo de produção 2021/2022 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA ₃) associados ao TDZ na fase ervilha.....	63

Tabela 16 - Largura do engaço de uva 'BRS Vitória' no ciclo de produção 2021/2022 submetida a doses de TDZ (0 e 2 mg L⁻¹) aplicados na fase ervilha.....64

Tabela 17 - Acidez titulável e SS/acidez de uva 'BRS Vitória', no ciclo de produção 2021/2022 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA₃) associadas a doses de TDZ, aplicadas na fase ervilha.....65

Tabela 18 - Teores de sólidos solúveis valores de pH, no mosto de uva 'BRS Vitória', no ciclo de produção 2021/2022 submetidas à aplicação doses de Thidiazuron (TDZ, 0 e 2 mg L⁻¹) aplicados na fase ervilha.....66

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	23
CAPÍTULO 1 ÁCIDO GIBERÉLICO E THIDIAZURON NA QUALIDADE DE CACHOS DE VIDEIRA NIAGARA ROSADA PRODUZIDAS CONDIÇÕES DE CLIMA SUBTROPICAL	26
1.1 INTRODUÇÃO.....	28
1.2 MATERIAL E MÉTODOS	30
1.2.1 Área experimental.....	30
1.2.2 Delineamento Experimental e Tratamentos	30
1.2.3 Avaliações	31
1.2.3.1 Variáveis físico-químicas de cachos, bagas e engajo.....	31
1.2.3.2 Variáveis físico-químicas e bioquímicas	31
1.2.3.3 Análise Estatística	32
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
1.3.1 Variáveis físicas de cachos e bagas.....	32
1.3.2 Variáveis físicas do Engajo	39
1.3.3 Variáveis Químicas do mosto da uva	41
1.3.4 Teores de compostos bioativos e atividade antioxidante.....	43
1.4 Conclusões.....	45
REFERÊNCIAS	46
CAPÍTULO 2 ÁCIDO GIBERÉLICO E THIDIAZURON NA QUALIDADE DE CACHOS DE VIDEIRA BRS VITÓRIA PRODUZIDAS CONDIÇÕES DE CLIMA SUBTROPICAL	49
2.1 INTRODUÇÃO	51
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	52
2.2.1 Área experimental.....	52
2.2.2 Delineamento Experimental e Tratamentos	52
2.2.3 Avaliações	53
2.2.3.1 Variáveis físico-químicas de cachos, bagas e engajo.....	53
2.2.3.2 Variáveis químicas e bioquímicas	53
2.2.3.3 Análise Estatística	54
2.2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
2.2.4.1 Variáveis físicas de cachos e bagas.....	54
2.2.4.2 Variáveis físicas do Engajo	61
2.2.4.3 Variáveis Químicas do mosto da uva	64

2.4	Conclusões.....	70
	REFERÊNCIAS	71
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74
	REFERÊNCIAS	75

INTRODUÇÃO GERAL

A viticultura é uma atividade tradicional em regiões de clima temperado, contudo, com o desenvolvimento de novas tecnologias, cada vez mais é possível realizar a produção de uva em condições subtropicais e tropicais. No Brasil, esta cultura está tradicionalmente inserida principalmente nos estados do Rio Grande do Sul, Pernambuco e São Paulo e, com o aumento de seu consumo, houve o desenvolvimento de novas regiões produtoras, estendendo-se até o Rio Grande do Norte.

A atividade vitivinícola demanda mão de obra e tem boa rentabilidade por área, por ser uma cultura intensiva e perene. É tipicamente uma atividade desenvolvida por agricultores de base familiar, mas também por grandes empreendimentos com foco, tanto na produção de uvas finas para processamento, quanto na produção de uvas de mesa para exportação e mercado interno – é nesse mercado onde observa-se a maior diferença entre as cultivares lançadas pela Embrapa e as disponíveis no mercado. Tal fenômeno se explica pelo clima tropical onde esses grandes empreendimentos estão localizados, os quais são caracterizados por regiões com pouca tradição referência na atividade vitícola.

Entre os estados que mais produziram em 2021, se encontram o Rio Grande do Sul, seguido por Pernambuco e São Paulo (AGRIANUAL, 2020). Entre as uvas mais consumidas pelo brasileiro se encontra a 'Niagara Rosada', que apresenta sabor adocicado foxado e película rosada (Detoni et al., 2005; DE MELLO et al., 2022), sendo ela a cultivar mais plantada no estado de São Paulo (Detoni et al., 2005; Cappello, 2014).

O ácido giberélico (GA_3) é o fitorregulador mais utilizado em viticultura, visando principalmente o aumento do tamanho e fixação das bagas, a descompactação dos cachos e a eliminação de sementes. Com o objetivo de aumentar o tamanho das bagas, as respostas às aplicações ácido giberélico variam em função da cultivar e das condições de cultivo (Pires et al., 1998; Botelho et al., 2003). Cáto (2002) verificou que a aplicação de 35 mg L^{-1} de GA_3 na 'Niagara Rosada' aos 15 dias após o pleno florescimento resultaram em incrementos na massa e tamanho médio dos cachos e bagas. Em videiras, a utilização de reguladores vegetais é uma prática alternativa que vem sendo bastante difundida, pois exige pouca mão de obra e proporciona melhoria significativa

nos cachos e bagas de uva. Os reguladores vegetais podem ser utilizados para controle do crescimento vegetativo, aumento da fertilidade das gemas, incremento da fixação de frutos, desbaste de cachos, supressão de sementes, aceleração ou retardo da maturação dos frutos, controle do enrugamento das bagas, enraizamento de estacas e micropropagação (Botelho, 2002).

As giberelinas são reguladores vegetais bastante difundidos na viticultura de mesa (Botelho et al., 2002; Maia et al., 2016). Apresenta diferentes respostas dependendo da época de aplicação (Leão, 2004), a exemplo da aplicação de GA₃ realizada no pré-florescimento, a qual promove o alongamento dos cachos e, em pleno florescimento, promove o raleio químico devido ao menor pegamento de flores e, assim, a descompactação de cachos. Após o florescimento, a aplicação do GA₃ promove o aumento no tamanho e massa das bagas e engrossamento do pedicelo e da ráquis. Entretanto, o excesso em sua aplicação pode favorecer o aumento na lignificação e, conseqüentemente, ocasionar degrana de bagas na pós-colheita (Maia et al., 2016).

A giberelina atua tanto na divisão celular e no alongamento celular, atuando na fase G1 para a fase S do ciclo celular, onde ocorre a expansão celular. No alongamento celular, a giberelina proporciona a síntese da enzima XET (enzima hidrolítica), bem como a ativação da síntese da enzima α amilase.

A enzima XET, uma vez sintetizada, vai ser colocada na parede celular e será ativada pelo pH ácido degradando a xiloglucan, formando falhas na parede celular, possibilitando a entrada das expansinas e, assim, quebrando as ligações de microfibrilas da PC.

A α -amilase faz a quebra do amido em glicose, aumentando a concentração de glicose dentro da célula, e esse aumento diminui o potencial osmótico. Por consequência o potencial hídrico dessa célula cresce e, assim, ocorre uma maior entrada de água potencializando seu crescimento.

O thidiazuron (TDZ) é um regulador de crescimento que apresenta ação semelhante à citocinina, feniluréia do mesmo grupo do forchlorfenuron. Botelho et al. (2002) verificaram aumento do tamanho das bagas, engajo e número de bagas de uvas 'Centennial Seedless' com aplicação de TDZ a 10 mg L⁻¹, associado ou não ao ácido giberélico a 30 mg L⁻¹, na região de Jales, Noroeste do estado de São Paulo, assim, Terra et al. (2007) no município de São Miguel Arcanjo-SP encontraram

resultados promissores em uvas 'Centennial Seedless', com o uso de 5 mg L⁻¹ de AG₃ associado a 3 mg L⁻¹ de TDZ , evidenciando a necessidade de mais pesquisas para confirmar e entender as diferentes respostas à aplicação de reguladores vegetais, avaliando época de aplicação, cultivar e doses.

A preferência nos dias de hoje pelo consumo de uvas sem sementes vem aumentando em comparação com uvas de mesa com semente (Almeida, 2017). Porém, a procura ainda é muito grande quando se trata da 'Niagara Rosada' (Botelho et al., 2016; Kishino; Marur; Roberto, 2019). Representante das videiras *Vitis labrusca*, a variedade é predominante e de grande produção na viticultura paulista (Instituto de Economia Agrícola; 2020).

Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar em condições de clima subtropical, o uso de thidiazuron (TDZ) e GA₃ na melhoria da qualidade dos cachos e das bagas de videiras 'BRS Vitória' e 'Niagara Rosada' produzidas em São Manuel-SP.

CAPÍTULO 1

ÁCIDO GIBERÉLICO E THIDIAZURON NA QUALIDADE DE CACHOS DE VIDEIRA NIAGARA ROSADA PRODUZIDAS CONDIÇÕES DE CLIMA SUBTROPICAL

Resumo

A 'Niagara Rosada' é considerada uva para mesa, sendo rústica devido a menor exigência de tratos culturais e ser tolerante a doenças fúngicas e mais adaptada ao clima tropical e subtropical. O ácido giberélico (GA_3) é o regulador vegetal mais utilizado em viticultura, visando, principalmente, o aumento do tamanho e fixação das bagas, à descompactação dos cachos e a eliminação de sementes. Com o objetivo de aumentar o tamanho das bagas, as respostas às aplicações de ácido giberélico variam em função da cultivar e das condições de cultivo com isso o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito de aplicações de thidiazuron e ácido giberélico nas características físico-químicas dos cachos e bagas de uvas da cultivar Niagara Rosada cultivadas em clima subtropical. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Ensino, Pesquisa e Produção de São Manuel (SP), nos ciclos de produção 2020/2021 e 2021/2022. O experimento foi conduzido em esquema fatorial 2×5 , correspondendo a 5 doses de GA_3 (0, 25, 50, 75, 100 mg L⁻¹) associados ou não a 2 mg L⁻¹ de thidiazuron (TDZ) aplicados na fase ervilha. Assim, totalizaram-se 10 tratamentos com 5 repetições e 3 cachos por parcela, correspondendo à 150 cachos. Os cachos selecionados foram identificados no momento da primeira aplicação. Foram avaliadas massas frescas de cacho e engajo; comprimento e largura de cachos e engajos; número de bagas por cacho; massa fresca, comprimento e largura de bagas; teores de sólidos solúveis, acidez titulável e relação SS/AT; pH, teores de antocianinas monoméricas totais, polifenóis totais e flavonoides. A utilização de TDZ associado ao GA_3 na fase ervilha, quando se avalia a parte física, promoveu melhor qualidade do cacho com bagas maiores. Observou-se também que, o aumento da dose de GA_3 ou TDZ na fase ervilha, diminui a produção de compostos bioativos nos cachos da cv. Niagara Rosada.

Palavras-chave: reguladores vegetais; Vits spp; GA_3 ; TDZ; fisiologia.

Abstract

The 'Niagara Rosada' is considered a table grape, being rustic because it requires less cultivation and is tolerant to fungal diseases and more adapted to tropical and subtropical climates. Gibberellic acid (GA₃) is the most used plant regulator in viticulture, mainly aiming to increase berry size and setting, bunch decompression, and seed elimination. With the objective of increasing berry size, the responses to gibberellic acid applications vary according to cultivar and growing conditions. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of thidiazuron and gibberellic acid applications on the physicochemical characteristics of bunches and berries of Niagara Rosada grapes grown in subtropical climate. The experiment was conducted at Experimental farm for teaching, research and production of São Manuel (SP), in the production cycles 2020/2021 and 2021/2022. The experiment was conducted in 2x5 factorial scheme, corresponding to 5 GA₃ doses (0, 25, 50, 75, 100 mg L⁻¹) associated or not with 2 mg L⁻¹ of thidiazuron (TDZ) applied in the pea phase. Thus, there were 10 treatments with 5 repetitions and 3 bunches per plot, corresponding to 150 bunches. The selected bunches were identified at the time of the first application. Fresh mass of bunch and stem; length and width of bunches and stalks; number of berries per bunch; fresh mass, length and width of berries; contents of soluble solids, titratable acidity and SS/AT ratio; pH, total monomeric anthocyanins, total polyphenols and flavonoids were evaluated. The use of TDZ associated with GA₃ in the pea phase, when the physical part was evaluated, promoted better bunch quality with larger berries. It was also observed that increasing the dose of GA₃ or TDZ in the pea phase decreased the production of bioactive compounds in the bunches of the cv. 'Niagara Rosada'.

Keywords: plant growth, GA₃; TDZ; Vitis spp physiology.

1.1 INTRODUÇÃO

O cultivo da videira está presente em vários países do mundo, destacado pela a *Vitis vinifera* L. (uvas de origem europeia e asiática) e a *Vitis labrusca* L. (uvas de origem americana). A uva 'Niagara Rosada' é uma mutação da uva 'Niagara Branca' e foi descoberta no Brasil. Obtida pelo cruzamento entre as cultivares 'Concord' (*V. labrusca* L.) e 'Cassady' (*V. labrusca* x *V. vinifera*), apresenta, assim, genealogia composta por 75 % de *V. labrusca* L. e 25 % de *V. vinifera* L. (Pimentel, 2020).

Em 2020, a produção de uvas no Brasil foi de 1,68 milhão de toneladas, com área plantada de 74.475 hectares, conforme dados do levantamento sistemático da produção agrícola (LSPA) do IBGE (IBGE, 2020). Do total de uvas, 51% foram destinadas ao processamento e 49% para mesa. O estado do Rio Grande do Sul se destaca como o maior produtor de uvas para processamento, com volume de produção em 2020 de 950,2 mil toneladas, cerca de 50% da produção nacional. Já o estado de Pernambuco, segundo maior produtor nacional, apresenta produção de 390,6 mil toneladas, cerca de 30% da produção nacional, destacando-se na produção de uvas para mesa, principalmente, para exportação. O estado de São Paulo é o terceiro maior produtor nacional, com produção de 147,4 mil toneladas de uvas em 2020, sendo 99,1% da produção destinada ao consumo *in natura* (IBGE, 2020).

A viticultura paulista aparece em posição de destaque no cenário nacional, representando 9% da produção brasileira, sendo a maior parte do cultivo destinado à produção de uvas para mesa (IBGE, 2020) e em sua grande maioria cultivada como agricultura familiar, em pequenas propriedades com cerca de 5 a 8 hectares (Sato; Franca, 2000; (IBGE, 2020). De acordo com dados do IBGE (2020), houve redução de 1,62% da área de cultivo, em consequência, principalmente, da expansão imobiliária, falta de mão de obra especializada, baixa rentabilidade, falta de planejamento e estratégia de mercado. Isto posto, o preço das uvas foi reduzido na comercialização do estado (Costa; Tarsitano; Conceição, 2011).

São Paulo é o estado que tem tradição no cultivo da uva 'Niagara Rosada', principalmente, nas regiões agrícolas de Itapetininga, Campinas, Jales e Sorocaba. Outros estados produzem essa cultivar, como Paraná, Minas gerais e Goiás (IEA, 2019). A 'Niagara Rosada' é considerada uva para mesa, sendo rústica devido a

menor exigência de tratos culturais e tolerante a doenças fúngicas e mais adaptada ao clima tropical e subtropical (Giovanni, 2014).

A viticultura brasileira possui grande potencial produtivo, por possuir diversas regiões climáticas e as tecnologias no manejo, como a aplicação de indutores de brotação (Botelho; Pires; Terra, 2004), reguladores vegetais (Tecchio et al., 2017), manejo de poda (Roberto; Mashima; Colombo, 2015) e uso de irrigação. Além do manejo cultural, o melhoramento genético de cultivares copa, desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e de cultivares de porta-enxertos pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), trouxeram importante contribuição para a viticultura brasileira.

Com o objetivo de aumentar o tamanho das bagas, as respostas às aplicações de ácido giberélico variam em função da cultivar e das condições de cultivo (Pires et al., 1998). No caso das cultivares Niagara Rosada e Niagara Branca, a maioria dos estudos já realizados não apresentaram efeitos significativos de aplicações de ácido giberélico nas dimensões dos frutos (Pereira et al., 1979; Marachini et al., 1986).

Estudos apontam que a resposta ao GA₃ dependerá de diversas variáveis, como cultivar, estágio da planta durante a aplicação, concentração aplicada e condições edafoclimáticas do local de cultivo (Tecchio et al., 2006; Pemanhari, 2016).

As citocininas têm participação na regulação de vários processos nos vegetais, tais como a divisão celular, a morfogênese da parte aérea e das raízes, a maturação de cloroplastos, o alongamento celular e o atraso da senescência celular.

O Thidiazuron (N-fenil-N-1,2,3-tidiazol-5-tiuréia) (TDZ) é um regulador vegetal que, no Brasil, é largamente utilizado na cultura do algodoeiro para promover o desfolhamento. É classificado como uma feniluréia do mesmo grupo do forchlorfenuron (Botelho et al., 2002) que apresenta ação semelhante à citocinina.

Com base no exposto, este trabalho objetivou avaliar o efeito de aplicações de Thidiazuron e Ácido Giberélico nas características físico-químicas dos cachos e bagas de uvas da cultivar Niagara Rosada, cultivadas em clima subtropical.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 Área experimental

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Ensino, Pesquisa e Produção de São Manuel SP, situado a 22° 46' S., 48° 34' O. e 740m de altitude média, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas, Campus de Botucatu/UNESP. O experimento foi realizado no período de março de 2020 a janeiro de 2022.

O clima do local é do tipo mesotérmico (Cfa), considerado subtropical úmido, concentrando as chuvas entre novembro e abril, com pluviosidade média de 1.465mm e temperatura média anual entre 14,5°C e 27,1°C (Cunha, A. R.; Martins, D. 2009)

As videiras utilizadas no experimento foram implantadas na área experimental em abril de 2014, quando procedeu-se o preparo do solo, calagem e adubação dos sulcos de plantio. Em setembro de 2014 foi realizado o plantio das mudas enxertadas de videira, com espaçamento de 2,0m x 0,80m, sendo utilizado o porta-enxerto 'IAC 572' e a cultivar Niagara Rosada.

1.2.2 Delineamento Experimental e Tratamentos

O experimento foi instalado em esquema fatorial 2x5, correspondendo a 5 doses de GA₃ (0, 25, 50, 75, 100 mg L⁻¹) associados às doses 0 e 2 mg L⁻¹ de thidiazuron (TDZ) aplicados na fase ervilha nos ciclos de produção 2020/2021 e 2021/2022. Assim, totalizaram-se 10 tratamentos com 5 repetições e 3 cachos por parcela, correspondendo a 150 cachos. Os cachos selecionados foram identificados no momento da aplicação.

Os tratamentos foram aplicados mediante pulverização direcionada aos cachos, contendo solução aquosa com a adição das doses de GA₃ e/ou TDZ, com o uso de 0,3 ml L⁻¹ de espalhante adesivo da marca comercial Iharaguen-S®. Realizou-se as aplicações, utilizando-se borrifadores manuais, sendo os tratamentos aplicados aos 15 dias após o pleno florescimento, ou seja, bagas com diâmetro aproximado de 5 a 7mm, correspondendo a fase de ervilha.

1.2.3 Avaliações

1.2.3.1 Variáveis físico-químicas de cachos, bagas e engaço

Em amostragem de 15 cachos representativos de cada parcela experimental, foram determinadas: as massas frescas de cacho (MFC) e engaço (MFE), pela pesagem em balança analítica de precisão, expressas em gramas; comprimento e largura de cachos e engaços, com auxílio de régua graduada, expressos em centímetros; e a contagem do número de bagas por cacho.

Em cada cacho amostrado, foram coletadas 10 bagas ao longo das partes superior, mediana e inferior do cacho, totalizando 150 bagas por parcela, para determinação da massa fresca (MFB), comprimento (CB) e largura de bagas (LB). A massa foi obtida pela pesagem em balança analítica, expressa em gramas, e as dimensões, com auxílio de régua graduada em milímetros. Com a retirada das bagas do cacho, mediu-se o comprimento (CE) e largura (LE).

1.2.3.2 Variáveis físico-químicas e bioquímicas

As características físico-químicas do mosto das uvas foram determinadas em uma amostra composta por 100 bagas por parcela experimental. O mosto foi obtido por meio do esmagamento das bagas, sendo determinadas as seguintes variáveis:

- Teor de Sólidos solúveis (SS): por refratometria direta, por meio de refratômetro digital Atago®, expresso em °Brix;
- Teor de Acidez titulável (AT): expressa em porcentagem de ácido tartárico, obtida por titulação de solução de hidróxido de sódio (NaOH 0,1 N) até a viragem da cor, utilizando como indicador a fenolftaleína;
- Índice de maturação: obtido pela relação SS/AT;
- PH: obtido pela leitura direta do mosto em potenciômetro Micronal B-274. As análises de sólidos solúveis, acidez titulável, pH e índice de maturação foram realizadas conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005).
- Compostos fenólicos totais e antocianinas monoméricas totais: o teor de compostos fenólicos totais das uvas foi determinado pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu (Singleton; Rossi Jr, 1965) e expresso em mg de ácido gálico equivalente (GAE)/kg de uva (mg kg^{-1}). O conteúdo de antocianinas monoméricas totais das uvas foi determinado usando o método do pH-diferencial (Lee; Durst; Wrolstad, 2005) e expresso em mg de cianidina 3-glc

equivalente/ kg de uva (mg kg^{-1}). Ambas as análises foram realizadas utilizando espectrofotômetro Instrutherm® UV–Vis UV 2000A.

- Atividade antioxidante *in vitro*: a atividade antioxidante *in vitro* foi determinada utilizando o método de captura de radicais livres DPPH e FRAP de acordo com Kim; Guo; Packer (2002). O padrão analítico Trolox foi utilizado para a construção da curva analítica e os resultados expressos como equivalentes de Trolox por kg de uva ($\mu\text{g}/100\text{g}$).

1.2.3.3 Análise Estatística

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e análise de variância (*two-way* ANOVA).

Para os valores médios das doses de GA_3 (0, 25, 50, 75 e 100mg L^{-1}) realizou-se análise de regressão polinomial e, para o TDZ (0 e 2mg L^{-1}) teste Tukey, com 5% de significância. Essas análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico SISVAR versão 5.4 (Lavras, MG, Brasil).

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.3.1 Variáveis físicas de cachos e bagas

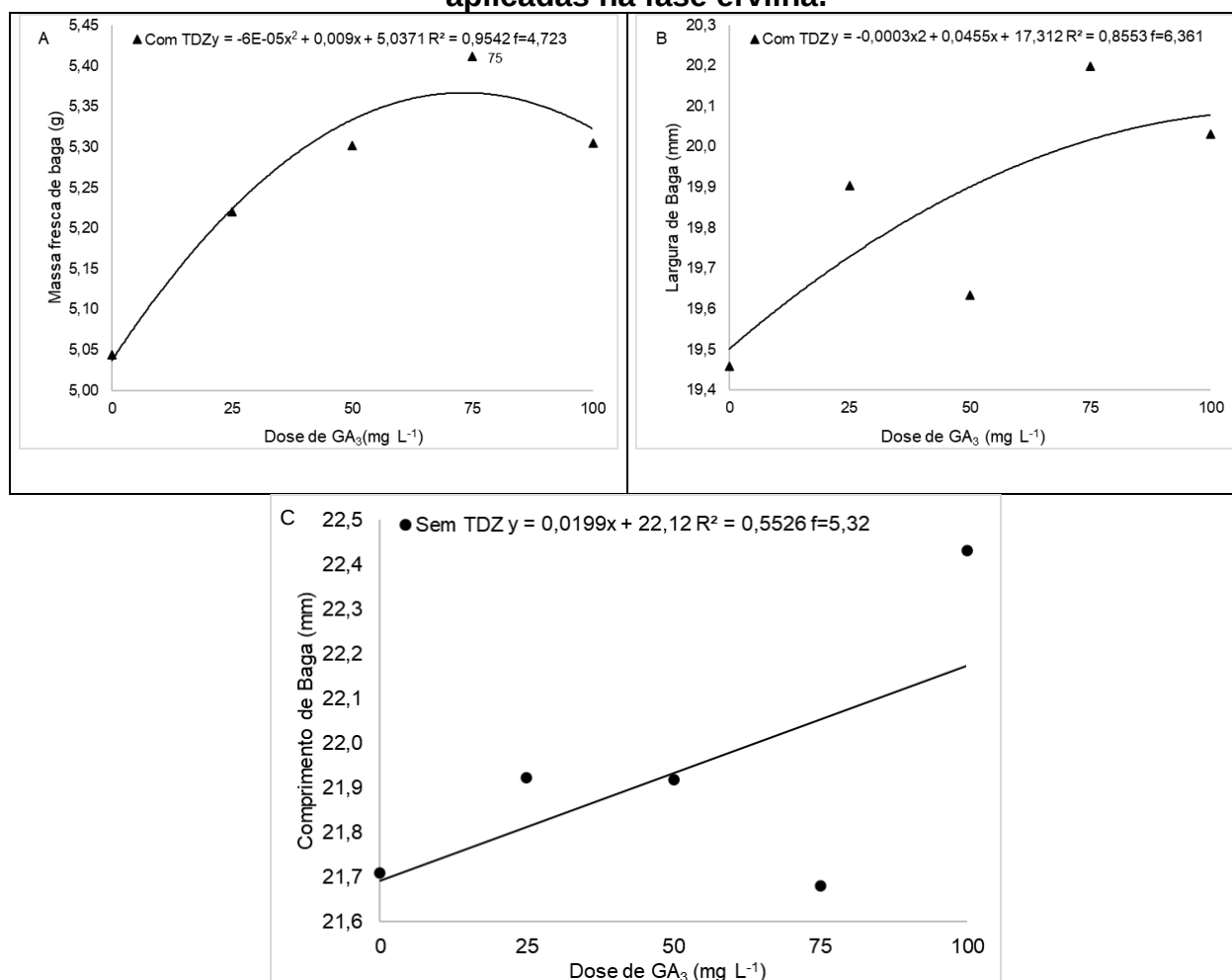
No ciclo produtivo de 2020/2021 houve interação significativa entre as doses de GA_3 e de TDZ para a massa fresca de baga, largura de baga e comprimento de baga.

Ajustou-se o modelo de regressão quadrático para expressar o aumento na massa fresca de bagas, obtendo-se o ponto de máximo com a dose de 75mg.L^{-1} tendo um acréscimo na massa de 7,45% (figura 1A). Estes dados corroboram com Botelho et al. (2002), que aplicou TDZ a 5mg.L^{-1} , 28 dias após pleno florescimento e houve incremento da massa fresca de bagas.

As doses de GA_3 promoveram aumento quadrático na largura de baga (Figura 1B), com o ponto de máximo da função obtido com a dose de 75mg.L^{-1} de GA_3 quando associado a 2mg.L^{-1} de TDZ, havendo acréscimo de em 3% na largura da baga quando comparado ao tratamento testemunha. Referente ao comprimento do cacho (Figura 1C), houve aumento linear em função das doses de GA_3 , obtendo-se com a dose de 100mg L^{-1} , acréscimo de 1,5% no comprimento de baga. Os resultados diferiram de Botelho et al.(2004), onde não obteve diferença estatística

aumento da largura e do comprimento de baga embora a maioria dos tratamentos com reguladores vegetais tenha apresentado valores superiores ao da testemunha.

Figura 1 – Massa fresca de baga (A), largura de baga (B) e comprimento de baga (C) de uva ‘Niagara Rosada’, no ciclo de produção 2020/2021 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA₃) associadas a 2 mg.L⁻¹ de TDZ aplicadas na fase ervilha.



Referente a interação entre o GA₃ e TDZ, houve aumento significativo da massa fresca e largura de bagas com as doses de GA₃ associada a 2mg L⁻¹ de TDZ (Tabela 1). Com a associação de 100 mg L⁻¹ e de 75mg L⁻¹, respectivamente, obtiverem os melhores valores, estando de acordo com e Guerios et al. (2016) onde a combinação de GA₃ e CPPU aumentou o peso e o diâmetro das bagas com os melhores resultados com a dose de 10 mgL⁻¹ TDZ combinado 100mgL⁻¹ GA₃.

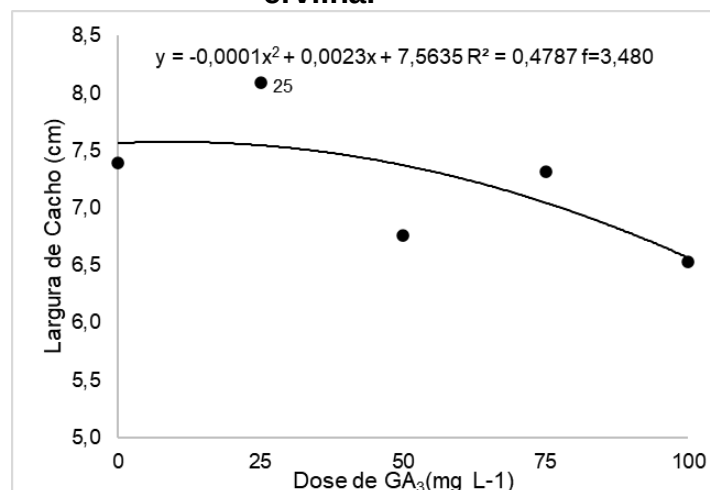
Tabela 1 - Massa fresca de baga, comprimento de baga e largura de baga de uva 'Niagara Rosada' no ciclo de produção 2020/2021, submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA₃) e TDZ (0 e 2 mg L⁻¹) aplicados na fase ervilha.

GA ₃	Thidiazuron					
	Massa fresca de baga (g)		Comprimento de baga (mm)		Largura de baga (mm)	
	0	2	0	2	0	2
0	4,10 b	5,04 a	21,71	19,57	18,30 b	19,46 a
25	4,39 b	5,22 a	21,92	20,77	18,53 b	19,90 a
50	4,57 b	5,30 a	21,92	21,88	18,17 b	19,63 a
75	4,52 b	5,41 a	21,68	21,10	18,83 b	20,20 a
100	4,87 b	5,31 a	22,43	21,47	18,53 b	20,03 a
CV (%)	6,29	6,29	2,43	2,43	2,00	2,00

Médias seguidas de letras distintas nas linhas dentro de cada variável, diferem significativamente pelo teste Tukey (>0,05).

Houve efeito isolado das doses de GA₃ para a largura de cacho (Figura 2A). Para a largura do cacho, ajustou-se o modelo de regressão quadrático em função das doses de GA₃, com o ponto de máximo obtido com a dose de 25 mg.L⁻¹.

Figura 2 – Largura de cacho (A) da uva 'Niagara Rosada', no ciclo 2020/2021 submetidos a aplicação de doses de ácido giberélico (GA₃) aplicadas na fase ervilha.



O TDZ proporcionou variações significativas na massa fresca de cacho, relação comprimento largura e número de bagas por cacho (Tabela 2). Com a dose de 2 mg L⁻¹ de TDZ, houve aumento da massa fresca de cacho em 16,74% em relação a testemunha. Na relação comprimento por largura, o aumento foi de 2,61% e no estando de acordo com os resultados de Nampila et al. (2010) que ao aplicar 25 ppm de GA₃ 25 dias após a floração completa mostrou a resposta mais favorável em termos de peso das bagas, comprimento das bagas e largura das bagas. Para

número de bagas por cacho, o aumento foi de 20,9%, o que pode estar ligado a maior fixação de bagas com aplicações de ácido giberélico que pode estar relacionada com a formação de enzimas proteolíticas, que podem liberar o triptofano, precursor do AIA (ácido indolacético). O modo de ação do AIA na fixação dos frutos parece estar relacionado com o de evitar a formação da camada de abscisão (Pires et al. 2001).

Tabela 2 - Variáveis físicas de cacho e baga de uva 'Niagara Rosada' no ciclo de produção 2020/2021, submetida a aplicação de doses de TDZ (0 e 2 mg L⁻¹) aplicados na fase ervilha.

TDZ	CACHO	BAGA	
	MASSA FRESCA (g)	COMPRIMENTO/LARGURA (mm)	Nº POR CACHO
0	176,03 b	1,12 b	37,36 b
2	211,42 a	1,15 a	47,23 a
CV (%)	23,34	1,86	23,76

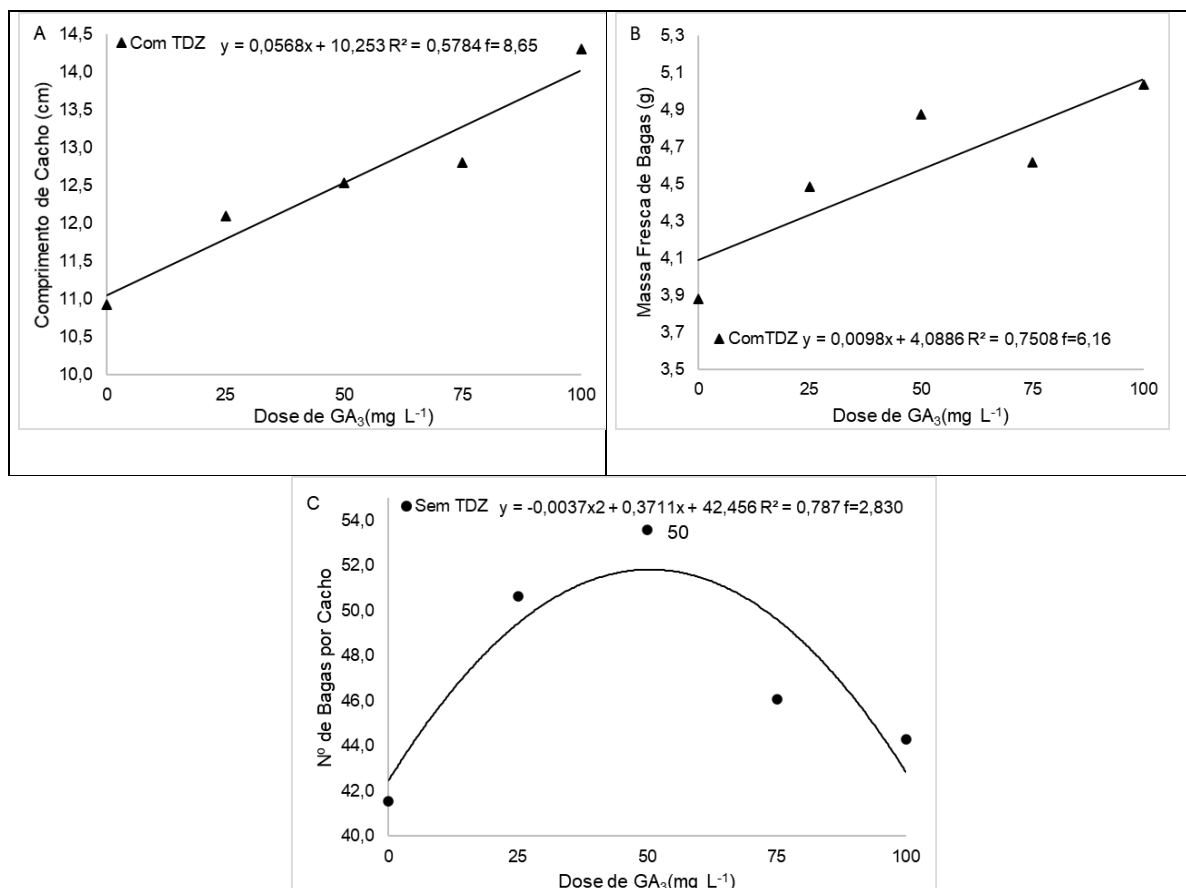
Médias seguidas de letras distintas nas colunas, diferem significativamente pelo teste Tukey (>0,05).

Não houve influência significativa do GA₃ e do TDZ para o comprimento e largura do cacho.

No ciclo produtivo de 2021/2022 houve interação significativa entre as doses de GA₃ e de TDZ para o comprimento de cacho, massa fresca de baga e o número de bagas por cacho (figura 3).

Houve aumento linear no comprimento (Figura 3A) e na massa fresca de bagas (Figura 3B) com as doses de GA₃, com acréscimo de, respectivamente, 23,5% e 23% com a dose de 100 mg.L⁻¹, quando comparado com a testemunha. Estes dados estão de acordo com Schuck (1994), Byun & Kim (1995) e Botelho et al. (2004) que obtiveram resultados semelhantes, que em seus estudos verificaram que o thidiazuron aumentou linearmente a massa dos cachos e das bagas. Referente ao número de bagas por cacho (Figura 3C), houve aumento quadrático em função das doses de GA₃, com o ponto de máximo obtido com a dose de 50 mg.L⁻¹, com acréscimo de 18,9% em relação ao tratamento testemunha.

Figura 3 – Comprimento de cacho (A), massa fresca de baga (B) e número de bagas por cacho (C) da uva ‘Niagara Rosada’, no ciclo de produção 2021/2022 submetidos a aplicação de doses de ácido giberélico (GA₃) associados as doses de TDZ, aplicadas na fase ervilha.



Verificou-se que a dose de 2mg L⁻¹ de thidiazuron proporcionou aumento significativo no comprimento do cacho, aumento do número de bagas por cacho e aumento na massa fresca das bagas (Tabela 3), concordando, portanto, com Vieira et al., (2008) que aplicado 14 dias após o florescimento (E2), proporcionou incrementos na massa do cacho em 34%.

Ao associar o TDZ com as doses de AG₃ os resultados diferiram de Schuck (1994), Byun & Kim (1995), Botelho et al.(2004) e Vieira et al., (2008) onde constataram um aumento significativo para as variáveis, comprimento de bagas e número de bagas e os incrementos na massa do cacho foram consequência do maior número de bagas observados com aplicações de AG₃. No entanto, com uma diminuição na massa fresca de bagas foi possível concluir que a maior fixação de frutos ocorrida com a utilização de TDZ resultou em bagas mais leves, devido, provavelmente, à maior competição por fotoassimilados.

Tabela 3 - Variáveis físicas de comprimento de cacho, número de bagas por cacho e massa fresca de baga de uva 'Niagara Rosada' no ciclo de produção 2021/2022, submetida a aplicação de doses de TDZ (0 e 2 mg L⁻¹) aplicados na fase ervilha.

GA ₃	Comprimento de cacho (cm)		Thidiazuron Nº de bagas por cacho		Massa fresca de bagas (g)	
	0	2	0	2	0	2
0	10,93	10,93	41,56 a	34,45 b	4,32 a	3,88 b
25	13,20 a	12,10	50,64 a	35,56 b	4,30 b	4,48 a
50	12,87 a	12,53	53,58 a	50,72 b	4,26 b	4,88 a
75	12,77 a	12,80	46,09 a	36,32 b	4,42 b	4,62 a
100	12,47 b	14,30	44,30 a	37,72 b	4,69 b	5,04 a
CV (%)	5,77	5,77	14,64	14,64	3,88	3,88

Médias seguidas de letras distintas nas colunas, diferem significativamente pelo teste Tukey (>0,05).

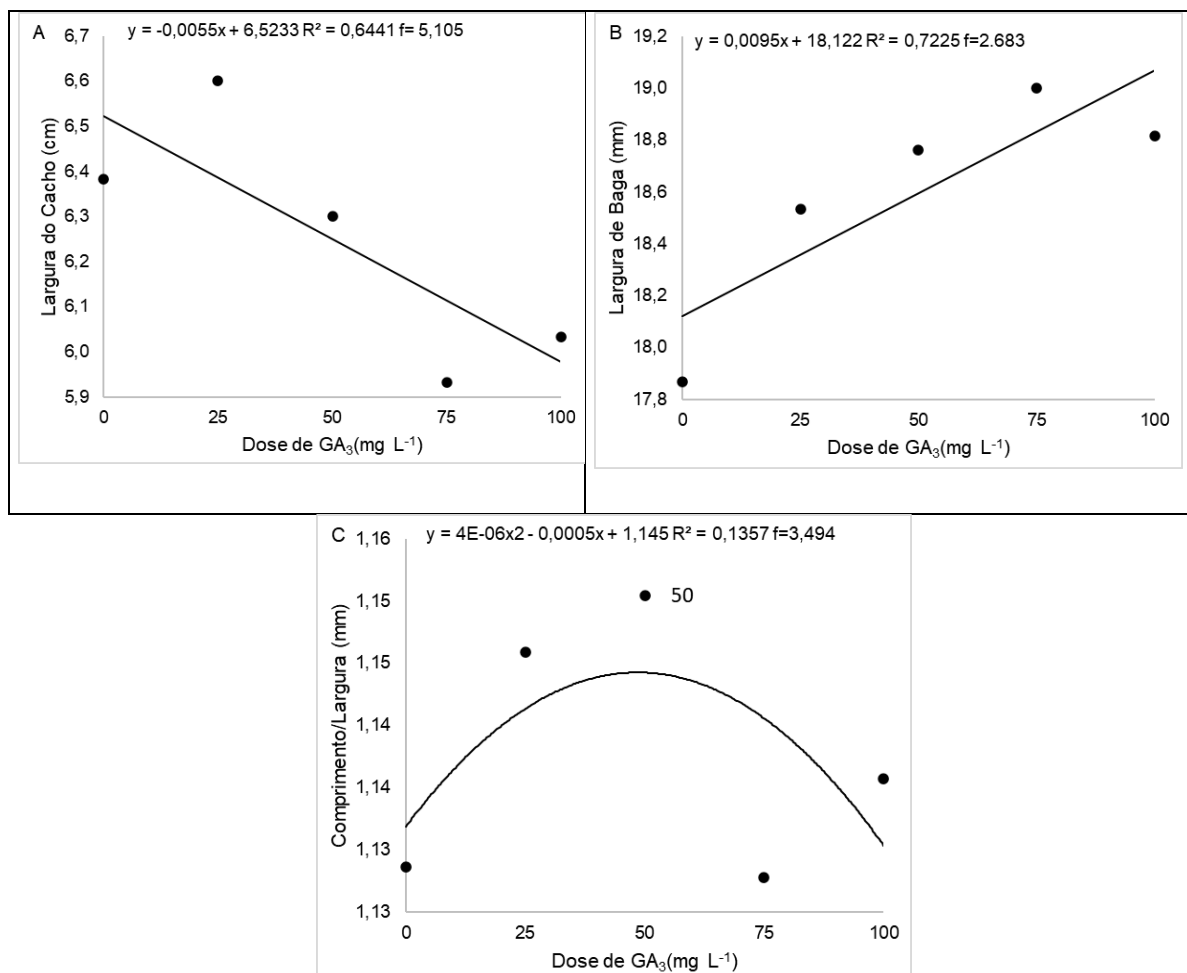
Para as doses de GA₃ avaliadas separadamente ajustaram-se a modelos de regressão para a largura do cacho (Figura 4A), largura de baga (Figura 4B) e a relação entre comprimento e largura de baga (Figura 4C).

Para a largura de cacho (Figura 4A) e largura de baga (Figura 4B) ajustaram-se os modelos de regressão lineares, onde, para a largura do cacho, houve redução de 8,3% em relação a testemunha e, para a largura de baga, houve aumento de 5,8% em relação à testemunha, estando de acordo com Vieira et al. (2008), que obteve resultados semelhantes com o tratamento combinado de 12,5 ppm GA₃ e 10 ppm CPPU 12 dias após a floração completa seguido de 25 ppm GA₃ 25 dias após a floração completa mostraram a resposta mais favorável em termos

de peso das bagas, comprimento das bagas.

Houve aumento quadrático na relação entre comprimento e largura de bagas com as doses de GA₃, com o ponto de máximo da função obtida com a dose de 50 mg L, resultando em, aproximadamente, 1% de crescimento em comparação com a testemunha, estando em concordância com Moreira (2009) que obteve aumento de 8,4%, e divergindo de Vieira et al. (2008), que obteve redução de 23% em relação a testemunha.

Figura 4 – Largura de cacho (A), largura de baga (B) e a razão entre comprimento e largura de baga (C) da uva ‘Niagara Rosada’ no ciclo de produção 2021/2022, submetidos a aplicação de doses de ácido giberélico (GA₃) aplicadas na fase ervilha.



As doses de TDZ (0 e 2 mg L⁻¹) aplicadas na fase ervilha proporcionaram variações significativas na massa fresca e largura de cachos, comprimento e largura de baga e na relação comprimento e largura de bagas (Tabela 4).

Com a dose de 2 mg L⁻¹ de TDZ, houve aumento na massa fresca de cachos e na largura de cachos, largura de bagas e na relação comprimento/largura de bagas de 8,9%, 9,75%, 3,06% e 1,76% respectivamente, enquanto, essa dose promoveu redução de 1,76% no comprimento de bagas.

O aumento da massa e dimensões das bagas, provavelmente, está relacionado diretamente ao efeito semelhante ao de citocinina do thidiazuron, levando ao aumento da divisão e expansão celular, estando de acordo com os resultados de Nampila et al. (2010).

Tabela 4 - Variáveis físicas de cacho e baga de uva 'Niagara Rosada' no ciclo de produção 2021/2022, submetida a aplicação de doses de TDZ (0 e 2 mg L⁻¹) aplicados na fase ervilha.

TDZ	Cacho		Bagas		
	Massa Fresca (g)	Largura (cm)	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Comprimento/largura (mm)
0	268,74b	6,85 b	21,33 a	19,3 b	1,12 b
2	295,03 a	7,59 a	20,96 b	19,91 a	1,14 a
CV (%)	14,84	11,78	1,92	1,92	1,32

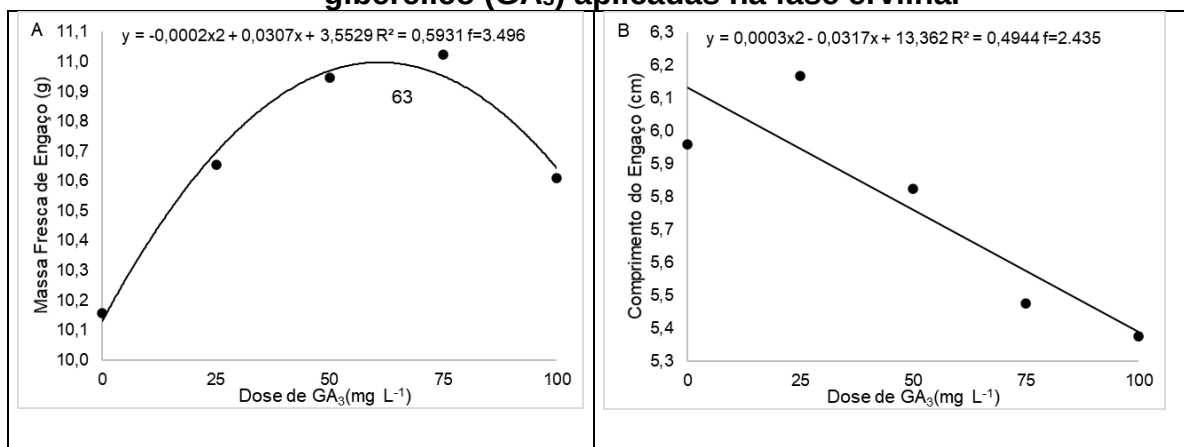
Médias seguidas de letras distintas nas colunas, diferem significativamente pelo teste Tukey (>0,05).

1.3.2 Variáveis físicas do Engaço

No ciclo produtivo de 2020 não houve interação significativa entre as doses de GA₃ e de TDZ para todas as variáveis.

Houve efeito isolado das doses de GA₃ para a massa fresca (Figura 5A) e comprimento de engaço (Figura 5B). Com relação às doses de ácido giberélico aplicadas, ajustaram-se o modelo de regressão quadrático para a massa fresca do engaço com o ponto de máximo da função obtida com a dose estimada de 63 mg.L⁻¹ de GA₃, obtendo-se com esta dose acréscimo de 7,34% quando comparado com a testemunha. Para comprimento de engaço, houve regressão linear com um decréscimo de 13,9% em comparação com a testemunha, estando de acordo com Cato et al. (2005) onde constataram que AG₃ incrementam a massa do engaço de videira 'Niagara Rosada', no entanto Rodrigues et al. (2011), não obteve resultados significativos para aplicação de AG₃.

Figura 5 – Massa fresca e comprimento de engaço de uva 'Niagara Rosada' no ciclo de produção 2020/2021 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA₃) aplicadas na fase ervilha.



Houve efeito isolado para o TDZ na massa fresca e comprimento de engaço (Tabela 5).

As doses de TDZ aplicadas proporcionaram aumento significativos na massa fresca e comprimento do engaço, havendo aumento de 20,67% e 10,98%, respectivamente em relação a testemunha estando em concordância com Reynolds et al.(1992) e Botelho et al. (2003). De acordo com McGraw (1988), citocininas também podem promover o crescimento de órgãos vegetais pelo estímulo da divisão celular.

Tabela 5 - Massa fresca e comprimento de engaço da uva ‘Niagara Rosada’ no ciclo de produção 2020/2021 submetidas a aplicação de doses de TDZ (0 e 2 mg L⁻¹) aplicados na fase ervilha.

TDZ	ENGAÇO	
	MASSA FRESCA (g)	COMPRIMENTO (cm)
0	3,80 b	9,57 b
2	4,79 a	10,75 a
CV (%)	23,20	13,50

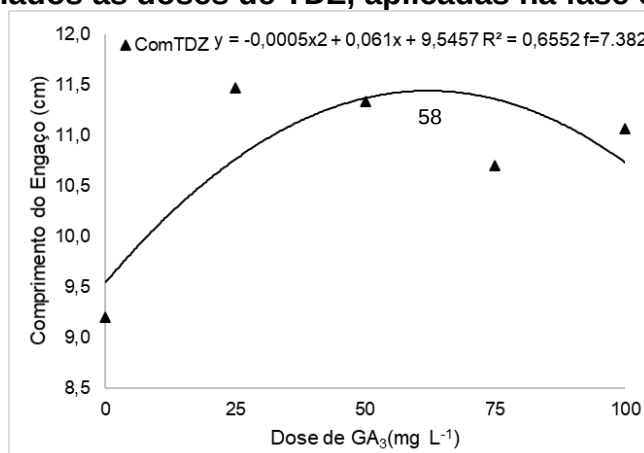
Médias seguidas de letras distintas nas colunas, diferem significativamente pelo teste Tukey (>0,05).

Para largura de engaço não houve modelos de regressão para expressar a variação dos resultados obtidos.

No ciclo de produção 2021/2022 houve interação significativa entre as doses de GA₃ e de TDZ para o comprimento de engaço (Figura 6).

Ajustou-se o modelo de regressão quadrático para expressar esses resultados, onde a dose máxima estimada foi de 58 mg.L⁻¹ tendo um acréscimo de 17,7% no comprimento do engaço em relação a testemunha. Resultados semelhantes foram obtidos por Moreira (2009), onde com a aplicação de 9 mg L⁻¹ e houve acréscimo de 34% no comprimento do engaço em relação a testemunha.

Figura 6 – Comprimento de engão de uva ‘Niagara Rosada’ no ciclo de produção 2021/2022 submetidos a aplicação de doses de ácido giberélico (GA₃) associados as doses de TDZ, aplicadas na fase ervilha.



Verificou-se redução no comprimento de engão com a associação de TDZ com as doses de GA₃ (Tabela 6), que com dose máxima de GA₃ de 100 mg L⁻¹ sem associação de TDZ obteve-se os melhores valores, com aumento de 16,9% em relação a testemunha, estando de acordo com Reynolds et al.(1992), Botelho et al. (2003) e Moreira (2009).

Tabela 6 - Comprimento de engão de uva ‘Niagara Rosada’ no ciclo de produção 2021/2022, submetidos a aplicação de doses de ácido giberélico (GA₃) associados às doses de TDZ, aplicadas na fase ervilha.

GA ₃	Thidiazuron	
	comprimento de engão (cm)	
	0	2
0	9,20 a	8,80 b
25	11,47 a	9,23 b
50	11,33 a	9,87 b
75	10,70 a	9,70 b
100	11,07 a	10,27 b
CV (%)	7,72	7,72

Médias seguidas de letras distintas nas linhas, diferem significativamente pelo teste Tukey (>0,05).

Para massa fresca e largura do engão, não houve modelos de regressão para expressar a variação dos resultados obtidos.

1.3.3 Variáveis Químicas do mosto da uva

No ciclo de produção 2020/2021 não houve interação significativa entre as doses de GA₃ e de TDZ para nenhuma das variáveis.

Para as variáveis químicas do mosto da uva, houve efeito isolado para as doses de TDZ, no teor de sólidos solúveis acidez titulável e na relação SS/acidez (Tabela 7).

Utilizando a dose de 2mg L de TDZ, houve aumento no teor de sólidos solúveis, na acidez titulável e na relação SS/acidez de 2,3%, 10,2% e 16,7%, respectivamente, não corroborando com Tecchio et al. (2005) e Rodrigues et al. (2011), os quais afirmaram que as citocininas proporcionaram redução do teor de sólidos solúveis.

Tabela 7 - Teores de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e SS/acidez no mosto de uva 'Niagara Rosada' no ciclo de produção 2020/2021 submetidas à aplicação de doses de Thidiazuron (TDZ, 0 e 2 mg L⁻¹).

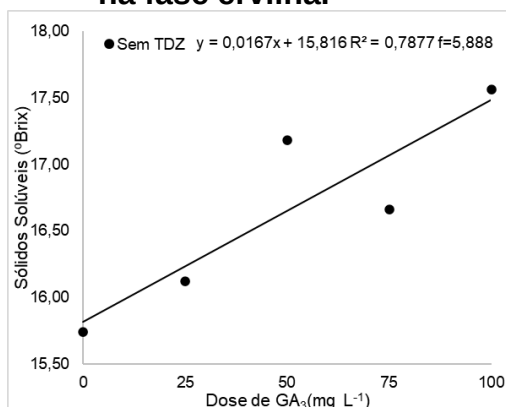
TDZ	Sólidos Solúveis (°Brix)	Acidez Titulável (% ac. Tartárico)	SS/ACIDEZ
0	16,16 b	0,44 b	34,07 b
2	16,54 a	0,49 a	40,92 a
CV (%)	3,35	18,34	24,68

Médias seguidas de letras distintas nas colunas, diferem significativamente pelo teste Tukey (>0,05).

No ciclo de produção 2021/2022 houve interação significativa entre as doses de GA₃ e de TDZ para a variável sólidos solúveis (Figura 7).

Com relação a interação de ácido giberélico e TDZ, ajustaram-se o modelo de regressão quadrática para a sólidos solúveis com o melhor resultado obtido em dose máxima aplicada de 100 mg.L⁻¹, com um aumento de 10,3% quando comparado à testemunha, resultado diferente de Pires et al. (2003), Rodrigues et al. (2011), o qual, em seus resultados, observou redução dos sólidos solúveis, a dose de 15 mg L⁻¹ de CPPU diminuiu o comprimento, diâmetro e teor de sólidos solúveis totais. Isso pode ter ocorrido no presente trabalho, em decorrência do atraso na maturação dos frutos.

Figura 7 – Sólidos solúveis de uva 'Niagara Rosada' no ciclo de produção 2021/2022 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA₃) aplicadas na fase ervilha.



As doses de GA₃ associadas ao TDZ promoveram redução significativa no teor de sólidos solúveis no mosto da uva (Tabela 8). Estes resultados corroboram com Tecchio et al. (2006) e Souza et al. (2010), utilizando-se quatro aplicações de 8 mg L⁻¹ de GA₃ + 1 mg L⁻¹ de TDZ, houve uma redução significativa no teor de sólidos solúveis, evidenciando o efeito no retardamento da maturação.

Tabela 8 - Sólidos Solúveis de uva 'Niagara Rosada' no ciclo de produção 2021/2022, submetidos a aplicação de doses de ácido giberélico (GA₃) associados as doses de TDZ, aplicadas na fase ervilha.

GA ₃	Thidiazuron	
	Sólidos Solúveis (°Brix)	
	0	2
0	15,74 a	14,04 b
25	16,12 a	14,20 b
50	17,18 a	14,94 b
75	16,66 a	14,66 b
100	17,56 a	14,56 a
CV (%)	3,70	3,70

Médias seguidas de letras distintas nas colunas, diferem significativamente pelo teste Tukey (>0,05).

Houve efeito isolado das doses de TDZ para a acidez titulável e para relação SS/acidez (Tabela 9). Com a utilização de TDZ, obteve-se aumento significativo na acidez titulável e na relação SS/acidez de 7,5% e 8,12%, respectivamente, resultados semelhantes aos obtidos por Tecchio et al. (2006) e Souza et al. (2010).

Tabela 9 - Acidez titulável (AT) e SS/acidez no mosto de uva 'Niagara Rosada' no ciclo de produção 2021/2022 submetidas à aplicação de doses de Thidiazuron (TDZ, 0 e 2 mg L⁻¹).

TDZ	Acidez Titulável (% ac. Tartárico)	SS/ACIDEZ
0	0,37 b	42,72 b
2	0,40 a	46,50 a
CV (%)	9,68	12,54

Médias seguidas de letras distintas nas colunas, diferem significativamente pelo teste Tukey (>0,05).

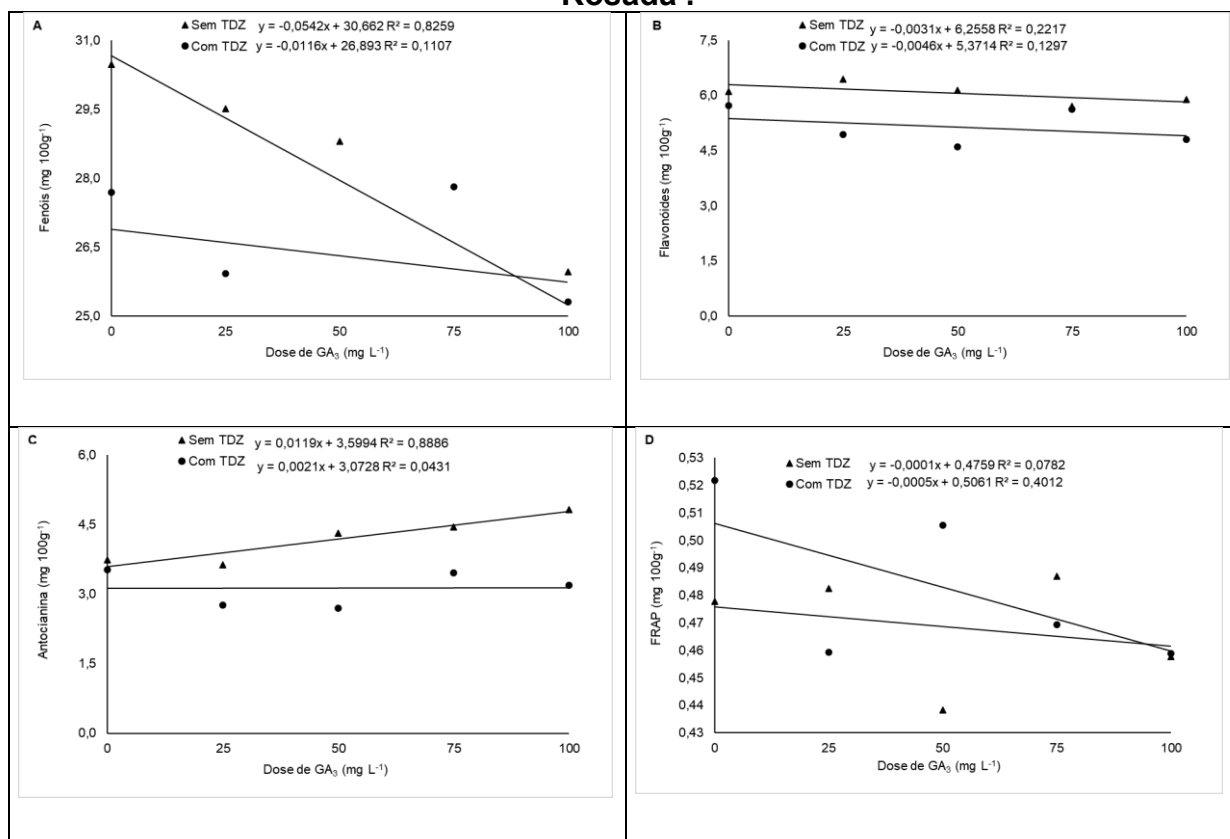
1.3.4 Teores de compostos bioativos e atividade antioxidante

Com a utilização das doses de ácido giberélico, ajustaram-se o modelo de regressão linear, com decréscimo nos teores de fenóis (Figura 8A), flavonoides

(Figura 8B) e atividade antioxidante FRAP (Figura 8D). Utilizando-se a dose de 100mg L⁻¹ de GA₃ a redução nos teores de fenóis, flavonoides e atividade antioxidante FRAP foram de, respectivamente, 14,7%, 13,1% e 9,4%, em comparação à testemunha. Quanto aos teores de antocianinas (Figura 8C), houve aumento linear de 29,8% quando comparado com a testemunha.

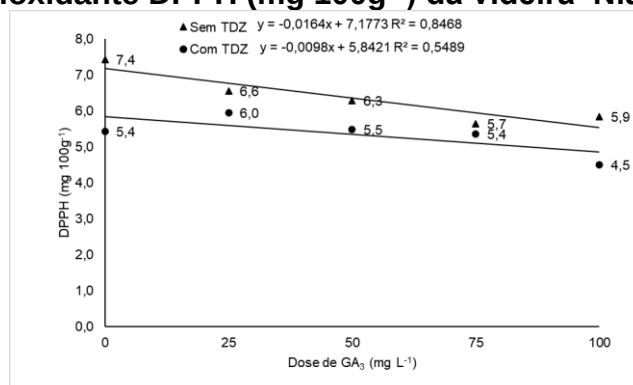
Quando avaliada as doses de TDZ, observou-se decréscimo linear para os teores de fenóis (Figura 8A), flavonoides (Figura 8B) e antocianinas (Figura 8C) e na atividade antioxidante FRAP (Figura 8D), de 15,9%, 15,8%, 6,4% e 8,5%, respectivamente.

Figura 8 - Doses GA₃ associadas a duas doses de TDZ (0 e 2 mg L⁻¹) na concentração de fenóis (mg 100 g⁻¹), flavonoides (mg 100 g⁻¹) e antocianina (mg 100 g⁻¹) e na atividade antioxidante FRAP (mg 100 g⁻¹) da videira 'Niagara Rosada'.



Para a atividade antioxidante de DPPH (Figura 9), também se obteve com as aplicações de GA₃ e TDZ redução linear, de 20,7% e de 16,7%, respectivamente. A aplicação de GA₃ apresentou efeito desfavorável sobre o nível de capacidade antioxidante medido pelo DPPH, estando de acordo com outros estudos (GOUGOULIAS et al. 2010, KAPLAN et al. 2019;).

Figura 9 - Doses GA₃, associados a duas doses de TDZ (0 e 2 mg L⁻¹) na atividade antioxidante DPPH (mg 100g⁻¹) da videira ‘Niagara Rosada’.



1.4 Conclusões

Recomenda-se para a cv. Niagara Rosada a aplicação de 50 mg L⁻¹ GA₃ associado a 2 mg L⁻¹ de TDZ para a melhoria nas dimensões dos cachos e das bagas.

A associação de GA e TDZ também promoveu melhoria nos teores de sólidos solúveis, no entanto reduziu os compostos bioativos das uvas.

REFERÊNCIAS

- BOTELHO, R. V. et al. 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. et al. EFEITOS DO THIDIAZURON E DO ÁCIDO GIBERÉLICO NAS CARACTERÍSTICAS DOS CACHOS E BAGAS DE UVAS 'NIAGARA ROSADA' NA REGIÃO DE JUNDIAÍ-SP. *Revista brasileira de fruticultura*, [S. l.], p. 96-99, 3 abr. 2003.
- BOTELHO, Renato Vasconcelos; PIRES, Erasmo José Paioli; TERRA, Maurilo Monteiro. Efeitos de reguladores vegetais na qualidade de uvas' Niagara Rosada'na região noroeste do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 26, p. 74-77, 2004.
- COSTA, T. V.; TARSITANO, M. A. A.; CONCEIÇÃO, M. A. F. Caracterização de produtores de uva de mesa e dos sistemas de irrigação da região de Jales (SP). *Comunicado Técnico 106*, Bento Gonçalves, p. 1-8, jul. 2011. 1. ed. Embrapa Uva e Vinho.
- 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*.
<http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2009v14n1p1-11>.
- Guerios, I. T., Chiarotti, F., Cuquel, F. L., & Biasi, L. A. (2016). Growth regulators improve bunch and berry characteristics in “Niagara Rosada” grape. *Acta Horticulturae*, (1115), 243–248. doi:10.17660/actahortic.2016.1115.36
- GOUGOULIAS, N., MASHEVA, L. Effect of gibberillic acid (GA₃) on polyphenols content and antioxidativa activity of some table grape varieties of *Vitis vinifera* L. *Oxidation Communications*, v. 33, n. 3, p. 652-660, 2010.
- HIDALGO, L. *Tratado de viticultura general*. Madrid: Mundi, 1993. cap. 4, p. 64-79.
- IBGE. *Levantamento sistemático da produção agrícola*. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.
- ILAND, P.; BRUER, N.; EDWARDS, G.; WEEKS, S.; WILKES, E. *Chemical analysis of grapes and wine: techniques and concepts*. Australia: Campbelltown, 2004. 48p.
- 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.

JACKSON, R. S. (ed.). Grapevine structure and function. In: JACKSON, R. S. Wine Science: principles and applications. Principles and Applications. 5. ed. San Diego: Academic Press, 2020. Cap. 3. p. 77-149.

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.

MAIA, J. D. G. et al. '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.; RITSCHER, P.; LAZZAROTO, J. J. A Viticultura de Mesa no Brasil: Produção Para o Mercado Nacional e Internacional. Territoires du vin, Bento Gonçalves, 2018.

MARASCHIN, M.; GUERRA, M.P.; SILVA, A.L. Efeitos do ácido giberélico e ethephon sobre as características dos cachos e frutos da cv. Niagara Branca (*Vitis labrusca* L.) Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas, v.8, n.2, p.51-57, 1986.

MARIN, F. R. et al. Potencial de clima e solo para a viticultura, no Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 16, p. 141-152, jan. 2008.

MACGRAW, B. A. Cytokinin biosynthesis and metabolism. In: DAVIES, P. J. Plant hormones and their role in plant growth and development. 2. ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1988. p. 76-93.

MOREIRA, Erica Rodrigues. Efeitos do ácido giberélico e do thidiazuron nos cachos e bagas de uvas cv. Niagara rosada. 2009. 70 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2009.

NACHTIGAL, Jair Costa; CAMARGO, Umberto Almeida; MAIA, João Dimas Garcia. Efeito de reguladores de crescimento em uva apirênica, cv. BRS Clara. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 304-307, Aug. 2005.

NAMPILA, R. et al. Effects of GA₃ and CPPU on Berry Size of Seedless Grapes. Horticulture NCHU, [S. l.], p. 53-64, 3 mar. 2010.

NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. Journal of Biological Chemistry, Baltimore, v. 135, n. 1, p. 136-175, Jan. 1944.

PERMANHANI, M. Porta-enxertos e Manejo de Cachos no Desempenho da Videira Apirênica 'BRS Vitória'. 2016. 77 f. Tese (Doutorado) - Curso de Fitotecnia, Departamento de Produção Vegetal, UFRRJ, Seropédica, 2016.

PEREIRA, F.M.; SIMÃO, S.; MARTINS, F.P.; IGUE, T. Efeitos da giberelina sobre cachos da cultivar de videira Niagara Rosada. Científica, São Paulo, v.7, n.1, p.53-58, 1979.

PEDRO JÚNIOR, M.J.; SENTELHAS, P.C.; POMMER, C.V.; MARTINS, F.P. Determinação da temperatura-base, graus-dia e índice biometeorológico para a videira 'Niagara Rosada'. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.2, p.51-56, 1994

PIRES, E.J.P. Emprego de reguladores de crescimento em viticultura tropical. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.19, n.194, p.40-57, 1998.

REYNOLDS, A. G., WARDLE, D. A., ZUROWSKI, C., LOONEY, N. E. Phenylureas CPPU and thidia-zuron affect yield components, fruit composition, and storage potential off our seedless grape selections. Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, v. 117, n. 1, p. 85-89, 1992.

RODRIGUES, A. et al. APLICAÇÃO DE AG3 E CPPU NA QUALIDADE DA UVA 'ITÁLIA' EM PORTO FELIZ-SP. Revista brasileira de fruticultura, [S. l.], p. 1-7, 3 mar. 2011.

SATO; G. S.; FRANCA, T. J. F. IEA - Instituto de Economia Agrícola. A Viticultura No Estado De São Paulo. São Paulo, set. 2000. Secretaria de Agricultura e Abastecimento.

SCHUCK, E.; PETRI, J.L. Efeitos do CPPU (citocinina) no crescimento e peso de frutos de quivi (*Actinidia deliciosa*). Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.13, n.1, p.77- 82, 1991.

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

SOUZA, Reginaldo Teodoro de et al. Efeitos de doses e formas de aplicação de reguladores de crescimento em uvas sem sementes, cv. Brs Clara, em região tropical. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 32, p. 763-768, 2010.

TECCHIO, M. A. Efeito do X Cyte Nas características físicas e físico-químicas dos cachos e bagas de uva niágara rosada, cultivada na região de Jales. Jundiaí: CAPTA. Frutas, 2006. 12 p.

VIEIRA, C. R. Y. I.; PIRES, E. J. P.; TERRA, M. M.; TECCHIO, M. A.; BOTELHO, R. V. Efeitos do ácido giberélico e do thidiazuron sobre as características dos frutos e do mosto da uva „Niagara Rosada“. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 12-19, 2008.

VILLAR, et al. Efeito do ácido giberélico e citocininas sobre a qualidade da uva apirena BRS Clara. Rev. Bras. Vític. Eno, Bento Gonçalves, Rs, p. 18-25, 2013.

CAPÍTULO 2

ÁCIDO GIBERÉLICO E THIDIAZURON NA QUALIDADE DE CACHOS DE VIDEIRA BRS VITÓRIA PRODUZIDAS CONDIÇÕES DE CLIMA SUBTROPICAL

Resumo

O ácido giberélico (GA_3) é o regulador vegetal mais utilizado em viticultura, visando, principalmente, o aumento do tamanho e fixação das bagas, à descompactação dos cachos e a eliminação de sementes. Com o objetivo de aumentar o tamanho das bagas, as respostas às aplicações de ácido giberélico variam em função da cultivar e das condições de cultivo. Com isso o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito de aplicações de thidiazuron e do ácido giberélico nas características físico-químicas dos cachos e bagas de uvas da cultivar BRS Vitoria cultivadas em clima subtropical. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Ensino, Pesquisa e Produção de São Manuel (SP), nos ciclos de produção 2020/2021 e 2021/2022. O experimento com reguladores vegetais na cv. BRS Vitoria foi conduzido em esquema fatorial 2×5 , correspondendo a 5 doses de GA_3 (0, 25, 50, 75, 100 mg L⁻¹) associados ou não a 2 mg L⁻¹ de thidiazuron (TDZ) aplicados na fase ervilha. Assim, totalizaram-se 10 tratamentos com 5 repetições e 3 cachos por parcela, correspondendo à 150 cachos. Os cachos selecionados foram identificados no momento da primeira aplicação. Foram avaliadas massas frescas de cacho e engajo; comprimento e largura de cachos e engajos; número de bagas por cacho; massa fresca, comprimento e largura de bagas; teores de sólidos solúveis, acidez titulável e relação SS/AT; pH, teores de antocianinas monoméricas totais, polifenóis totais e flavonoides. A utilização de TDZ associado ao GA_3 na fase ervilha, quando se avalia a parte física promoveu melhor qualidade do cacho com bagas maiores. Quanto maior a dose aplicada de GA_3 ou TDZ na fase ervilha, maior a produção de compostos bioativos nos cachos da cv. BRS Vitoria.

Palavras-chave: reguladores vegetais; vitis ssp; GA_3 ; TDZ; fisiologia.

Abstract

Gibberellic acid (GA₃) is the most used plant regulator in viticulture, mainly aiming to increase berry size and setting, bunch decompression, and seed elimination. With the objective of increasing berry size, the responses to gibberellic acid applications vary according to cultivar and growing conditions. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of thidiazuron and gibberellic acid applications on the physicochemical characteristics of bunches and berries of BRS Vitoria grapes grown in subtropical climate. The experiment was conducted at Experimental farm for teaching, research and production of São Manuel (SP), in the production cycles 2020/2021 and 2021/2022. The experiment with plant regulators in cv. BRS Vitoria was conducted in 2x5 factorial scheme, corresponding to 5 GA₃ doses (0, 25, 50, 75, 100 mg L⁻¹) associated or not with 2 mg L⁻¹ of thidiazuron (TDZ) applied in the lead phase. Thus, there were 10 treatments with 5 repetitions and 3 bunches per plot, corresponding to 150 bunches. The selected bunches were identified at the time of the first application. Fresh mass of bunch and stalk; length and width of bunches and stalks; number of berries per bunch; fresh mass, length and width of berries; contents of soluble solids, titratable acidity and SS/AT ratio; pH, total monomeric anthocyanins, total polyphenols and flavonoids were evaluated. The use of TDZ associated with GA₃ in the pea phase, when the physical part was evaluated, promoted better bunch quality with larger berries. The higher the dose of GA₃ or TDZ applied in the pea phase, the greater the production of bioactive compounds in the bunches of the BRS Vitoria variety.

Keywords: plant growth; quality; vitis ssp; physiology.

2.1 INTRODUÇÃO

As cultivares de uva sem semente tradicionais, presentes no mercado brasileiro como 'Thompson Seedless', apresentam produção irregular devido à baixa fertilidade de gemas e diversos outros problemas de cultivo no país (Lazzaroto, 2018). Devido ao crescimento da demanda por uvas apirênicas, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), por meio do seu programa de melhoramento genético da uva, vem desenvolvendo novas cultivares de uvas adaptadas às diferentes regiões brasileiras, com elevada produtividade e maior resistência as principais doenças que atacam a cultura da videira (Camargo; Maia; Ritschel, 2010). Para consumo *in natura*, foram desenvolvidas as cultivares BRS Vitória, BRS Clara e BRS Isis.

A videira 'BRS Vitória' é resultante do cruzamento de CNPUV 681-29 [Arkansas 1976 x CNPUV 147-3 ('Niagara Branca' x 'Vênus')] x 'BRS Linda', realizado em 2004, na Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Viticultura Tropical (EVT), em Jales, SP. Trata-se de uma cultivar vigorosa, com tolerância ao míldio, com ampla adaptação climática, cachos pequenos e alto teor de sólidos solúveis, alcançando 23° Brix (Maia, 2016). É uma cultivar de uva para mesa sem semente, cujas características vêm ao encontro das principais demandas deste segmento do setor vitícola no Brasil. Totalmente adaptada às condições de cultivo na região do Vale do Submédio do Rio São Francisco, tem apresentado alta produtividade com alta fertilidade de gemas e tolerância ao míldio, a principal doença da videira no Brasil (Maia et al. 2012).

O ácido giberélico (GA₃) é o regulador vegetal mais utilizado em viticultura, visando, principalmente, o aumento do tamanho e fixação das bagas, à descompactação dos cachos e a eliminação de sementes. Com o objetivo de aumentar o tamanho das bagas, as respostas às aplicações de ácido giberélico variam em função da cultivar e das condições de cultivo (Pires et al. 1998).

Estudos apontam que a resposta à aplicação de GA₃ depende de diversas variáveis, como cultivar, estágio da planta durante a aplicação, concentração aplicada e condições edafoclimáticas do local de cultivo (Tecchio et al. 2006; Pemanhari, 2016).

Segundo Vittar et al. (2013), para a cv 'BRS Clara', na região leste do Estado de São Paulo, a utilização de GA₃ a 20mgL⁻¹, possibilitou maior crescimento de cachos e relação comprimento e largura dos mesmos em um ciclo.

Nachtigal et al. (2005) concluíram que a ação conjunta de GA₃ e TDZ proporcionou efeito sinérgico, melhorando a resposta quando comparado ao efeito isolado de GA₃, com incremento no diâmetro das bagas. No entanto, a aplicação de GA₃ antes da floração da cv. BRS Clara proporciona o abortamento de bagas, reduzindo a qualidade comercial dos cachos. A utilização de concentrações elevadas dos reguladores vegetais reduz o teor de sólidos solúveis.

Com base no exposto, este trabalho objetivou avaliar o efeito de aplicações de Thidiazuron e Ácido Giberélico nas características físico-químicas dos cachos e bagas de uvas da cultivar BRS Vitória no Centro-Oeste Paulista.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Área experimental

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Ensino, Pesquisa e Produção de São Manuel SP, situado a 22° 46' S., 48° 34' O. e 740 m de altitude. Esta área experimental pertence à Faculdade de Ciências Agrônômicas, Campus de Botucatu/UNESP. O experimento foi realizado no período de março de 2020 a fevereiro de 2021. O clima do local é do tipo mesotérmico (Cfa), considerado subtropical úmido. A precipitação pluvial média da região é de 1.433 mm. Apresenta temperatura média anual de 19,3°C e umidade relativa de 71% (Cunha & Martins, 2009).

Iniciou-se a implantação da área experimental em agosto de 2018, com o plantio de estacas do porta-enxerto IAC 766 Campinas, sendo a enxertia da cv. BRS Vitória realizada em julho de 2019. Utilizou-se o sistema de condução em Y, com as videiras espaçadas em 3,0 m entre linhas e 2,0 m entre plantas.

2.2.2 Delineamento Experimental e Tratamentos

O experimento foi instalado em esquema fatorial 2x5, correspondendo a 5 doses de GA₃ (0, 25, 50, 75, 100 mg L⁻¹) associados ou não a 2 mg L⁻¹ de thidiazuron (TDZ) aplicados na fase ervilha nos ciclos de produção 2020/2021 e 2021/2022. Assim, totalizaram-se 10 tratamentos com 5 repetições e 3 cachos por

parcela, correspondendo a 150 cachos. Os cachos selecionados foram identificados no momento da primeira aplicação.

Os tratamentos foram aplicados mediante pulverização direcionada aos cachos, contendo solução aquosa com a adição das doses de GA₃ e/ou TDZ, com o uso de 0,3 ml L⁻¹ de espalhante adesivo da marca comercial Iharaguen-S®. As aplicações foram realizadas com borrifadores manuais, sendo os tratamentos aplicados aos 15 dias após o pleno florescimento, ou seja, bagas com diâmetro aproximado de 5 a 7mm, correspondendo à fase de ervilha.

2.2.3 Avaliações

2.2.3.1 Variáveis físico-químicas de cachos, bagas e engaço

Em amostragem de 10 cachos representativos de cada parcela experimental, foram determinadas: as massas frescas de cacho (MFC) e engaço (MFE), pela pesagem em balança analítica de precisão, expressas em gramas; comprimento e largura de cachos e engaços, com auxílio de régua graduada, expressos em centímetros; e a contagem do número de bagas por cacho.

Em cada cacho amostrado, foram coletadas 10 bagas das partes superior, mediana e inferior do cacho, totalizando 150 bagas por parcela, para determinação da massa fresca (MFB), comprimento (CB) e largura de bagas (LB). A massa foi obtida pela pesagem em balança analítica, expressa em gramas, e as dimensões, com auxílio de régua graduada em milímetros. Com a retirada das bagas do cacho, mediu-se o comprimento (CE), largura (LE) e massa fresca do engaço (MFE).

2.2.3.2 Variáveis químicas e bioquímicas

As características químicas do mosto das uvas foram determinadas em uma amostra composta por 100 bagas, por parcela experimental. O mosto foi obtido por meio do esmagamento das bagas, sendo determinadas as seguintes variáveis:

- teor de Sólidos solúveis (SS): por refratometria direta, por meio de refratômetro digital Atago®, expresso em °Brix;
- teor de Acidez titulável (AT): expressa em porcentagem de ácido tartárico), obtida por titulação de solução de hidróxido de sódio (NaOH 0,1 N) até a viragem da cor com fenolftaleína;
- Índice de maturação: obtido pela relação SS/AT;

- pH: obtido pela leitura direta do mosto em potenciômetro Micronal B-274. As análises de sólidos solúveis, acidez titulável, pH e índice de maturação foram realizadas conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005).

- Compostos fenólicos totais e antocianinas monoméricas totais: o teor de compostos fenólicos totais das uvas foi determinado pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu (Singleton; Rossi Jr, 1965) e expresso em mg de ácido gálico equivalente (GAE)/kg de uva (mg kg^{-1}). O conteúdo de antocianinas monoméricas totais das uvas foi determinado usando o método do pH-diferencial (Lee; Durst; Wrolstad, 2005) e expresso em mg de cianidina 3-glc equivalente/ kg de uva (mg kg^{-1}). Ambas as análises foram realizadas utilizando espectrofotômetro Instrutherm® UV–Vis UV 2000A.

- Atividade antioxidante *in vitro*: a atividade antioxidante *in vitro* foi determinada utilizando o método de captura de radicais livres DPPH, de acordo com Kim; Guo; Packer (2002). O padrão analítico Trolox foi utilizado para a construção da curva analítica e os resultados expressos como equivalentes de Trolox por kg de uva (mmol TEAC kg^{-1}).

2.2.3.3 Análise Estatística

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e análise de variância (*two-way* ANOVA).

Para os valores médios das doses de GA₃ (0, 25, 50, 75 e 100mg L⁻¹), realizou-se análise de regressão polinomial e, para o TDZ (0 e 2 mg L⁻¹) teste Tukey, com 5% de significância. Essas análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico SISVAR versão 5.4 (Lavras, MG, Brasil).

2.2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

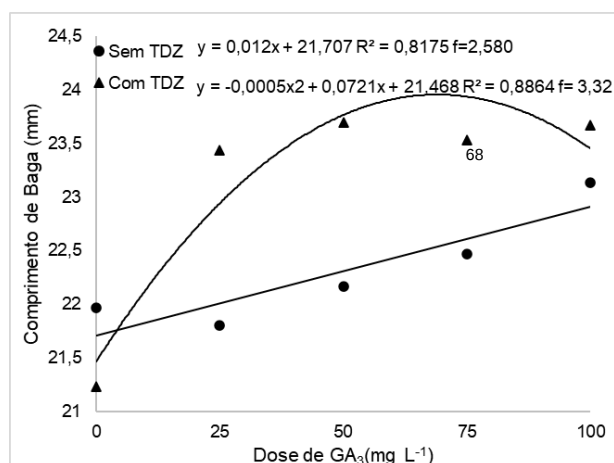
2.2.4.1 Variáveis físicas de cachos e bagas

No ciclo produtivo de 2020 houve interação significativa entre as doses de GA₃ e de TDZ para a variável comprimento de baga (Figura 10).

Houve aumento no comprimento de bagas, ajustando-se ao modelo de regressão linear, quando avaliado sem TDZ, e regressão quadrática quando associado a 2 mg L⁻¹ de TDZ. Notou-se que, no modelo de regressão linear (Figura 10) houve acréscimo de 5,65% com a dose máxima utilizada, e na regressão quadrática obteve o ponto de máximo da função com a dose de 68 mg.L⁻¹ tendo um

acréscimo na massa de 10,5% (figura 10). Estes dados diferem de Villar et al. (2013), o qual, em seu trabalho, com a cultivar BRS Clara, não obteve diferença estatística.

Figura 10 – Comprimento de baga de uva ‘BRS Vitoria’, no ciclo de produção 2020/2021 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA₃) associado com 2 mg.L⁻¹ de TDZ aplicadas na fase ervilha.



Para o comprimento de baga (Tabela 10), o efeito de GA₃ ao ser associado ao TDZ, obteve resultados positivos crescentes com os melhores resultados com a dose de 100 mg L⁻¹ de GA₃, estando de acordo com Ribeiro et al. (2003), onde aplicou 10 mg L⁻¹ de CPPU associados as doses de GA₃ para a cv. ‘Centennial Seedless’.

Tabela 10 - comprimento de baga de uva ‘BRS Vitoria’ submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA₃), no ciclo de produção 2021/2022 associado com 2 mg.L⁻¹ de TDZ aplicadas na fase ervilha.

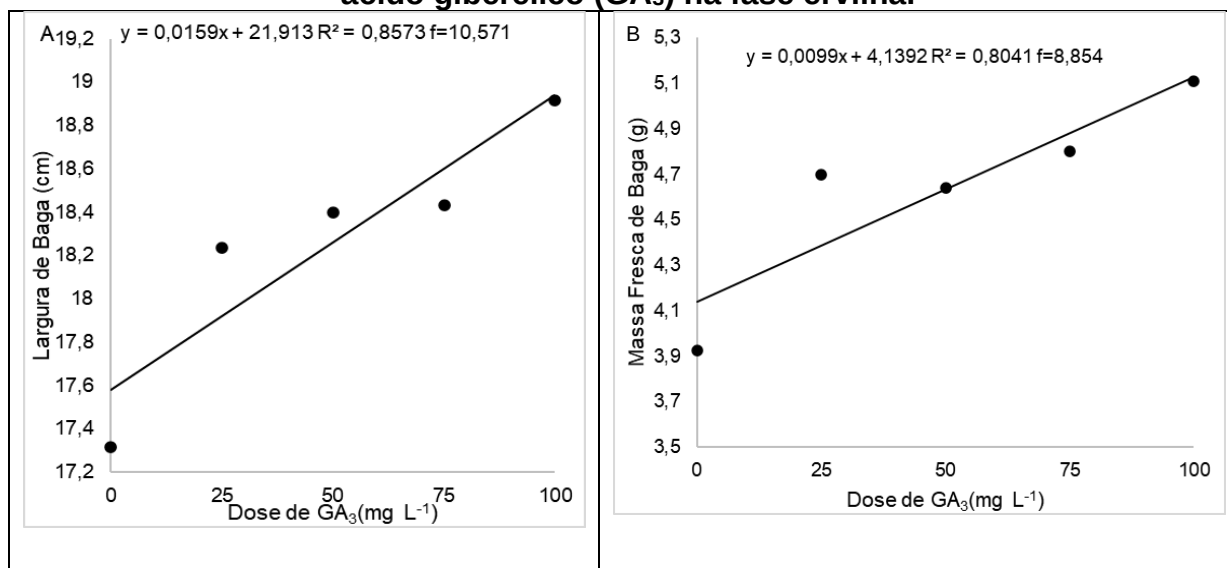
GA ₃	Thidiazuron	
	comprimento de baga (mm)	
	0	2
0	21,97 a	21,23 b
25	21,80 b	23,43 a
50	22,17 b	23,70 a
75	22,47 b	23,53 a
100	23,13 b	23,67 a
CV (%)	3,39	3,39

Médias seguidas de letras distintas nas colunas, diferem significativamente pelo teste Tukey (>0,05).

Para a massa fresca de baga (Figura 11B) e largura de baga (Figura 11A) houve efeito isolado das doses de GA₃, ajustando-se modelos de regressão linear

em função das doses de GA₃, com aumento de 8,46% e 23,53% em comparação com a testemunha. Estes resultados estão de acordo com Villar et al. (2013), o qual, trabalhando com a cv BRS Clara, obteve aumento linear na massa fresca de bagas e largura da baga.

Figura 11 – Largura de baga (A) e massa fresca de baga (B) de uva ‘BRS Vitória’, no ciclo de produção 2020/2021 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA₃) na fase ervilha.



Houve efeito isolado do TDZ na massa fresca de cacho, massa fresca de baga e largura de baga (tabela 11). Utilizando-se a dose de 2 mg L⁻¹ de TDZ houve aumento na massa fresca de cacho, massa fresca de baga e na largura de baga, de 15,65%, de 11,7% e 3,32%, respectivamente; O aumento da massa e o aumento da quantidade de bagas por cacho, possivelmente, relaciona-se à ação de citocinina do thidiazuron, a qual promove a divisão e expansão celular (Botelho et al. 2003).

Tabela 11 - Massa fresca do cacho, massa fresca e largura de bagas de uva ‘BRS Vitória’, no ciclo de produção 2021/2022 submetida a doses de TDZ (0 e 2 mg L⁻¹) aplicados na fase ervilha.

TDZ	Cacho	Bagas	
	Massa Fresca (g)	Massa Fresca (g)	Largura (mm)
0	210,36 b	4,34 b	17,97 b
2	249,40 a	4,92 a	18,55 a
CV (%)	27.81	10,00	3.12

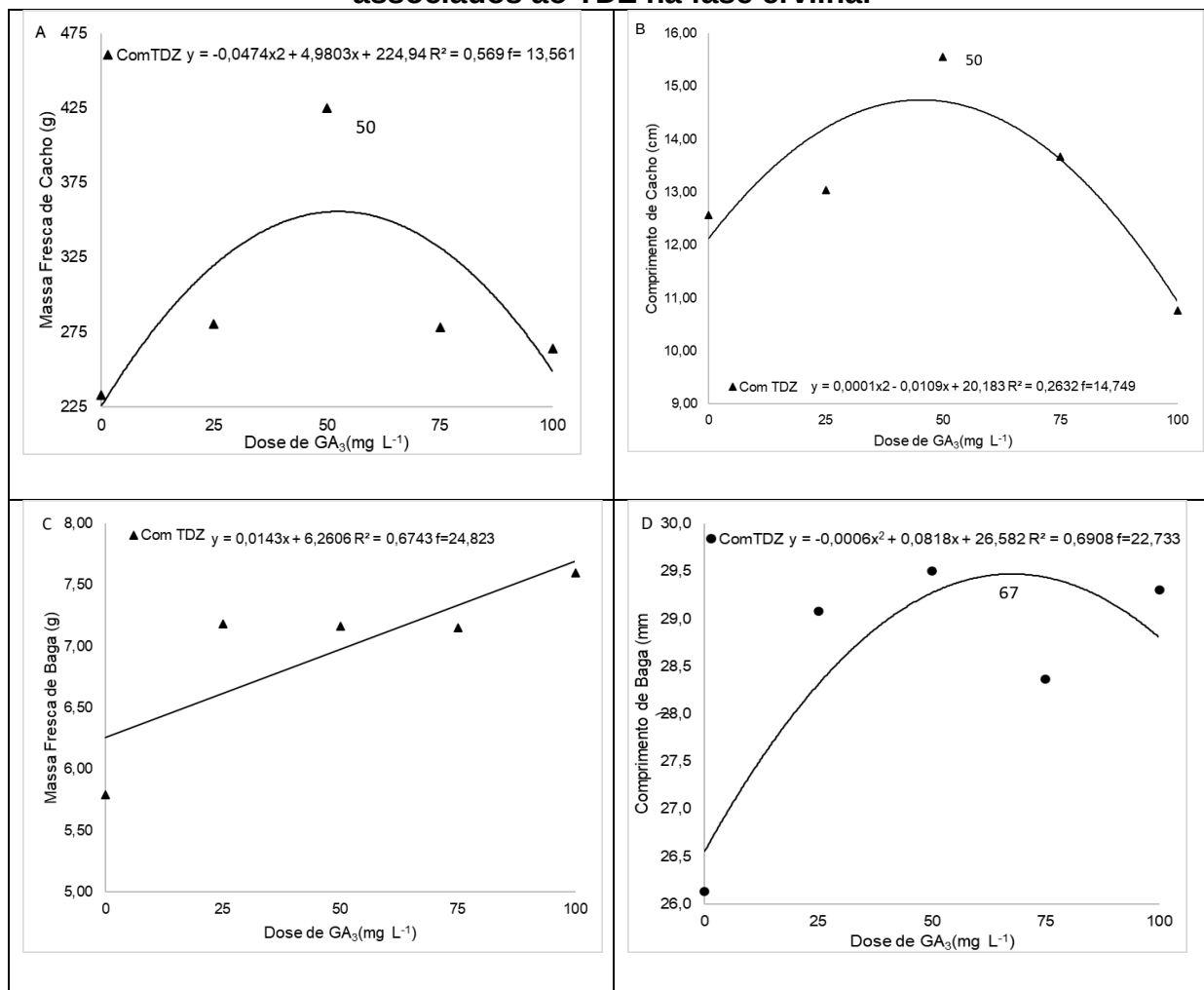
Médias seguidas de letras distintas nas colunas, diferem significativamente pelo teste Tukey (>0,05).

Não houve influência significativa dos tratamentos para o comprimento do cacho, largura do cacho, na razão entre comprimento e largura e número de bagas por cacho.

No ciclo produtivo de 2021 houve interação significativa entre as doses de GA₃ e de TDZ para as variáveis massa fresca de cacho (Figura 12A), comprimento de cacho (Figura 12B), massa fresca de baga (Figura 12C) e comprimento de baga (Figura 12D).

Para a massa fresca de cacho (Figura 12A), comprimento de cacho (Figura 12B) e comprimento de baga (Figura 12D) ajustaram-se modelos de regressão quadrática com ponto de máximo de 50 mg.L⁻¹, 50 mg.L⁻¹ e 67 mg.L⁻¹ respectivamente, com acréscimo de 47,05% para massa fresca de 20,89% e para comprimento de baga de 11,45%. Para massa fresca de baga utilizou-se o modelo de regressão linear, obtendo-se incremento de 12% que também foi observado com uso combinado de AG₃ e TDZ para as variedades Rubi (Botelho et al. 2002), BRS Clara (Souza et al. 2010) e Centennial Seedless (Macedo et al. 2010) contrariamente aos resultados observados no presente estudo. Resultados semelhantes foram verificados por Pires et al. (2003), o qual obteve aumento semelhante com as doses administradas, e por Reynolds et al. (1992), o qual verificou que efeitos do CPPU (citocinina) no aumento da massa dos cachos em uvas sem sementes 'Sovereign Coronation' e 'Summerland Selection 495'.

Figura 12 – Massa fresca de cacho (A), comprimento de cacho (B), massa fresca de baga (C) e comprimento de baga (D) de uva ‘BRS Vitória’, no ciclo de produção 2020/2021 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA₃) associados ao TDZ na fase ervilha.



Em relação ao efeito isolado do TDZ, verificou-se que a dose de 2 mg L associado as doses de GA₃, promoveu aumento significativo na massa fresca de cacho, massa fresca e comprimento de bagas (Tabela 12), obtendo os melhores resultados com a dose de 100 mg L⁻¹, de acordo com Tecchio et al. (2006) e Macedo et al. (2010).

Para o comprimento de cacho (Tabela 12), em função da dose de GA₃ utilizada, houve variação nos resultados obtidos, onde com a dose de 50 mg L⁻¹ de GA₃ associados ao TDZ, ocorreram os melhores resultados, estando em concordância com Pires et al. (2006); Tecchio et al. (2006) e Macedo et al. (2010).

Para a massa fresca e comprimento de baga (Tabela 12), associar o TDZ com as doses de GA₃, houve melhoras significativas, estando de acordo com Ribeiro et al. (2003) e Macedo et al. (2010).

Tabela 12 - Massa fresca de cacho, comprimento de cacho, massa fresca de baga e comprimento de baga de uva 'BRS Vitória', no ciclo de produção 2021/2022 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA₃) associados ao TDZ na fase ervilha.

GA ₃	Thidiazuron							
	Massa fresca de cacho (g)		Comprimento de cacho (cm)		Massa fresca de baga (g)		Comprimento de baga (mm)	
	0	2	0	2	0	2	0	2
0	264,44 a	232,99 b	13,10 a	12,57 b	7,07 a	5,79 b	29,83 a	26,13 b
25	237,02 b	280,46 a	13,53 a	13,04 b	5,20 b	7,18 a	25,10 b	29,08 a
50	292,88 b	425,10 a	13,13 b	15,55 a	5,69 b	7,16 a	27,83 b	29,50 a
75	265,93 b	277,98 a	14,17 a	13,67 b	5,66 b	7,15 a	26,63 b	28,37 a
100	341,78 a	263,80 a	13,13 a	10,77 b	7,37 b	7,60 a	29,93 a	29,30 a
CV (%)	11,86	11,86	5,33	5,33	6,18	6,18	3,39	3,39

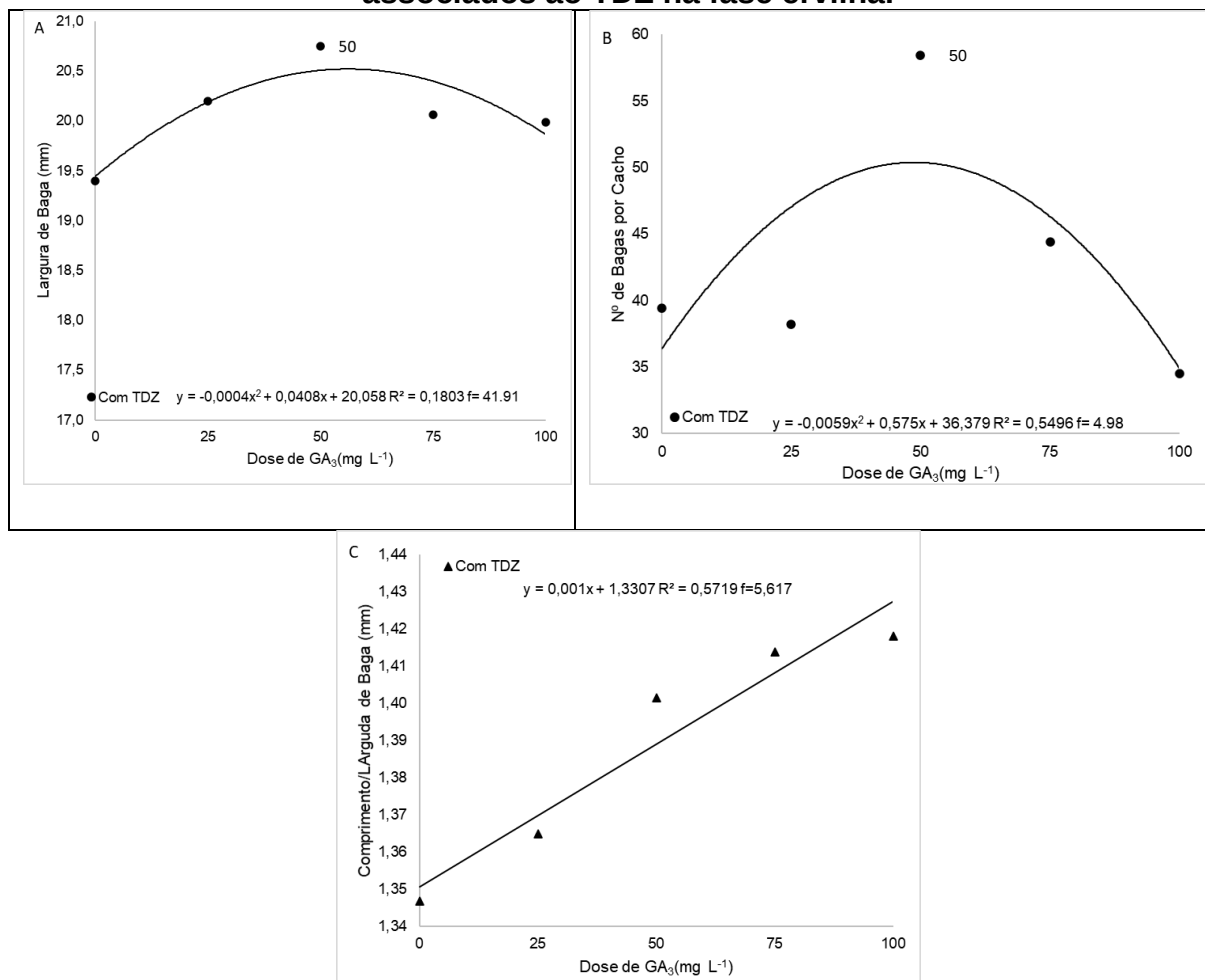
Médias seguidas de letras distintas nas colunas, diferem significativamente pelo teste Tukey (>0,05).

Em 2021 também houve interação significativa do GA₃ e TDZ para a largura de baga (Figura 13A), número de bagas por cacho (Figura 13B) e na razão entre comprimento e largura de baga (Figura 13C).

Para a largura de baga e número de bagas por cacho, ajustou-se modelos de regressão quadrática, com os pontos de máximo obtidos com a dose de 50 mg.L⁻¹, havendo aumento de 6,67% e 32,2%, respectivamente. Para a razão entre comprimento e largura de baga, ajustou-se o modelo de regressão linear, com acréscimo 4,93% utilizando-se a dose de 100 mg L⁻¹ de GA₃. Um dos possíveis mecanismos de ação das giberelinas sobre as bagas está relacionado ao elevado acúmulo de açúcares, que altera o potencial hídrico celular, favorecendo a entrada de água na célula e o aumento de seu tamanho (Casanova et al. 2009).

As citocininas são hormônios-chave na regulação do crescimento e desenvolvimento celular, principalmente no processo de divisão celular durante o desenvolvimento de frutos (Matsuo et al. 2012), e sua deficiência leva à redução do dreno nos tecidos da parte aérea, devido à baixa mobilização dos açúcares solúveis das fontes para os drenos, bem como baixa atividade da enzima invertase (Field et al. 2009).

Figura 13 – Largura de baga (A), número de bagas por cacho (B) e a razão entre comprimento e largura de baga (C) de uva ‘BRS Vitória’, no ciclo de produção 2020/2021 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA₃) associados ao TDZ na fase ervilha.



Avaliando largura de baga e número de bagas por cacho (Tabela 13) observa-se que com a dose de 50 mg L⁻¹ de AG₃ associadas ao TDZ se tem os valores mais altos neste estudo, em que há uma melhora significativa devido a associação dos reguladores. Estes resultados estão de acordo com Gowda et al. (2006) e Macedo et al. (2010), os quais afirmam que, em razão do efeito dos reguladores vegetais, as bagas de uva expandem-se pelo aumento da atividade de divisão celular em fase inicial do desenvolvimento e pelo influxo de água e transporte de metabólicos na fase final do desenvolvimento dos frutos.

Na razão entre comprimento e largura de bagas a associação de GA₃ com TDZ, os valores diminuíram, estando de acordo com Camili et al. (2013), que para a cultivar ‘Superior Seedless’ obteve resultados semelhantes.

Tabela 13 - Largura de baga, número de bagas por cacho e a razão entre comprimento e largura de uva 'BRS Vitória', no ciclo de produção 2021/2022 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA₃) associados ao TDZ na fase ervilha.

GA ₃	Thidiazuron					
	largura de baga (mm)		Nº de bagas por cacho		Comprimento/largura (mm)	
	0	2	0	2	0	2
0	20,63 a	19,40 b	36,44 b	39,46 a	1,45 a	1,35 b
25	18,23 b	20,20 a	44,78 a	38,21 b	1,38 a	1,36 b
50	19,67 b	20,75 a	50,93 b	58,46 a	1,42 a	1,40 b
75	19,17 b	20,07 a	45,74 a	44,43 b	1,39 b	1,41 a
100	20,63 a	19,99 b	45,66 a	34,51 b	1,45 a	1,42 b
CV (%)	2,34	2,34	12,00	12,00	2,50	2,50

Médias seguidas de letras distintas nas colunas, diferem significativamente pelo teste Tukey (>0,05).

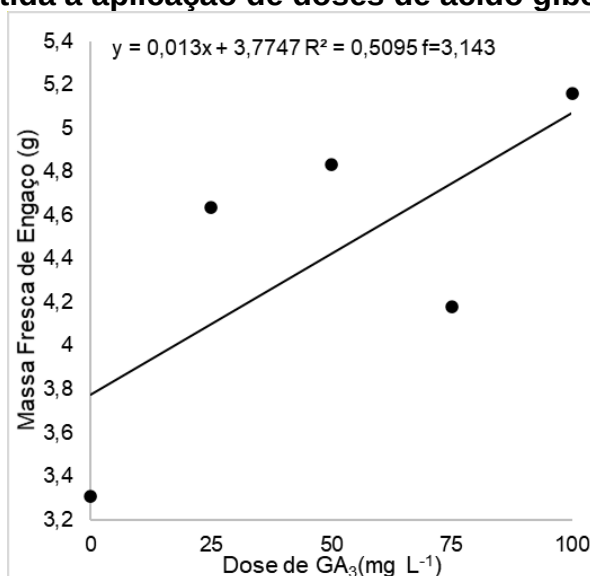
2.2.4.2 Variáveis físicas do Engaço

No ciclo produtivo de 2020 não houve interação significativa entre as doses de GA₃ e de TDZ.

Houve efeito isolado das doses de GA₃ na massa fresca de engaço (Figura 14).

Avaliando a massa fresca de engaço para o efeito isolado de GA₃, ocorre um aumento linear em 36,54%, esses resultados estão de acordo com os obtidos por Vieira et al. (2008) com a cultivar BRS Clara.

Figura 14 – Massa fresca de engaço de uva 'BRS Vitória', no ciclo de produção 2020/2021 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA₃).



Houve efeito isolado do TDZ para a massa fresca de engão, comprimento e largura de engão (tabela 14), obtendo-se aumento significativo com a dose de 2 mg L⁻¹, com acréscimo de 31,43%, 11,13% e 43,39% respectivamente. Esses resultados corroboram com os obtidos por Macedo et al. (2010) que, trabalhando com a variedade 'Centennial Seedless', também obteve aumento nas dimensões do engão utilizando-se a dose de 10mg L⁻¹ de forchlorfenuron, associado a 25mg L⁻¹ do AG₃.

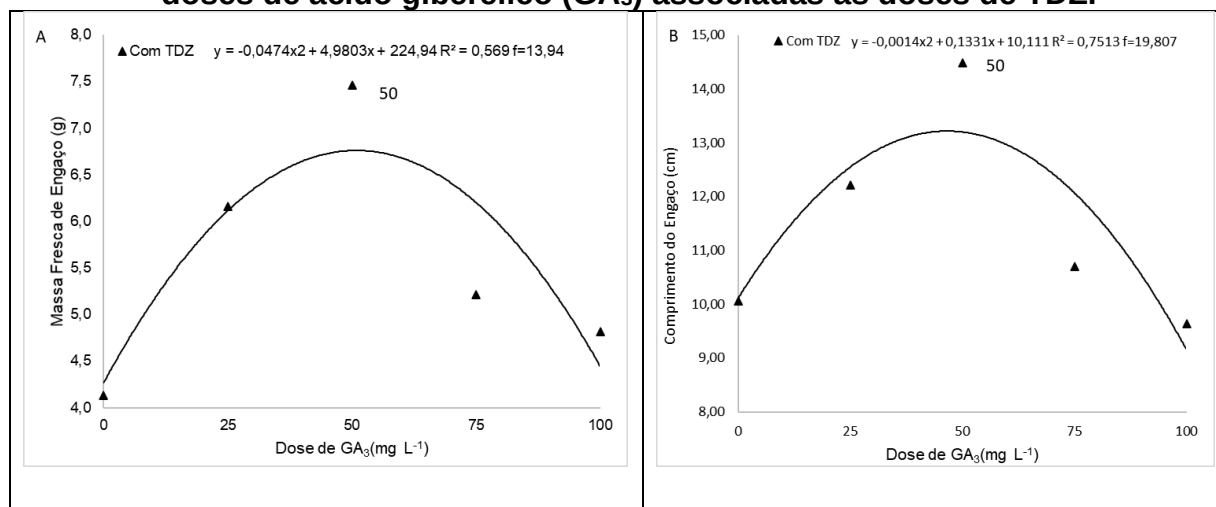
Tabela 14 - Variáveis físicas do engão de uva 'BRS Vitória', no ciclo de produção 2021/2022 submetida a doses de TDZ (0 e 2 mg L⁻¹) aplicados na fase ervilha.

TDZ	Massa Fresca (g)	Engão	
		Comprimento (cm)	Largura (cm)
0	3,60 b	12,22 b	1,97 b
2	5,25 a	13,75 a	3,48 a
CV (%)	28.94	11.26	11.83

Médias seguidas de letras distintas nas colunas, diferem significativamente pelo teste Tukey (>0,05).

No ciclo produtivo de 2021 houve interação significativa entre as doses de GA₃ e de TDZ para as variáveis massa fresca do engão (Figura 15A) e comprimento do engão (Figura 15B), ajustando-se modelos de regressão quadrática para ambas as variáveis, onde, obtiveram-se os pontos de máximo de 50 mg.L⁻¹ e 47mg.L⁻¹ respectivamente. Utilizando-se essas doses, houve aumento na massa fresca do engão e no comprimento do engão de 44% e de 32,89%, respectivamente. Resultados semelhantes foram obtidos por Macedo et al. (2010) e Souza et al. (2010).

Figura 15 – Massa fresca de engão (A) e comprimento de engão (B) da videira ‘BRS Vitória’, no ciclo de produção 2020/2021 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA₃) associadas as doses de TDZ.



Ao avaliar massa fresca e comprimento de engão (Tabela 15), verificou-se que em dose de 50 mg L de GA₃ associados ao TDZ foram os melhores resultados para as duas variáveis, estando de acordo com Macedo et al. (2010) e Souza et al. (2010), os quais, em ambos trabalhos, verificaram que a associação de TDZ ao GA₃ proporcionaram melhorias.

Tabela 15 - Massa fresca de engão e comprimento de engão de uva ‘BRS Vitória’, no ciclo de produção 2021/2022 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA₃) associados ao TDZ na fase ervilha.

GA ₃	Thidiazuron			
	massa fresca de engão (g)		comprimento de engão (cm)	
	0	2	0	2
0	6,06 a	4,13 b	10,53 a	10,07 b
25	4,44 b	6,16 a	11,03 b	12,21 a
50	4,74 b	7,46 a	11,43 b	14,48 a
75	6,24 a	5,22 b	12,00 a	10,70 b
100	6,02 a	4,81 b	10,60 a	9,63 b
CV (%)	15,59	15,59	5,7	5,7

Médias seguidas de letras distintas nas colunas, diferem significativamente pelo teste Tukey (>0,05).

Houve efeito isolado do TDZ para a largura de engão (tabela 16). Utilizando-se a dose de 2 mg L⁻¹ houve aumento de 26,81% em relação a testemunha, diferindo dos resultados obtidos por Vieira et al. (2010) que não obteve influência do TDZ para as variáveis avaliadas de engão.

Tabela 16 - Largura do engão de uva 'BRS Vitória' no ciclo de produção 2021/2022 submetida a doses de TDZ (0 e 2 mg L⁻¹) aplicados na fase ervilha.

TDZ	Largura de engão (cm)
0	3,44 b
2	4,70 a
CV (%)	13,37

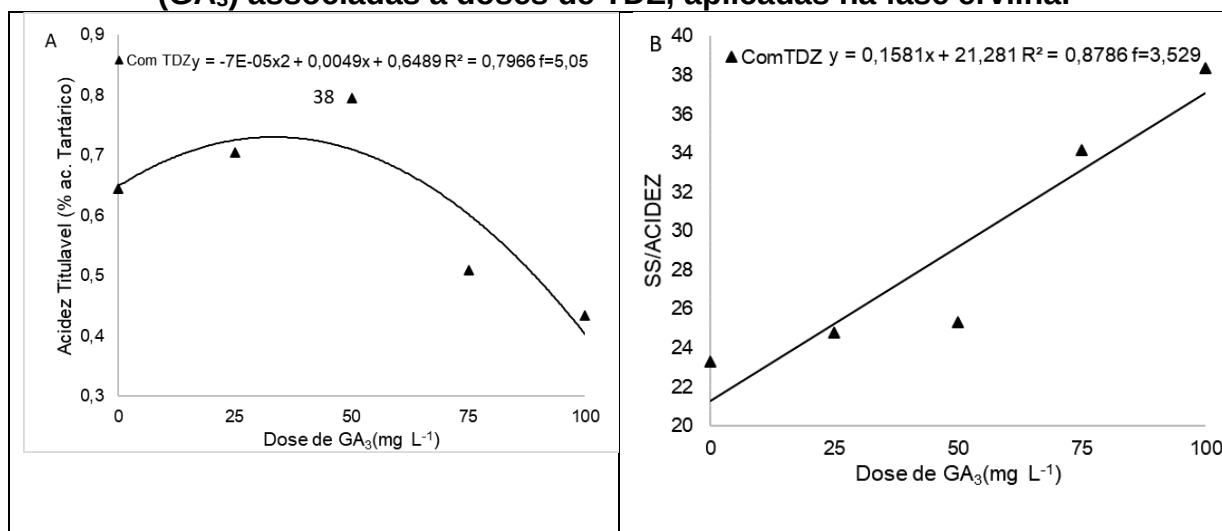
Médias seguidas de letras distintas nas colunas, diferem significativamente pelo teste Tukey (>0,05).

2.2.4.3 Variáveis Químicas do mosto da uva

No ciclo produtivo de 2020 houve interação significativa entre as doses de GA₃ e de TDZ para a acidez titulável (Figura 16A) e SS/acidez (Figura 16B).

A acidez titulável na interação entre as doses de GA₃ e de TDZ diferiu estatisticamente com uma regressão quadrática onde seu ponto de máximo foi de 38, aumentando em 13% em relação a testemunha, para o SS/acidez ocorreu regressão linear tendo aumento de 39,5% em relação à testemunha, se assemelhando aos resultados obtidos por Ribeiro et al. (2003), onde observou aumento nas variáveis para a cv. 'Centennial Seedless'.

Figura 16 - Acidez titulável (A) e SS/acidez (B) de uva 'BRS Vitória', no ciclo de produção 2020/2021 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA₃) associadas a doses de TDZ, aplicadas na fase ervilha.



Para as variáveis acidez titulável (Tabela 17), quando aplicado 50 mg L temos os melhores resultados, doses maiores acabam sendo prejudiciais e os valores são menores que a testemunha e para SS/acidez conforme o aumento das doses de GA₃

aumenta, os resultados são melhores, diferindo de Camili et al. (2013), que não obteve diferença estatística para as variáveis.

Tabela 17 - Acidez titulável e SS/acidez de uva ‘BRS Vitória’, no ciclo de produção 2021/2022 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA₃) associadas a doses de TDZ, aplicadas na fase ervilha.

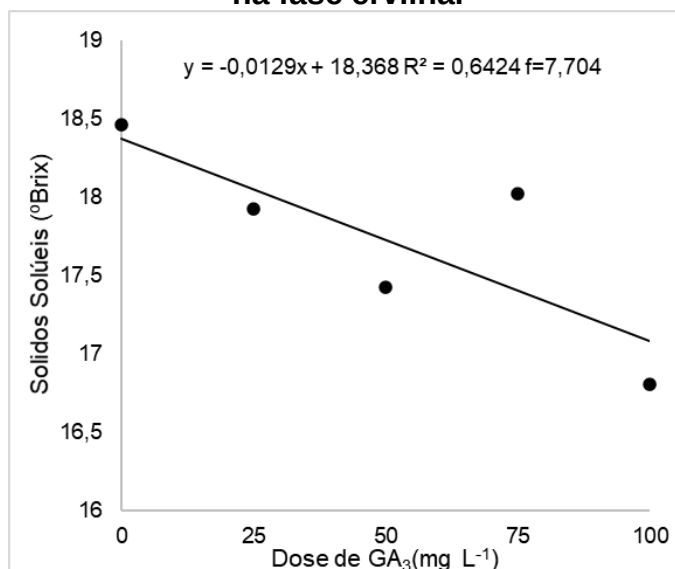
GA ₃	Thidiazuron			
	Acidez Titulável (% ac. Tartárico)		SS/acidez	
	0	2	0	2
0	0,57 b	0,65 a	32,61 a	23,28 b
25	0,62 b	0,71 a	30,17 a	24,80 b
50	0,59 b	0,80 a	31,81 a	25,35 b
75	0,57 a	0,51 b	32,58 b	34,14 a
100	0,63 a	0,44 b	27,51 b	38,38 a
CV (%)	18,04	18,04	22,27	22,27

Médias seguidas de letras distintas nas colunas, diferem significativamente pelo teste Tukey (>0,05).

Para as variáveis houve efeito isolado das doses de GA₃ em sólidos solúveis (Figura 17).

Para as doses de ácido giberélico aplicadas na fase ervilha ajustou-se no modelo de regressão linear para sólidos solúveis no mosto da uva, obtendo-se com a dose de 100mg L⁻¹ de GA₃ redução de 10,78%, quando comparado com a testemunha, estando de acordo com Macedo et al. (2003) que mostrou resultados semelhantes, e diferindo de Camili et al. (2013), onde não ocorreu diferença estatística.

Figura 17- Sólidos Solúveis de uva ‘BRS Vitória’, no ciclo de produção 2020/2021 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA₃) aplicadas na fase ervilha.



Para as variáveis houve efeito isolado no TDZ em sólidos solúveis e pH (tabela 18).

Utilizando a dose de 2mg L de TDZ houve aumento de 4,18% nos sólidos solúveis, e no pH aumento de 3% do mosto da uva. Resultados divergentes foram obtidos por Macedo et al. (2010) onde o pH e relação SS/AT, o uso do TDZ isolado ou associado ao AG3 não apresentou diferenças significativas em uvas ‘Centennial Seedless’.

Tabela 18 - Teores de sólidos solúveis valores de pH, no mosto de uva ‘BRS Vitória’, no ciclo de produção 2021/2022 submetidas à aplicação doses de Thidiazuron (TDZ, 0 e 2 mg L⁻¹) aplicados na fase ervilha.

TDZ	Sólidos Solúveis (°Brix)	pH
0	16,98 b	3,19 b
2	17,72 a	3,28 a
CV (%)	5,34	1,04

Médias seguidas de letras distintas nas colunas, diferem significativamente pelo teste Tukey (>0,05).

Nomenclatura: pH, potencial hidrogeniônico;

No ciclo produtivo de 2021 não houve interação significativa entre as doses de GA₃ e de TDZ.

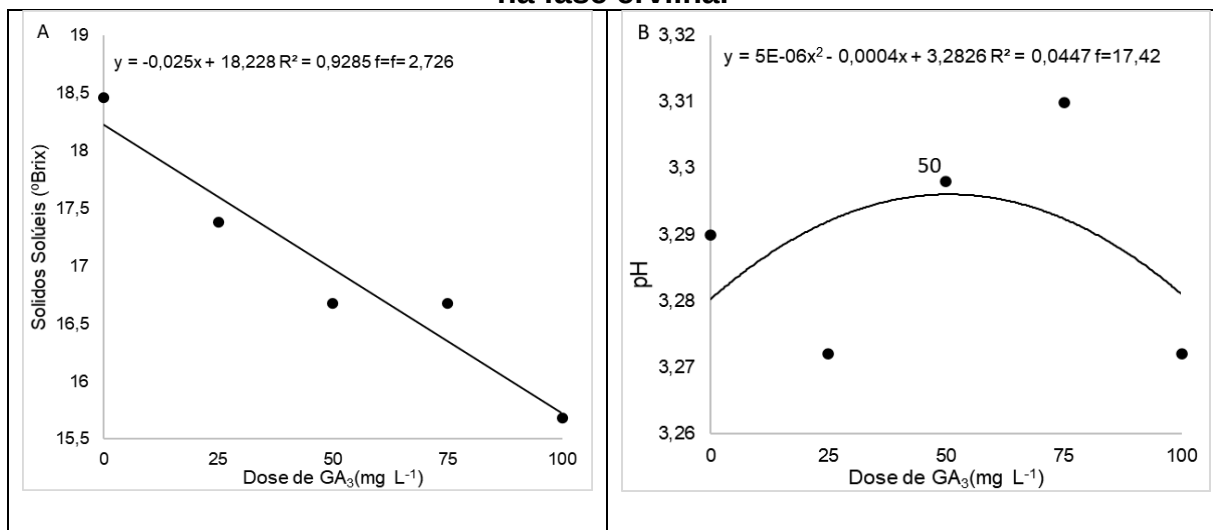
Para as variáveis houve efeito isolado das doses de GA₃ em sólidos solúveis (Figura 18A) e pH (Figura 18B).

Não houve interação significativa para SS/acidez e acidez titulável.

Pela análise de regressão linear, a aplicação de GA₃ para os sólidos solúveis foi decrescente em 17% em relação a testemunha, devido ao atraso na maturação. Para o pH regressão quadrática com ponto de máximo na dose de 50mg.L⁻¹, houve aumento em 1% em relação a testemunha diferentes de Camili et al. (2013), em sólidos solúveis que não obteve diferenciação estatística, e semelhante para o pH.

A qualidade das bagas de uva na colheita depende basicamente do conteúdo de açúcares e ácidos e da composição em substâncias corantes e aromáticas (Camili et al. (2013).

Figura 18- Sólidos Solúveis e pH de uva ‘BRS Vitória’, no ciclo de produção 2020/2021 submetida a aplicação de doses de ácido giberélico (GA₃) aplicadas na fase ervilha.



2.4.4 Teores de compostos bioativos e atividade antioxidante

A uva é uma das maiores fontes de compostos fenólicos devido às suas propriedades nutricionais. Diversos estudos mostram que vários fatores interferem na composição fenólica das bagas.

A concentração e aumento dos compostos fenólicos acontece durante a maturação dos frutos (Kuhn et al. 2013). Estes são metabólitos secundários que consistem dos aspectos nutricionais e sensoriais da uva (Lee, Dosset; Finn, 2012).

Houve interação significativa entre as doses de GA₃ e de TDZ para todas as variáveis.

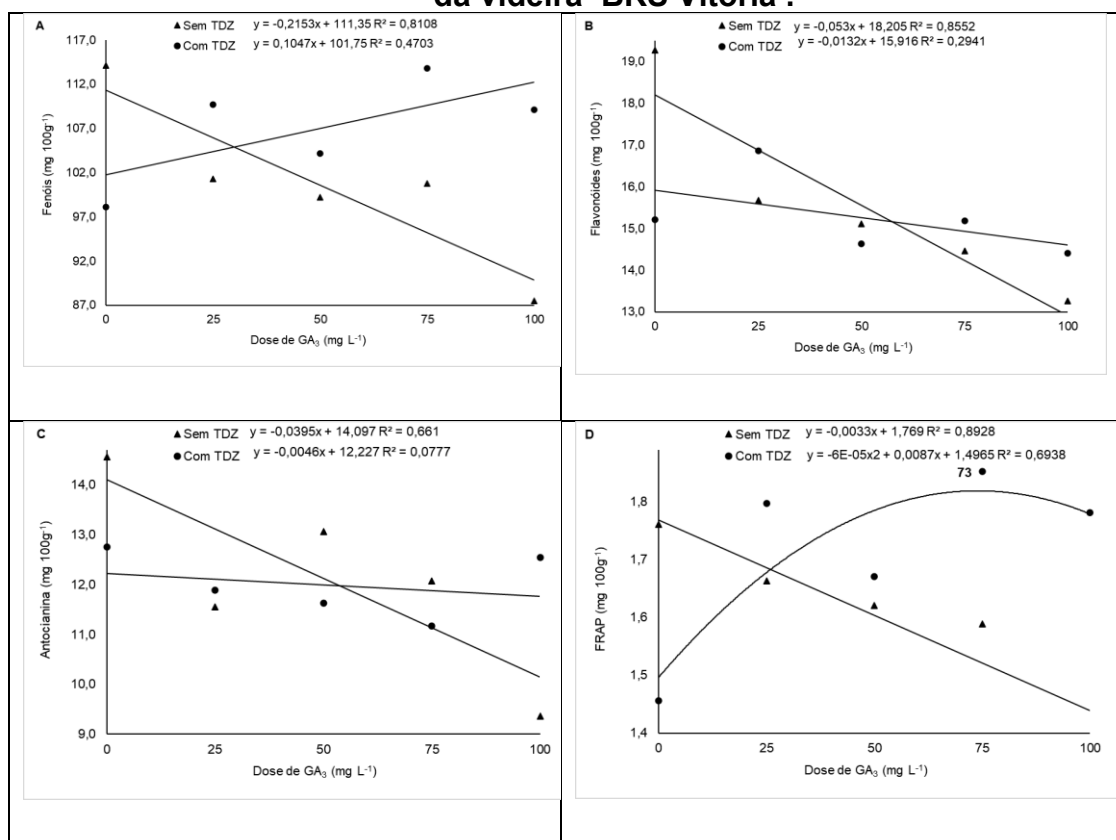
Para os teores de fenóis e flavonoides quando avaliada a aplicação de GA₃ na florada observamos aumento de 3,1% e 13,5%, respectivamente. Quanto aos teores de antocianinas ocorreu decréscimo de 21,4%.

Ao avaliar as doses de TDZ aplicadas, observa-se aumento nos teores de fenóis, flavonoides e antocianina de, respectivamente, 12,8%, 10,8%, 22,3% e 18,7%.

As doses de ácido giberélico aplicadas na fase ervilha foram ajustadas ao modelo de regressão linear para as variáveis, teores de Fenóis (Figura 19A), Flavonoides (Figura 19B) e Antocianinas (Figura 19C) com decréscimo com o aumento das concentrações de GA₃. Essa queda foi de respectivamente 40,8%, 31% e 35,6% em comparação com a testemunha para teores de fenóis, flavonoides e antocianinas, respectivamente e para FRAP ocorreu queda de 21,9% em relação a testemunha.

Quando avaliada as doses de TDZ, houve acréscimo de 11,2% para teores de Fenóis (Figura 19A) e para FRAP (Figura 19D) ocorreu regressão quadrática com ponto de máximo estimado com a dose de 75 mg L⁻¹ de GA₃ com aumento de 23,3%. Foi observado decréscimo linear para flavonoides (Figura 19B) e antocianinas (Figura 19C) de, respectivamente, 21,9% e 12,6%.

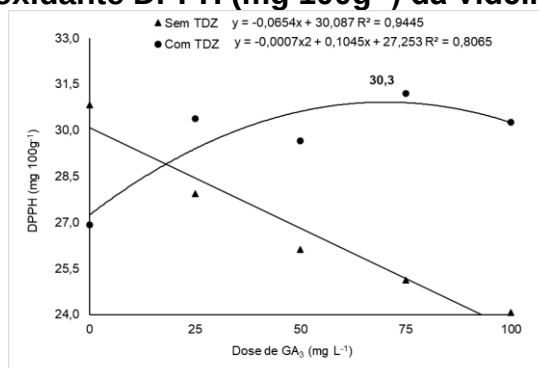
Figura 19 - Doses de GA₃ associados a duas doses de TDZ (0 e 2 mg L⁻¹) na concentração de fenóis (A) (mg 100 g⁻¹), flavonoides (B) (mg 100 g⁻¹), antocianina (C) (mg 100 g⁻¹) e na atividade antioxidante FRAP (D) (mg 100 g⁻¹) da videira 'BRS Vitória'.



O DPPH (Figura 20) nas doses de GA₃ apresentou queda linear, de 21,7%. A aplicação de GA₃ teve efeito desfavorável sobre o nível de capacidade antioxidante medido pelo ensaio DPPH, estando de acordo com outros estudos (Gougoulías et al. 2010; Kaplan et al. 2019).

As doses de TDZ apresentaram aumento quadrático de 16% em relação a testemunha, com ponto de máximo estimado com a dose de 75 mg L⁻¹ de GA₃.

Figura 20 - Doses GA₃, associados a duas doses de TDZ (0 e 2 mg L⁻¹) na atividade antioxidante DPPH (mg 100g⁻¹) da videira 'BRS Vitória'.



2.4 Conclusões

A dose de 50mgL^{-1} proporcionou os melhores resultados.

A utilização de GA_3 , associado ao TDZ promove melhor qualidade do cacho com bagas maiores.

A combinação dos dois reguladores vegetais na fase ervilha promove aumento na produção de compostos bioativos nos cachos da cv. BRS Vitória.

REFERÊNCIAS

- BOTELHO, R. V. et al. 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.
- CALLILI, D. Adubação potássica em videiras 'Niagara Rosada' cultivadas sobre diferentes porta-enxertos. 2020. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2020.
- Camili, Elisangela Clarete; Rodrigues, Joao Domingos; Ono, Elizabeth Orika. Giberelina, citocinina e auxina na qualidade química de bagas de uva superior seedless. *Bioscience Journal*. Uberlândia: Univ Federal Uberlândia, v. 29, n. 6, p. 1761-1770, 2013.
- COSTA, T. V.; TARSITANO, M. A. A.; CONCEIÇÃO, M. A. F. Caracterização de produtores de uva de mesa e dos sistemas de irrigação da região de Jales (SP). Comunicado Técnico 106, Bento Gonçalves, p. 1-8, jul. 2011. 1. ed. Embrapa Uva e Vinho.
- 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*.
- GOWDA, V.N. et al. Influence of GA₃ on growth and development of 'Thompson Seedless' grapes (*Vitis vinifera* L.). *Acta Horticulturae*, Leuven, n.727, p.239-242, 2006.
- HIDALGO, L. Tratado de viticultura general. Madrid: Mundi, 1993. cap. 4, p. 64-79.
- IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.
- ILAND, P.; BRUER, N.; EDWARDS, G.; WEEKS, S.; WILKES, E. Chemical analysis of grapes and wine: techniques and concepts. Australia: Campbelltown, 2004. 48p.
- 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.
- JACKSON, R. S. (ed.). Grapevine structure and function. In: JACKSON, R. S. Wine Science: principles and applications. Principles and Applications. 5. ed. San Diego: Academic Press, 2020. Cap. 3. p. 77-149.
- 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.

MACEDO, W. R.; TERRA, M. M.; TECCHIO, M. A.; PIRES, E. J. P.; FERNANDES, G. M.; VILLAR, L.; MOURA, M. F. Aplicação de reguladores vegetais em uva apirena 'Centennial Seedless'. *Ciência Rural*, p. 953-956, 8 ago. 2010.

MAIA, J. D. G. et al. '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.; RITSCHER, P.; LAZZAROTO, J. J. A Viticultura de Mesa no Brasil: Produção Para o Mercado Nacional e Internacional. Territoires du vin, Bento Gonçalves, 2018.

MARASCHIN, M.; GUERRA, M. P.; SILVA, A.L. Efeitos do ácido giberélico e ethephon sobre as características dos cachos e frutos da cv. Niagara Branca (*Vitis labrusca* L.) *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v.8, n.2, p.51-57, 1986.

MARIN, F. R. et al. Potencial de clima e solo para a viticultura, no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 16, p. 141-152, jan. 2008.

NACHTIGAL, Jair Costa; CAMARGO, Umberto Almeida; MAIA, João Dimas Garcia. Efeito de reguladores de crescimento em uva apirênica, cv. BRS Clara. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 304-307, Aug. 2005.

NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. *Journal of Biological Chemistry*, Baltimore, v. 135, n. 1, p. 136-175, Jan. 1944.

PEDRO JÚNIOR, M.J.; SENTELHAS, P.C.; POMMER, C.V.; MARTINS, F.P. Determinação da temperatura-base, graus-dia e índice biometeorológico para a videira 'Niagara Rosada'. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.2, p.51-56, 1994

PERMANHANI, M. Porta-enxertos e Manejo de Cachos no Desempenho da Videira Apirênica 'BRS Vitória'. 2016. 77 f. Tese (Doutorado) - Curso de Fitotecnia, Departamento de Produção Vegetal, UFRRJ, Seropédica, 2016.

PEREIRA, F.M.; SIMÃO, S.; MARTINS, F.P.; IGUE, T. Efeitos da giberelina sobre cachos da cultivar de videira Niagara Rosada. *Científica*, São Paulo, v.7, n.1, p.53-58, 1979.

PIRES, E.J.P. Emprego de reguladores de crescimento em viticultura tropical. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.19, n.194, p.40-57, 1998.

SATO; G. S.; FRANCA, T. J. F. IEA - Instituto de Economia Agrícola. A Viticultura No Estado De São Paulo. São Paulo, set. 2000. Secretaria de Agricultura e Abastecimento.

Ribeiro, Valtemir Gonçalves e Scarpore Filho, João Alexio Crescimento de bagas de cultivares de uvas apirênicas tratadas com CPPU e GA₃. Ciência e Agrotecnologia [online]. 2003, v. 27, n. 6 [Acessado 30 Julho 2022] , pp. 1253-1259.

Satoshi Matsuo, Kaori Kikuchi, Machiko Fukuda, Ichiro Honda, Shunsuke Imanishi, Roles and regulation of cytokinins in tomato fruit development, *Journal of Experimental Botany*, Volume 63, Issue 15, September 2012, Pages 5569–5579.

SCHUCK, E.; PETRI, J.L. Efeitos do CPPU (citocinina) no crescimento e peso de frutos de quivi (*Actinidia deliciosa*). Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.13, n.1, p.77- 82, 1991.

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

TECCHIO, M. A. Efeito do X Cyte Nas características físicas e físico-químicas dos cachos e bagas de uva niágara rosada, cultivada na região de Jales. Jundiaí: CAPTA. Frutas, 2006. 12 p.

VIEIRA, C. R. Y. I.; PIRES, E. J. P.; TERRA, M. M.; TECCHIO, M. A.; BOTELHO, R. V. Efeitos do ácido giberélico e do thidiazuron sobre as características dos frutos e do mosto da uva „Niagara Rosada“. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 12-19, 2008.

VILLAR, Larissa *et al.* Efeito do ácido giberélico e citocininas sobre a qualidade da uva apirena BRS Clara. Rev. Bras. Vitic. Eno, Bento Gonçalves, Rs, p. 18-25, 2013.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A combinação dos dois reguladores vegetais, GA₃ e TDZ, para a cv 'Niagara Rosada' e para cv 'BRS Vitória', quando observado os teores de compostos bioativos, promoveu redução nos teores desses compostos. Já para as qualidades químicas das bagas e físicas do cacho e bagas, os resultados foram satisfatórios com melhora dessas características. Assim, seria interessante mais estudos para conseguir chegar em uma dose adequada.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. Anuário de Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformations, 2020.

BOTELHO, R. V. et al. 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. et al. EFEITOS DO THIDIAZURON E DO ÁCIDO GIBERÉLICO NAS CARACTERÍSTICAS DOS CACHOS E BAGAS DE UVAS 'NIAGARA ROSADA' NA REGIÃO DE JUNDIAÍ-SP. Revista brasileira de fruticultura, [S. l.], p. 96-99, 3 abr. 2003.

BOTELHO, R. V.; ROBERTI, R.; TESSARIN, P.; MINA, J. M. G.; ROMBOLÀ, A. D. Physiological responses of grapevines to biodynamic management. Renewable Agriculture and Food Systems, v. 31, p. 402-413, 2016.

CÁTO, Stella Consorte. Efeito do anelamento e de doses de ácido giberélico na frutificação das uvas 'Niagara Rosada' e 'Vênus' nas regiões noroeste e da alta paulista do Estado de São Paulo. 2002. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

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

DE MELLO, L. M. R.; DOS SANTOS, A. C. C. Avaliação de impactos da uva Niágara Rosada para regiões tropicais: relatório de avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa. 2022.

DETONI, Alessandra M. et al. Uva "Niágara Rosada" cultivada no sistema orgânico e armazenada em diferentes temperaturas. Food Science and Technology, v. 25, p. 546-552, 2005.

KISHINO, A. Y.; MARUR, C. J.; ROBERTO, S. R. Características da planta. Videira ideal. AY Kishino, SLC Carvalho, & SR Roberto, Viticultura tropical: o sistema de produção de uva de mesa do Paraná, p. 187-192, 2019.

LEAO, PC de S. Principais variedades de uvas de mesa e porta-enxertos. In: Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: FEIRA NACIONAL DA AGRICULTURA IRRIGADA-FENAGRI, 2004, Petrolina. Minicursos: apostilas. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004., 2004.

MAIA, J. D. G. et al. '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.

PIRES, E.J.P. Emprego de reguladores de crescimento em viticultura tropical. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.19, n.194, p.40-57, 1998.

TERRA, Maurilo Monteiro et al. Avaliação do estado nutricional da videira'Itália'na região de São Miguel Arcanjo-SP, utilizando o sistema integrado de diagnose e recomendação. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 29, p. 710-716, 2007.

DE ALMEIDA, Carla Cristina Rosa; CORRÊA, Vinícius Salatin; DA SILVA SOARES, Suzana. Evolução tecnológica no setor vitivinícola: vínculos com a Embrapa Uva e Vinho. Revista de Estudos Sociais, v. 19, n. 38, p. 13-35, 2017.