

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**AÇÃO DO ÁCIDO ABSCÍSICO NA COR DAS BAGAS, NA
QUALIDADE E NO ARMAZENAMENTO PÓS-COLHEITA DA UVA
‘RUBI’**

FRANCISCO JOSÉ DOMINGUES NETO

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

BOTUCATU - SP

Fevereiro - 2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**AÇÃO DO ÁCIDO ABSCÍSICO NA COR DAS BAGAS, NA
QUALIDADE E NO ARMAZENAMENTO PÓS-COLHEITA DA UVA
‘RUBI’**

FRANCISCO JOSÉ DOMINGUES NETO

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Tecchio

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

BOTUCATU - SP

Fevereiro - 2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Domingues Neto, Francisco José, 1992-
D671a Ação do ácido abscísico na cor das bagas, na qualidade e no armazenamento pós-colheita da uva 'Rubi' / Francisco José Domingues Neto. - Botucatu : [s.n.], 2016
ix, 52 f. : fots. color., grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2016
Orientador: Marco Antonio Tecchio
Inclui bibliografia

1. Uva - Qualidade. 2. Uva - Pós-colheita. 3. Antocianina. 4. Ácido abscísico. I. Tecchio, Marco Antonio. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu



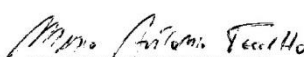
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: AÇÃO DO ÁCIDO ABSCÍSICO NA COR DAS BAGAS, NA QUALIDADE E NO ARMAZENAMENTO PÓS-COLHEITA DA UVA 'RUBI'.

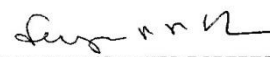
AUTOR: FRANCISCO JOSÉ DOMINGUES NETO

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
Dep de Horticultura / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu


Profa. Dra. GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA
Dep de Química e Bioquímica / Instituto de Biociências de Botucatu


Prof. Dr. SERGIO RUFFO ROBERTO
Universidade Estadual de Londrina

Botucatu, 25 de fevereiro de 2016

*À Deus, pela vida que me tem
proporcionado, aos meus amados pais, Luiz
e Cleusa, por toda a sabedoria transmitida
e exemplo de garra e perseverança. Aos
meus queridos irmãos Alexandre e Camila,
por estarem sempre me apoiando. A quem
dedico este trabalho com muito amor.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, o Criador do Céu e da Terra, por iluminar meus passos todos os dias não me deixando desistir;

Ao meu pai Luiz Domingues, por desde pequenino me mostrar a magia de cultivar o solo;

À minha mãe Cleusa Domingues, uma mulher de coragem, que sempre me incentivou e apoiou;

Aos meus irmãos Alexandre e Camila Domingues, por me ajudarem de todas as formas sem medirem esforços;

À todos meus familiares e amigos, que de uma forma ou outra sempre me motivaram a não desistir;

Aos funcionários da Propriedade São Sebastião pela ajuda na condução do experimento e em especial, ao Produtor e Pai Luiz Domingues;

Ao meu orientador Prof. Dr. Marco Antonio Tecchio pela confiança depositada e pela ajuda em todas as etapas da pesquisa;

À Universidade Estadual Paulista e às Prof^{as} Dr^{as} Sarita Leonel, Regina Marta Evangelista e Giuseppina Pace Pereira Lima pela ajuda e por disponibilizarem os laboratórios de Fruticultura, Pós-colheita, Química e Bioquímica;

Ao Prof. Dr. Sergio Ruffo Roberto e seus orientados, da Universidade Estadual de Londrina, pela realização de análises;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo;

Aos amigos e pós-graduandos Adelana, Adilson, Bruna, Ana Paula e Marlon por estarem sempre presentes, em momentos de trabalho e de descontração;

Ao meu grande amigo Vlad, que sempre esteve ao meu lado me dando forças e ajudando;

À todos que de certa forma me impulsionaram ao sucesso. Vocês são responsáveis por essa conquista. **Muito obrigado!!!**

“Sem sonhos, a vida não tem brilho. Sem metas, os sonhos não têm alicerces. Sem prioridade, os sonhos não se tornam reais. Sonhe, trace metas, estabeleça prioridade e corra riscos para executar seus sonhos. Melhor é errar por tentar do que errar por se omitir! Não tenha medo dos tropeços da jornada. Não podemos esquecer que nós, ainda que incompletos, fomos o maior aventureiro da história”.

Augusto Cury

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABELAS	IX
RESUMO	1
SUMMARY	3
1. INTRODUÇÃO	5
1.1 Objetivos	6
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1 Importância econômica da videira	7
2.2 A ‘Rubi’	8
2.3 Fatores que influenciam a cor das bagas	8
2.4 Ácido abscísico	9
2.5 Uso do ácido abscísico para a cor das bagas	9
3. Capítulo I - EFEITO DO ÁCIDO ABSCÍSICO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO- QUÍMICAS, BIOQUÍMICAS E NA COR DAS BAGAS DA UVA ‘RUBI’	11
3.1 Introdução	12
3.2 Material e Métodos	13
3.2.1 Localização da área experimental	13
3.2.2 Cultivar de uva utilizada	13
3.2.3 Delineamento experimental e tratamentos	14
3.2.4 Colheita	14
3.2.5 Variáveis avaliadas	14
3.2.5.1 Variáveis físicas dos cachos, das bagas e do engaço	14
3.2.5.2 Cor das bagas por colorímetro	15
3.2.5.3 Composição química do mosto	15
3.2.5.4 Composição bioquímica das bagas e preparo das amostras	16
3.2.5.4.1 Clorofilas <i>a</i> , <i>b</i> e <i>total</i> e carotenoides	16
3.2.5.4.2 Antocianinas totais	17
3.2.5.4.3 Flavonoides totais	17
3.2.5.4.4 Compostos fenólicos totais	18
3.2.5.4.5 Atividade antioxidante (DPPH)	18
3.2.6 Análises estatísticas	19

3.3 Resultados e Discussão	19
3.4 Conclusões	30
3.5 Referências Bibliográficas	31
 4. Capítulo II - APLICAÇÃO DE ÁCIDO ABSCÍSICO NA UVA ‘RUBI’ E SEU EFEITO NA PERDA DE MASSA, DEGRANA E PODRIDÃO	 35
4.1 Introdução	36
4.2 Material e Métodos	37
4.2.1 Caracterização do vinhedo e cultivar	37
4.2.2 Delineamento experimental e tratamentos	37
4.2.3 Variáveis avaliadas	39
4.2.3.1 Perda de massa	39
4.2.3.2 Degrana e Podridão	39
4.2.3.3 Período de conservação	40
4.2.4 Análise estatística	40
4.3 Resultados e Discussão	40
4.4 Conclusões	46
4.5 Referências Bibliográficas	46
 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	 48
 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cachos da uva ‘Rubi’ submetidos à aplicação de ácido abscísico (S-ABA). São Miguel Arcanjo-SP, 2014/2015	24
Figura 2. Bagas da uva ‘Rubi’ submetidas à aplicação de ácido abscísico (S-ABA). São Miguel Arcanjo-SP, 2014/2015.....	24
Figura 3. Dados diários da temperatura mínima, média e máxima do local de armazenamento dos cachos da uva ‘Rubi’. São Miguel Arcanjo-SP, 2015	38
Figura 4. Dados diários da umidade relativa do local de armazenamento dos cachos da uva ‘Rubi’. São Miguel Arcanjo-SP, 2015	38
Figura 5. Perda de massa (%) de cachos da uva ‘Rubi’, submetidos à aplicação de ácido abscísico (S-ABA), durante o armazenamento pós-colheita. São Miguel Arcanjo-SP, 2014/2015	42
Figura 6. Degrana (%) de bagas da uva ‘Rubi’, submetida à aplicação de ácido abscísico (S-ABA), durante o armazenamento pós-colheita. São Miguel Arcanjo-SP, 2014/2015 ..	43
Figura 7. Podridão (%) de bagas da uva ‘Rubi’, submetida à aplicação de ácido abscísico (S-ABA), durante o armazenamento pós-colheita. São Miguel Arcanjo-SP, 2014/2015 ..	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Massa fresca (MF), comprimento (COMP) e largura (LARG) de cacho, baga e engaçó e número de bagas por cacho da uva ‘Rubi’, submetida à aplicação de ácido abscísico (S-ABA). São Miguel Arcanjo-SP, 2014/2015	21
Tabela 2. Teor de sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (AT), relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) e açúcar redutor (AR) do mosto da uva ‘Rubi’, submetida à aplicação de ácido abscísico (S-ABA). São Miguel Arcanjo-SP, 2014/2015	21
Tabela 3. Luminosidade (L^*), saturação (C^*), matiz (h°) e índice de cor (CIRG) das bagas da uva ‘Rubi’, submetida à aplicação de ácido abscísico (S-ABA). São Miguel Arcanjo-SP, 2014/2015	22
Tabela 4. Antocianinas e compostos fenólicos totais das bagas da uva ‘Rubi’, submetidas à aplicação de ácido abscísico (S-ABA). São Miguel Arcanjo-SP, 2014/2015	25
Tabela 5. Clorofila <i>a</i> , <i>b</i> e <i>total</i> e carotenoides totais das bagas da uva ‘Rubi’, submetida à aplicação de ácido abscísico (S-ABA). São Miguel Arcanjo-SP, 2014/2015	26
Tabela 6. Flavonoides totais e atividade antioxidante (DPPH) das bagas da uva ‘Rubi’, submetida à aplicação de ácido abscísico (S-ABA). São Miguel Arcanjo-SP, 2014/2015..	27
Tabela 7. Correlação entre sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (AT), relação sólidos solúveis/acidez (SS/AT), açúcares redutores (AR), antocianinas (Ant), compostos fenólicos (CF), luminosidade (L^*), saturação (C^*), matiz (h°), índice de cor (CIRG), flavonoides (Flav), atividade antioxidante (DPPH), clorofila <i>a</i> (Cl <i>a</i>) e clorofila <i>b</i> (Cl <i>b</i>) da uva ‘Rubi’, submetida à aplicação de ácido abscísico (S-ABA). São Miguel Arcanjo-SP, 2014/2015.....	29
Tabela 8. Perda de massa (PM), degrana, podridão e período de conservação (PC) da uva ‘Rubi’, submetida à aplicação de ácido abscísico (S-ABA) durante o armazenamento pós-colheita. São Miguel Arcanjo-SP, 2014/2015	45

RESUMO

A cor das bagas de uvas tintas deve-se à antocianinas e seu acúmulo parece estar regulado, ao menos em parte, pelo ácido abscísico, sendo que aplicações exógenas desse regulador proporcionam o aumento na concentração de antocianinas na casca de uvas. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do ácido abscísico na cor das bagas e nas características físicas, químicas, bioquímicas e de armazenamento pós-colheita da uva ‘Rubi’. O experimento foi realizado em um vinhedo comercial da cv. Rubi enxertada no porta-enxerto 420-A, localizado no município de São Miguel Arcanjo, SP (23° 31’ S, 47° 35’ O e altitude de 660 m), na safra 2014/15. Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados, com 4 tratamentos e 6 repetições. Os tratamentos consistiram das concentrações do isômero (S)-cis-ácido abscísico (S-ABA), sendo: Controle (0 mg L⁻¹); 400 mg L⁻¹ de S-ABA no início da maturação (IM); 400 mg L⁻¹ no IM + 200 mg L⁻¹ aos 25 dias após a primeira aplicação (25 DAPA) e 400 mg L⁻¹ no IM + 400 mg L⁻¹ aos 25 DAPA. Na ocasião da colheita, na porção equatorial das bagas foram determinadas as características colorimétricas com uso de colorímetro, obtendo as seguintes variáveis: *L** (luminosidade), *C** (saturação), *h*^o (matiz) e índice de cor (CIRG). Avaliou-se também a massa fresca, comprimento e largura do cacho, baga e engaço, número de bagas por cacho, teor de sólidos solúveis, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez, pH, açúcares redutores, clorofilas, antocianinas, carotenoides, compostos fenólicos totais, flavonoides totais e atividade antioxidante, além da perda de massa, degrana, podridão e período de conservação da uva. A aplicação de S-ABA promoveu

pouco efeito sobre as características físicas dos cachos e bagas e nenhum efeito sobre o engaçó, no entanto, propiciou aumento no teor de sólidos solúveis e na relação sólidos solúveis/acidez do mosto. O S-ABA exerceu efeito sobre o acúmulo de antocianinas das bagas da uva ‘Rubi’, além de propiciar a melhoria dos atributos de cor das bagas, evidenciada pela menor luminosidade e saturação, que conferem cor mais escura às bagas, e também pela maior média de CIRG, variando de 2,9 a 3,1 para as bagas tratadas. Para a conservação da uva, verificou-se que o S-ABA proporcionou menor perda de massa dos cachos, e conseqüentemente elevou a podridão, evidenciada pela maior quantidade de água.

Palavras-chave: *Vitis vinifera* L., antocianinas, índice de cor, S-ABA, degrana e podridão de bagas.

ABSCISIC ACID ACTION IN COLOR BERRIES, IN QUALITY AND STORAGE POST-HARVEST OF GRAPE 'RUBI'. Botucatu, 2016. 63p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

Author: FRANCISCO JOSÉ DOMINGUES NETO

Adviser: MARCO ANTONIO TECCHIO

SUMMARY

The berries' grapes color is due to the anthocyanins and their accumulation seems to be adjusted, at least in part, by the abscisic acid, in which exogenous application of this regulator provides an increase in the concentration of anthocyanins in the grape skin. The aim of this study was to evaluate the effect of abscisic acid in the color of the berries and the physical characteristics, chemical, biochemical and postharvest storage of grape 'Rubi'. The experiment was conducted in a commercial vineyard cv. Rubi grafted on rootstock 420-A, located in São Miguel Arcanjo, SP (23° 31' S, 47° 35' W and the altitude of 660 m) in the 2014/15 crop. A randomized block design was used, with 4 treatments and 6 replications. The treatments consisted of isomer concentrations of (S)-cis-abscisic acid (S-ABA), as follows: Control (0 mg L⁻¹); 400 mg L⁻¹ S-ABA in the early maturation (EM); 400 mg L⁻¹ to EM + 200 mg L⁻¹ 25 days after first application (25 DAFA) and 400 mg L⁻¹ to EM + 400 mg L⁻¹ to the 15 DAFA. At the time of harvest, in the equatorial portion of the berries were determined colorimetric

characteristics with use of colorimeter, obtaining the following variables: L^* (lightness), S^* (saturation), h° (hue) and color index (CIRG). It was also evaluated the fresh weight, length and width of the cluster, berry and stem, number of berries per cluster, soluble solids, titratable acidity, relationship soluble solids/acidity, pH, reducing sugars, chlorophyll, anthocyanins, carotenoids, total compound phenolics, total flavonoids and antioxidant activity, besides weight loss, threshing, rot and grape storage time. The S-ABA application promoted little effect on the physical characteristics of the berries and clusters and no effect on stems, however, resulted in increased soluble solids and relationship soluble solids/acidity of the must. The S-ABA exerted effect on anthocyanins accumulation of grape berries 'Rubi', as well as providing improved color attributes berries as evidenced by the lower lightness and saturation, which give darker color to berries, and also by higher average CIRG, ranging from 2,9 to 3,1 for the treated berries. For grape storage, it was found that the S-ABA resulted in less loss of weight of the clusters, and consequently increased of rot, as evidenced by the greater amount of water retained in clusters.

Key words: *Vitis vinifera* L., anthocyanins, color index, S-ABA, threshing and rot of berries.

1. INTRODUÇÃO

A videira é uma das fruteiras mais importantes no Brasil. Em 2014 a produção brasileira foi de 1.388.859 toneladas em uma área de 78.450 hectares, com destaque para o Rio Grande do Sul que produziu 771.336 toneladas, representando 55,5% da produção brasileira de uvas, seguido dos estados de Pernambuco, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Bahia, respondendo, respectivamente por 17, 11, 6, 5 e 4% da produção nacional (AGRIANUAL, 2015).

Em 2014 o estado de São Paulo produziu 158.781 toneladas de uvas, ocupando a terceira posição no contexto nacional, atrás apenas do Rio Grande do Sul e Pernambuco (AGRIANUAL, 2015). O Estado de São Paulo destaca-se como o segundo produtor nacional de uvas para mesa.

A uva ‘Rubi’ é uma cultivar de uva fina para mesa e surgiu de mutação somática da uva ‘Itália’, sendo a cor rosada da baga a única diferença da cultivar que lhe deu origem (TERRA et al., 1998).

Entretanto, a alta incidência de chuvas e a baixa amplitude térmica durante a maturação das uvas coloridas em algumas regiões, fazem com que elas não alcancem índices ótimos de maturação (GARDIN et al., 2012), sendo que o melhor desenvolvimento da cor ocorre com alternância de temperatura diurna e noturna (POMMER et al., 2003). A cor da uva está relacionada à antocianina, pigmento que confere cor aos frutos, flores e legumes (RIBICHAUD; NOBLE, 1990). Quanto mais intensa a cor, mais interessante se torna do ponto de vista funcional e do processamento,

devido ao fato de que as uvas de cor escura apresentam maior conteúdo de compostos fenólicos, além da capacidade antioxidante, anticarcinogênica e antiviral (ABE et al., 2007; JUBILEU et al., 2010).

O clima influencia diretamente no conteúdo de antocianinas nas uvas, sendo que durante a maturação dos frutos são desfavoráveis temperaturas e luminosidades excessivamente baixas ou elevadas (PIRES; POMMER, 2003).

O uso de reguladores vegetais na maturação das uvas vem sendo empregado em vários países. Os estudos pioneiros realizados com a aplicação de ácido abscísico em híbridos de uva como a ‘Kyoho’ e a ‘Olimpia’ (*Vitis vinifera* x *Vitis labrusca*) evidenciaram o aumento da concentração de antocianinas nas cascas (HAN et al., 1996; KATAOKA et al., 1982; LEE; TOMANA, 1980; MATSUSHIMA et al., 1989). Historicamente, o custo de produção do ácido abscísico era muito alto e não justificava o seu uso na agricultura; no entanto, a melhoria recente nos métodos de produção do isômero (S)-cis-ácido abscísico (S-ABA), por meio do fungo *Botrytis* sp., o tornou eficiente a ponto de ser reconsiderado o seu potencial na viticultura (CANTÍN et al., 2007; PEPPI et al., 2007). Recentemente, foi demonstrado a sua eficiência no acúmulo de antocianinas na casca de diversas cultivares de uva para mesa no Brasil, como ‘Benitaka’ e ‘Crimson Seedless’ (ROBERTO et al., 2012; LEÃO et al., 2014).

Após a colheita, as uvas estão sujeitas a perda de água, senescência, amolecimento das bagas e desenvolvimento de fungos, comprometendo sua qualidade. A gravidade destas alterações na qualidade variam de acordo com a cultivar, práticas culturais adotadas no vinhedo e na instalação de armazenamento pós-colheita (CARVAJAL-MILLAN et al., 2001; CRISOSTO et al., 2002). Quanto ao armazenamento pós-colheita de uvas tratadas com S-ABA, são poucos os trabalhos encontrados na literatura, sendo, portanto importante essa análise, para poder fazer uma recomendação mais precisa de seu uso.

1.1 Objetivos

Avaliar o efeito do S-ABA na cor das bagas, nas características físicas, químicas e bioquímicas da uva ‘Rubi’.

Avaliar o efeito do S-ABA na perda de massa, degrana, podridão e período de conservação da uva ‘Rubi’.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância econômica da videira

A viticultura brasileira destaca-se por sua importância socioeconômica, não somente pela geração de renda, mas também como fonte de empregos diretos e indiretos na área rural. Em 2014 a produção brasileira foi de 1.388.859 toneladas em uma área de 78.450 hectares, com destaque para o Rio Grande do Sul que produziu 771.336 toneladas, representando 55,5% da produção brasileira de uvas, seguido dos estados de Pernambuco, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Bahia, respondendo, respectivamente à 17, 11, 6, 5 e 4% da produção nacional. O Estado de São Paulo em 2014 produziu 158.781 toneladas da fruta, ocupando a terceira posição em produção no contexto nacional (AGRIANUAL, 2015).

Em 2014 o Estado de São Paulo possuía 28.262.532 plantas de uva em produção, das quais 264.192 eram de uvas para indústria; 26.329.019 de uvas comuns para mesa e 2.033.019 de uvas finas para mesa. Desse total de plantas, foi obtida uma produção de 148.655,34 toneladas de uvas, sendo 1.305,82 toneladas destinadas à indústria; 76.639,84 de uvas comuns para mesa e 70.709,68 de uvas finas para mesa (INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA, 2015).

O Estado de São Paulo ocupa a segunda posição no cenário vitícola nacional em área plantada (9.526 hectares, correspondendo a 11,6%) (IBGE, 2014), sendo a maior parte do cultivo destinada à produção de uvas para mesa.

2.2 A uva ‘Rubi’

A uva ‘Rubi’ surgiu por mutação somática da uva ‘Itália’, em 1974 no estado do Paraná, sendo a cor rosada da baga a única diferença da cultivar que lhe deu origem. A planta dessa cultivar é muito vigorosa, apresenta ciclo longo (mais ou menos 150 dias no noroeste de São Paulo e mais ou menos 180 dias no sul de São Paulo). Sua produtividade média é de 30 t ha⁻¹. Essa cultivar necessita de poda longa (8 a 12 gemas) e apresenta pequena resistência a pragas e doenças. Seus cachos têm forma cilíndrico-cônica, são grandes, com peso variando de 400 a 800 g, um tanto alongados e naturalmente muito compactos, portanto, necessitam de intenso desbaste; apresentam boa resistência ao transporte e ao armazenamento, podendo ser conservados em câmaras frigoríficas por longo período. Suas bagas são ovaladas e grandes, pesando de 8 a 12 g, apresentam textura trincante e sabor neutro levemente moscatel. Suas bagas possuem boa aderência ao pedicelo e resistência ao rachamento (TERRA et al., 1998).

2.3 Fatores que influenciam a cor das bagas

A alta incidência de chuvas e a baixa amplitude térmica durante a maturação das uvas coloridas fazem com que elas não alcancem índices ótimos de maturação (GARDIN et al., 2012). Além disso, outros fatores como luminosidade, temperatura, vigor da planta e área foliar também podem influenciar na maturação e na síntese de antocianinas nas bagas (SOZIM, 2011).

A luz solar assume papel importantíssimo na formação e acúmulo de antocianinas nas bagas de uvas coloridas (GIORGESSI; DI LEO, 1985; WILLIAMS et al., 1994; DUSSI et al., 1995; HASELGROVE et al., 2000). Para que ocorra esse acúmulo, é necessário que haja alta incidência de luz sobre os frutos (FITZGERALD; PATTERSON, 1994).

A condição climática, em especial a temperatura, é outro fator muito importante que influencia o acúmulo de antocianinas (CACHO et al., 1992; MAZZA; MINIATTI, 1993; BOLIANI, 1994; FITZGERALD; PATTERSON, 1994; BUCELLI et al., 1995; DUSSI et al., 1995; REVILLA et al., 2001), sendo que o melhor desenvolvimento da cor ocorre com alternância de temperatura diurna e noturna (POMMER et al., 2003).

O desenvolvimento da cor em uvas coloridas também é influenciado pelas características genéticas das plantas (GIORGESSI; DI LEO, 1985;

MAZZA; MINIATTI, 1993; BUCELLI et al., 1995; FERNÁNDEZ-LÓPEZ et al., 1999). Ao que diz respeito à adubação, o potássio desempenha efeito direto na cor das uvas (CACHO et al., 1992).

Além desses fatores, outro bastante relevante é o manejo cultural do vinhedo, que assume papel de fundamental importância, como exemplo, pode ser citada a disponibilidade de água no solo, que influencia o metabolismo, que por sua vez influencia o acúmulo de antocianinas (ANTONACCI; LA NOTTE, 1993).

2.4 Ácido abscísico

O ácido abscísico (ABA) é um terpeno de 15 carbonos (sesquiterpeno), assemelhando-se a algumas moléculas de carotenoides. A orientação do grupo carboxila no carbono 2 determina os isômeros *cis* e *trans* do ABA, sendo o isômero *cis* a forma endógena e *trans* inativa, porém é interconvertível com a forma *cis* ativa. O ABA também apresenta um átomo de carbono assimétrico na posição 1' do anel, que resulta nos enantiômeros *S* e *R*. O enantiômero *S* é a forma endógena do ABA (FAGAN et al., 2015).

O isopentenil-difosfato (IPP), isopreno é o precursor do ABA, sendo também o precursor da giberelina e citocinina. A síntese de ABA pode ocorrer em qualquer órgão ou tecidos vivos, os precursores e as enzimas envolvidas nesta síntese são encontrados nos cloroplastos, cromoplastos, leucoplastos, amiloplastos e proplastídeos. De forma geral, a síntese ocorre em órgãos e tecidos adultos. Elevados níveis de ABA podem ser encontrados em órgãos e tecidos jovens, isso se deve pelo transporte de ABA dos tecidos adultos para os jovens via floema (FAGAN et al., 2015).

O transporte do ABA pode ser através do xilema (corrente de transpiração) ou floema (forma conjugada). Quando o ABA é sintetizado pelas raízes, se move para a parte aérea via xilema, como esse transporte se dá pela corrente de transpiração, ocorre a regulação da perda de água via controle estomático. O transporte é considerado rápido, com velocidade de 24 a 36 mm hora⁻¹, enquanto o transporte das auxinas é de 4 a 9 mm hora⁻¹ (FAGAN et al., 2015).

2.5 Uso do ácido abscísico para a cor das bagas

O uso de reguladores vegetais na maturação das uvas vem sendo empregado em vários países. Vários trabalhos sugerem que aplicações exógenas de ácido

abscísico proporcionam o aumento na concentração de antocianinas na casca de uvas (PEPPI et al., 2006; PEPPI et al., 2007; CANTÍN et al., 2007; PEPPI; FIDELIBUS, 2008; ROBERTO et al., 2012, 2013; KOYAMA et al., 2014). Outros estudos mostraram que além do aumento da concentração de antocianinas, aplicações exógenas desse regulador, antecipam a época de colheita, pois melhoram consideravelmente a cor das cascas, originando uvas com uma maturação mais uniforme e de melhor qualidade (CANTÍN et al., 2007; LACAMPAGNE et al., 2010). Portanto, o acúmulo de antocianinas parece estar regulado, ao menos em parte, pelo ácido abscísico (HIRATSUKA et al., 2001; LACAMPAGNE et al., 2010).

As antocianinas são pigmentos que conferem cor aos frutos, flores e legumes e participam da impregnação de lignina nas paredes pecto-celulósicas (RIBICHAUD; NOBLE, 1990). Quanto mais intensa a cor da uva, mais interessante ela se torna do ponto de vista funcional, devido ao fato de que as uvas de cor escura apresentam maior conteúdo de compostos fenólicos, além da capacidade antioxidante, anticarcinogênica e antiviral (ABE et al., 2007; JUBILEU et al., 2010).

A expressão das antocianinas depende de fatores internos, como é o caso do ácido abscísico, que induz o fator de transmissão MYB1A, proteína encarregada de regular a transmissão de genes que compõem a rota biosintética das antocianinas das uvas tintas (JEONG et al., 2004).

3. Capítulo I - EFEITO DO ÁCIDO ABCSÍCIO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, BIOQUÍMICAS E NA COR DAS BAGAS DA UVA ‘RUBI’

RESUMO

Fatores exógenos, principalmente a variação da temperatura, inibem o acúmulo de antocianinas, impedindo assim o desenvolvimento adequado da cor de algumas uvas coloridas. Práticas culturais nos vinhedos, incluindo o uso de reguladores vegetais, como o ácido abscísico, pode suprir a falta de cor das bagas, devido ao aumento da concentração de antocianinas nas cascas das uvas coloridas. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do S-ABA na cor das bagas e nas características físicas, químicas e bioquímicas da uva ‘Rubi’. O experimento foi conduzido em um vinhedo comercial com a uva ‘Rubi’, enxertada no porta-enxerto 420-A localizado no município de São Miguel Arcanjo, SP. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com 4 tratamentos e 6 repetições. Os tratamentos foram obtidos a partir das concentrações do isômero (S)-cis-ácido abscísico (S-ABA), sendo: controle (0 mg L^{-1}); 400 mg L^{-1} de S-ABA no início da maturação (IM); 400 mg L^{-1} no IM + 200 mg L^{-1} aos 25 dias após a primeira aplicação (25 DAPA) e 400 mg L^{-1} no IM + 400 mg L^{-1} aos 25 DAPA. Foram determinadas as características colorimétricas com uso de colorímetro, obtendo as seguintes variáveis: L^* (luminosidade), C^* (saturação), h° (matiz) e índice de cor (CIRG). Foi avaliada também a massa fresca, comprimento e largura do cacho, baga e engajo, número de bagas por cacho, sólidos solúveis, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez, pH, açúcares redutores,

clorofilas, antocianinas, carotenoides, compostos fenólicos totais, flavonoides totais e atividade antioxidante. O S-ABA melhorou os atributos químicos do mosto da uva ‘Rubi’, elevando os teores de sólidos solúveis e reduzindo a acidez titulável. Também proporcionou melhor cor às bagas, evidenciado pelo maior acúmulo de antocianinas e pelas menores médias de luminosidade e saturação, que consequentemente elevaram o índice de cor, principalmente quando aplicado duas vezes. De forma geral, verificou-se que duas aplicações de S-ABA, independente da concentração, elevaram os teores de antocianinas, compostos fenólicos totais, carotenoides e flavonoides totais da uva ‘Rubi’.

3.1 INTRODUÇÃO

A produção total de uvas no Brasil em 2014 foi de 1.388.859 toneladas, sendo o Rio Grande do Sul o maior produtor, representando 55,5 % da produção brasileira, seguido de Pernambuco com 17 %. O Estado de São Paulo produziu o equivalente a 158.781 toneladas (11,43 %), em 8.092 hectares de área colhida, ocupando a terceira posição no contexto nacional (AGRIANUAL, 2015). O Estado de São Paulo destaca-se como o segundo produtor nacional de uvas para mesa.

A uva ‘Rubi’ é uma cultivar de uva fina para mesa e surgiu de mutação somática da uva ‘Itália’, sendo a cor rosada da baga a única diferença da cultivar que lhe deu origem (TERRA et al., 1998). A ocorrência de alguns fatores como alta incidência de chuvas e baixa amplitude térmica durante a maturação das uvas, fazem com que elas não alcancem índices adequados de maturação (GARDIN et al., 2012), outros fatores como luminosidade, temperatura, vigor da planta e área foliar também podem influenciar na maturação e na síntese de antocianinas nas bagas de uvas coloridas (SOZIM, 2011).

As antocianinas conferem cor às bagas de uvas coloridas e seu acúmulo parece estar regulado, ao menos em parte, pelo ácido abscísico (HIRATSUKA et al., 2001; LACAMPAGNE et al., 2010). Alguns trabalhos sugerem que aplicações exógenas de ácido abscísico aumentam a concentração de antocianinas na casca de uvas (PEPPI et al., 2006; 2007; CANTÍN et al., 2007; PEPPI; FIDELIBUS, 2008; KOYAMA et al., 2014a), sendo que quanto mais intensa a cor, mais interessante se torna do ponto de vista funcional, devido ao fato de que as uvas de cor escura apresentam maior conteúdo de compostos fenólicos, além da capacidade antioxidante, anticarcinogênica e antiviral (ABE et al., 2007; JUBILEU et al., 2010).

No Brasil, em função das recentes divulgações sobre os benefícios de frutas com poder antioxidante, tem-se buscado desenvolver técnicas que propiciem elevar a qualidade das uvas, principalmente as coloridas, em virtude da presença de compostos fenólicos e antioxidantes em sua composição. A concentração e a composição dos compostos fenólicos das uvas podem variar em função de fatores como cultivar, condições climáticas e práticas culturais no vinhedo (SILVA et al., 2008; KOUNDOURAS et al., 2009; LIMA et al., 2014; BARCIA et al., 2014; BURIN et al., 2014). No entanto, são limitados os trabalhos mostrando a influência do ácido abscísico sobre as concentrações de compostos fenólicos e atividade antioxidante das uvas. A maioria dos dados disponíveis na literatura em relação à aplicação de ácido abscísico em uvas quantificam apenas as concentrações de antocianinas e polifenóis totais, sendo também escassos dados de flavonoides e atividade antioxidante via DPPH.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do S-ABA nas características físico-químicas, bioquímicas e na cor da das bagas uva ‘Rubi’.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Localização da área experimental

O experimento foi realizado na safra 2014/15 na propriedade São Sebastião, localizada no município de São Miguel Arcanjo - SP, situada a 23° 31’ S, 47° 35’ O, com altitude média de 660 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen é *Cwa*, com precipitação pluvial anual média de 1396 mm, temperatura média de 20,4 °C e umidade relativa do ar de 70,6%.

3.2.2 Cultivar de uva utilizada

Foi utilizada a cultivar de uva ‘Rubi’, enxertada no porta-enxerto 420-A, no espaçamento de 4 x 2 m e no sexto ano de produção. O vinhedo encontra-se conduzido no sistema de pérgola com tela anti-granizo de polietileno (18% de sombreamento), visando proteção contra chuvas de granizo, ataque de pássaros e de abelhas. A poda longa (6 gemas) foi realizada no dia 10 de agosto de 2014, sendo posteriormente aplicado cianamida hidrogenada a 2%, visando a uniformidade de brotação. Após a brotação das gemas, foi realizada a retirada das menos vigorosas, deixando de 2 a 3 brotos por ramo.

3.2.3 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos e seis repetições, totalizando 24 parcelas experimentais. Entre uma parcela e outra, foram deixadas 2 plantas, consideradas como bordaduras. Cada parcela foi constituída de uma planta. Os tratamentos foram obtidos a partir das concentrações do isômero S-ABA (100 g L^{-1} de ingrediente ativo, Valent BioSciences Co.®), sendo: Controle (0 mg L^{-1}); 400 mg L^{-1} de S-ABA no início da maturação (IM); 400 mg L^{-1} no IM + 200 mg L^{-1} aos 25 dias após a primeira aplicação (25 DAPA) e 400 mg L^{-1} no IM + 400 mg L^{-1} aos 25 DAPA. Foi adicionado à calda de todos os tratamentos o espalhante não-iônico BreakThru® ($0,3 \text{ mL L}^{-1}$). Considerou-se como IM o amolecimento e mudança de cor das bagas, as quais apresentaram valores de sólidos solúveis de 9°Brix e acidez de $0,9\%$ de ácido tartárico.

Para a aplicação dos tratamentos, os cachos foram pulverizados no período da manhã, utilizando-se pulverizador costal com pressão de 40 kgf cm^2 , com bicos de pontas de jato cone oco-JA1, proporcionando cobertura completa e uniforme dos cachos, sendo empregado volume de calda de 900 L ha^{-1} .

3.2.4 Colheita

A colheita foi realizada no dia 18 de fevereiro de 2015 (40 dias após a primeira aplicação de S-ABA), sendo que de cada parcela foram colhidos cinco cachos médios. Após a colheita, os cachos foram transportados em caixas de isopor até o Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças pertencente ao Departamento de Horticultura da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Unesp, Botucatu - SP, onde as análises físicas e químicas foram realizadas.

3.2.5 Variáveis avaliadas

3.2.5.1 Variáveis físicas dos cachos, das bagas e do engaço

Em amostragem de cinco cachos por parcela experimental, foram realizadas avaliações da massa fresca, comprimento e largura dos cachos, bagas e engaço e número de bagas por cacho. Para se obter a massa fresca dos cachos, bagas e engaço, foi utilizada uma balança semi-analítica, com precisão de $0,1 \text{ g}$; para a obtenção do comprimento e largura das bagas, numa subamostra de 10 bagas por cacho (3 na parte superior, 4 na mediana e 3 na inferior), utilizou-se uma régua de 50 cm , com precisão de

0,1 cm, onde as bagas foram dispostas uma ao lado da outra, medindo-se o comprimento e largura total, sendo posteriormente obtido o valor médio dividindo-se por 10; o número de bagas foi obtido pela contagem de todas as bagas dos cachos; para o comprimento e largura dos cachos e engaço, utilizou-se um paquímetro de madeira, com precisão de 0,1 cm.

3.2.5.2 Cor das bagas por colorímetro

A cor das bagas foi avaliada em amostras de 50 bagas por parcela, empregando-se o colorímetro Minolta CR-10[®], sendo obtidas as variáveis de sua porção equatorial: L^* (luminosidade), C^* (saturação) e h° (matiz) (KOYAMA et al., 2014a). Os valores de luminosidade variam de 0 (preto) a 100 (branco). A saturação indica a pureza ou intensidade da cor, a distância a partir de cinza (acromática) em direção a uma cor pura, e é calculada a partir dos valores de a^* e b^* do sistema de escala CIELab, variando de 0 para uma cor completamente neutra, e não tem um fim arbitrário, mas a intensidade aumenta com a magnitude. A matiz refere-se à roda de cores e é medido em ângulos: verde, amarelo e vermelho, e corresponde a 180°, 90° e 0°, respectivamente (LANCASTER et al., 1997; MACGUIRE, 1992; PEPPi et al., 2006). Através dos dados de L^* , C^* e h° , calculou-se o índice de cor das bagas (CIRG), através da fórmula proposta por Carreño; Martinez (1995).

$$\text{CIRG} = [(180 - h^\circ) / (L^* + C^*)]$$

3.2.5.3 Composição química do mosto

A composição química do mosto foi determinada em uma amostra composta por 50 bagas por parcela experimental. O mosto foi obtido por meio de prensagem das bagas. Foram determinados:

Teor de sólidos solúveis (SS): por refratometria direta, através de refratômetro digital Atago[®], com compensação de temperatura automática e os resultados expressos em °Brix;

Acidez titulável (AT): determinada por meio de titulação, com 5 g de mosto da uva diluído em 100 mL de água destilada, titulando-se com solução padronizada de hidróxido de sódio a 0,1 N, tendo a fenolftaleína como indicadora, até o ponto de viragem de cor, sendo os resultados expressos em % de ácido tartárico;

Relação SS/AT: obtida através dos valores de sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT);

pH: utilizando pHmetro Micronal B-274;

Essas análises foram realizadas conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (ZENEBO et al., 2008).

Açúcares redutores: determinada utilizando o método colorimétrico de Somogyi-Nelson com base em curva analítica de glicose e as leituras realizadas a 510 nm (NELSON, 1944), sendo os resultados expressos em porcentagem.

3.2.5.4 Composição bioquímica das bagas e preparo das amostras

As análises bioquímicas foram realizadas no Laboratório de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências da Unesp, Botucatu - SP. De cada cacho foram coletadas 10 bagas (3 na parte superior, 4 na mediana e 3 na inferior), totalizando 50 bagas por parcela, que após serem partidas ao meio e retiradas as sementes, foram congeladas em nitrogênio líquido. Num almofariz de porcelana, foram colocados aproximadamente 100 g de bagas frescas congeladas, as quais foram maceradas manualmente com auxílio de pistão e armazenadas a -20 °C até o momento das análises. Foram determinadas as concentrações de clorofilas *a*, *b* e *total*, antocianinas, carotenoides, compostos fenólicos, flavonoides totais e atividade antioxidante (DPPH).

Todas as análises foram realizadas em triplicata.

3.2.5.4.1 Clorofilas *a*, *b* e *total* e carotenoides

As clorofilas e carotenoides foram determinadas através da metodologia proposta por Sims; Gamon (2002). A extração foi realizada em acetona tamponada-tris-HCl (3 mL), sendo essa adicionada às amostras em tubos de ensaios, homogeneizados e centrifugados a 2000 rpm por 5 minutos. A extração foi realizada em amostras protegidas da luz. Após esse processo, os sobrenadantes foram recolhidos e as absorbâncias das amostras foram medidas a 663 nm para clorofila *a*; 647 nm para clorofila *b*; 537 nm para antocianinas e 470 nm para carotenoides. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro BEL Photonics®, SP 2000 UV/vis. Os valores das absorbâncias foram convertidos em µg 100 g⁻¹ de massa fresca, através das seguintes equações:

$$\text{Clorofila } a = 0,01373A_{663} - 0,000897A_{537} - 0,003046A_{647} \quad \text{Eq. 1}$$

$$\text{Clorofila } b = 0,02405A_{647} - 0,004305A_{537} - 0,005507A_{663} \quad \text{Eq. 2}$$

$$\text{Carotenoides} = [A_{470} - (17,1 \times (Cla + Clb) - 9,479 \times 0,08173A_{537} - 0,00697A_{647} - 0,002228A_{663})]/119,26 \quad \text{Eq. 3}$$

A clorofila total foi obtida a partir da soma das Eq. 1 e Eq. 2.

3.2.5.4.2 Antocianinas totais

Para a avaliação da concentração de antocianinas totais das uvas, a extração foi realizada segundo a metodologia de Lee; Francis (1972): foram pesados 50 g de cada amostra de uva, as quais foram trituradas durante dois minutos com 50 mL da solução extratora de etanol 70% (pH 2,0). Para o preparo da solução foi adicionado 70 mL de etanol P.A. a 30 mL de HCl 0,1 N. Posteriormente, foram adicionados 100 mL da solução de etanol 70% e a solução armazenada coberta com parafilm® durante 12 horas a 4°C. O material foi filtrado em funil de Büchner, com o auxílio de bomba de vácuo modelo Tecnal TE-058® e, em seguida, utilizou-se 100 mL do filtrado, completando-se com a solução extratora para 200 mL. Desta, foram retiradas amostras de 2 mL completando-se o volume até 100 mL, sendo em seguida deixadas por duas horas no escuro. A leitura foi realizada em espectrofotômetro (modelo Genesys 10S Spectrophotometer, UV-VIS®) a 535 nm, usando como “branco” apenas o solvente.

Para o cálculo da concentração de antocianinas totais, foi utilizada a seguinte fórmula (TEIXEIRA et al., 2008):

$$\text{Antocianinas totais (mg 100 g}^{-1}\text{)} = (\text{Abs} \times \text{VE1} \times \text{VE2} \times 1.000) / (\text{Valq} \times m \times 982)$$

em que:

Abs: Absorbância (nm);

VE1: Volume total do extrato filtrado (200 mL);

VE2: Volume total do extrato diluído (100 mL);

Valq: Alíquota da amostra filtrada diluída (2 mL);

m: massa da amostra de uvas (50 g)

3.2.5.4.3 Flavonoides totais

O conteúdo de flavonoides totais foi determinado de acordo com o método descrito por Popova et al. (2004), com adaptações. Após a pesagem das amostras, foram adicionadas 4 mL de metanol acidificado. Em seguida foram colocadas em banho ultrassônico durante 30 minutos, e após isso, foi adicionada 1 mL da solução de cloreto de alumínio a 5% (p/v). As amostras permaneceram por 30 minutos em ambiente protegido da luz e em seguida foram centrifugadas por 30 minutos a 6000 rpm. Com isso, as amostras foram filtradas e a absorbância foi medida a 425 nm em espectrofotômetro (BEL

Photronics[®], SP 2000 UV/vis). O cálculo do conteúdo de flavonoides totais foi feito por meio de curva-padrão de quercetina (20 a 100 µg) e os resultados expressos em mg equivalente de quercetina 100 g⁻¹ de massa fresca.

3.2.5.4.4 Compostos fenólicos totais

A quantificação dos compostos totais das uvas foi realizada baseado no método de Folin-Ciocalteu, de acordo com Bucic-Kojic et al. (2007). Para tanto, pesou-se aproximadamente 5 g de bagas de cada amostra de uva, as quais foram trituradas com 50 mL de etanol a 50% durante dois minutos e, em seguida, foi realizada a centrifugação a 3500 rpm por cinco minutos. Foram retiradas amostras de 0,2 mL desse extrato em tubo de ensaio, ao qual foram adicionados 1,8 mL de água destilada, 10 mL de solução de Folin-Ciocalteu a 10% e 8 mL de solução de carbonato de sódio (Na₂CO₃) à 7,5%, entre 30 segundos a oito minutos. O tubo foi agitado e mantido protegido da luz por duas horas. A leitura foi realizada em espectrofotômetro (modelo Genesys 10S Spectrophotometer, UV-VIS[®]) a 765 nm, usando como “branco” todos os reagentes sem a alíquota da amostra centrifugada, sendo adicionados 2 mL de água destilada (completando-se 0,2 + 1,8 mL). O ácido gálico (GAE) foi usado como padrão, e a curva de calibração foi realizada com solução de GAE nas concentrações de 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 e 1,2 µg mg⁻¹. A partir desta, foi obtido por regressão linear a equação: $y=ax+b$, na qual a variável “y” representa a absorbância, e desta forma, se obteve o valor da concentração de compostos fenólicos totais em equivalente de ácido gálico. Para esse cálculo, foi utilizada a seguinte fórmula (BUCIC-KOJIC et al., 2007):

$$\text{Concentração de compostos fenólicos totais (mg 100 g}^{-1}\text{)} = (\text{PTeq} \times V) \times 10$$

em que:

PTeq: valor obtido na equação da curva de calibração;

V: Diluição da amostra (50 mL/massa da amostra).

3.2.5.4.5 Atividade antioxidante (DPPH)

A atividade antioxidante foi determinada de acordo com a metodologia de Brand-Williams et al. (1995), alterada por Rossetto et al. (2009). A solução de DPPH foi inicialmente preparada em metanol 80% (10 mg em 50 mL). Após a pesagem, as amostras foram extraídas em 10 mL de metanol (80%), estas permaneceram por 15 minutos em banho ultrassom, em seguida centrifugadas a 6000 rpm por 10 minutos

sob temperatura de 5°C. Uma alíquota de 0,5 mL do sobrenadante, 3 mL de metanol (80%) e uma solução de DPPH (300 µL) foi adicionada aos tubos de ensaio. Em seguida, as amostras foram homogeneizadas e armazenadas em ambiente protegido da luz por 1 hora. Um controle negativo foi preparado com 3,5 mL de metanol (80%) e 0,3 mL de DPPH, para observar o decaimento radical DPPH contra a capacidade antioxidante de amostras. A absorbância foi medida a 517 nm e convertida em percentual da capacidade antioxidante através da equação:

$$\% \text{ de redução de DPPH} = \frac{\text{AbScontrole} - \text{AbSamostra}}{\text{AbScontrole}} \times 100$$

Uma curva de calibração foi preparada com Trolox a 5, 10, 15, 20 e 25 µg e os resultados foram expressos em µg equivalente TEAC g⁻¹ amostra.

3.2.6 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade através do programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2011). Uma análise de correlação foi feita entre os teores de SS, pH, AT, relação SS/AT, açúcares redutores, antocianinas, compostos fenólicos totais, flavonoides, atividade antioxidante, Cl *a*, Cl *b*, carotenoides e atributos de cor (*L**, *C**, *h*^o e CIRG), realizada no programa ASSISTAT (SILVA; AZEVEDO, 2002).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferenças significativas entre os tratamentos para o comprimento do cacho, baga e engaço; largura da baga e engaço; massa fresca do engaço e número de bagas por cacho (Tabela 1). Em experimento realizado por Koyama et al. (2014b) com a aplicação de S-ABA na videira ‘Isabel’ e por Roberto et al. (2013) na uva ‘Rubi’, não foram encontradas diferenças significativas para massa e diâmetro das bagas e massa e comprimento dos cachos. Para a uva ‘Red Globe’ submetidas à aplicação de S-ABA, Peppi et al. (2007) também não encontraram diferenças para a massa das bagas.

Houve efeito significativo para a massa fresca e largura do cacho e massa fresca da baga (Tabela 1). Nessas variáveis, os maiores valores foram obtidos no tratamento com duas aplicações de S-ABA (400 mg L⁻¹ no início da maturação (IM) + 200 mg L⁻¹ 25 dias após a primeira aplicação (25 DAPA)).

Quanto às características químicas do mosto, foram verificadas diferenças significativas para o teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação sólidos solúveis/acidez (SS/AT) (Tabela 2). Nos tratamentos com a aplicação de S-ABA foram observados os maiores valores, sendo que para o teor de SS, a aplicação de 400 mg L⁻¹ no IM + 400 mg L⁻¹ aos 25 DAPA se destacou, com 13,9 °Brix, diferindo do controle (12,3 °Brix).

A aplicação de S-ABA proporcionou menor AT do mosto da uva ‘Rubi’, principalmente com a concentração de 400 mg L⁻¹ IM + 200 mg L⁻¹ aos 25 DAPA. Koyama et al. (2014b) verificaram que a menor AT do mosto da uva ‘Isabel’ foi obtida com a concentração de 400 mg L⁻¹ de S-ABA, independente da época de aplicação.

Para a relação SS/AT, os tratamentos que receberam duas aplicações, independente da concentração, apresentaram os maiores valores (25,0 e 25,2), enquanto que para o controle o valor foi de 18,3. Em experimento com a uva ‘Isabel’, Koyama et al. (2014b) verificaram que a aplicação de S-ABA proporcionou aumento no teor de SS, e na relação SS/AT. Cao et al. (2010), em experimento com a uva ‘Kyoho’, também verificaram que a aplicação de S-ABA proporcionou aumento no teor de SS. A relação SS/AT está relacionada ao sabor do fruto, portanto quanto maior ela for, o sabor será mais agradável (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Para esse trabalho pode-se dizer que os tratamentos que envolveram a aplicação de S-ABA resultaram em frutos com melhor sabor, evidenciado pelos maiores valores dessa relação.

Para o pH e açúcares redutores (AR) não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 2). O pH variou de 3,4 a 3,5 entre os tratamentos, enquanto que os açúcares redutores variaram de 10,3 a 11,9.

Tabela 1. Massa fresca (MF), comprimento (COMP) e largura (LARG) de cacho, baga e engão e número de bagas por cacho da uva ‘Rubi’, submetida à aplicação de ácido abscísico (S-ABA). São Miguel Arcanjo-SP, 2014/2015.

Tratamentos (S-ABA mg L ⁻¹)	----- CACHO -----			----- BAGA -----			----- ENGAÇO -----			Nº bagas/ cachos
	MF (g)	COMP (cm)	LARG (cm)	MF (g)	COMP (cm)	LARG (cm)	MF (g)	COMP (cm)	LARG (cm)	
Controle (0)	926,2 b	24,0	16,2 b	10,7 b	3,0	2,5	17,7	18,9	12,4	85
400 (IM)	1033,0 ab	24,4	17,2 ab	12,1 ab	3,8	2,6	17,1	19,4	13,0	84
400 (IM) + 200 (25 DAPA)	1103,8 a	24,8	18,7 a	12,8 a	3,9	2,6	17,1	19,6	13,5	86
400 (IM) + 400 (25 DAPA)	980,2 ab	24,0	16,2 b	11,5 ab	3,9	2,5	19,5	19,1	12,0	84
CV (%)	10,54	6,45	6,97	9,18	3,08	3,59	10,99	4,96	8,15	12,92
DMS	177,43	2,61	1,98	1,80	0,15	0,15	3,26	1,58	1,72	18,29
Teste F	3,03*	0,364 ^{NS}	5,94**	3,82*	1,67 ^{NS}	2,30 ^{NS}	2,03 ^{NS}	0,74 ^{NS}	2,77 ^{NS}	0,04 ^{NS}

Médias seguidas de mesma letra na coluna não apresentam diferença significativa entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

^{NS}: não significativo; *Significativo 5%; **Significativo 1%. Nota: IM = início da maturação; 25 DAPA = 25 dias após a primeira aplicação.

Tabela 2. Teor de sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (AT), relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) e açúcar redutor (AR) do mosto da uva ‘Rubi’, submetida à aplicação de ácido abscísico (S-ABA). São Miguel Arcanjo-SP, 2014/2015.

Tratamentos (S-ABA mg L ⁻¹)	SS (°Brix)	pH	AT (% de ác. tartárico)	Relação SS/AT	AR (%)
Controle (0)	12,3 b	3,4	0,7 a	18,3 b	10,3
400 (IM)	13,1 ab	3,4	0,6 ab	23,0 ab	11,5
400 (IM) + 200 (25 DAPA)	13,2 ab	3,5	0,5 b	25,2 a	11,5
400 (IM) + 400 (25 DAPA)	13,9 a	3,4	0,6 ab	25,0 a	11,9
CV (%)	6,46	2,12	17,33	12,81	6,70
DMS	1,41	0,12	0,17	4,87	1,52
Teste F	3,27*	1,44 ^{NS}	3,75*	7,06**	0,14 ^{NS}

Médias seguidas de mesma letra na coluna não apresentam diferença significativa entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

^{NS}: não significativo; *Significativo 5%; **Significativo 1%. Nota: IM = início da maturação; 25 DAPA = 25 dias após a primeira aplicação.

Houve diferenças significativas para as características colorimétricas das bagas, como: luminosidade (L^*), saturação (C^*), matiz (h°) e índice de cor (CIRG) (Tabela 3). Em relação a esses atributos de cor das bagas, verificou-se que os tratamentos com a aplicação de S-ABA apresentaram os melhores resultados, independente da concentração utilizada. Sua aplicação resultou em menores valores para a luminosidade (30,4 à 30,5), indicando que as bagas da uva ‘Rubi’ submetidas a esses tratamentos apresentaram cor mais escura. Observou-se o maior valor de L^* para o controle (37,0), indicando que as bagas não tratadas apresentaram intensidade de cor inferior às tratadas, ou seja, apresentaram tendência ao verde, característica indesejável para a uva ‘Rubi’ (Figuras 1 e 2). Resultados semelhantes foram encontrados na uva ‘Rubi’ por Roberto et al. (2013) e na uva ‘Red Globe’, por Peppi et al. (2007).

Para a variável Chroma (C^*) que define a saturação de cor, foram observadas diferenças significativas. Os tratamentos com aplicação de S-ABA apresentaram os menores valores (9,2 à 9,4), ou seja, menor saturação; enquanto o controle apresentou saturação de 13,7. O S-ABA também reduziu a L^* e C^* da uva ‘Isabel’ (KOYAMA et al., 2014b), ‘Benitaka’ (ROBERTO et al., 2012) e ‘Flame Seedless’ (PEPPI et al., 2006; PEPPI; FIDELIBUS, 2008).

Tabela 3. Luminosidade (L^*), saturação (C^*), matiz (h°) e índice de cor (CIRG) das bagas da uva ‘Rubi’, submetida à aplicação de ácido abscísico (S-ABA). São Miguel Arcanjo-SP, 2014/2015.

Tratamentos (S-ABA mg L ⁻¹)	L^*	C^*	h°	CIRG
Controle (0)	37,0 a	13,7 a	89,3 ab	1,8 b
400 (IM)	30,5 b	9,2 b	56,6 b	3,1 a
400 (IM) + 200 (25 DAPA)	30,5 b	9,3 b	103,8 a	2,9 a
400 (IM) + 400 (25 DAPA)	30,4 b	9,4 b	76,7 ab	3,0 a
CV (%)	7,18	17,9	26,3	25,3
Teste F	10,82**	7,99**	5,19*	6,72**

Médias seguidas de mesma letra na coluna não apresentam diferença significativa entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

*Significativo 5%; **Significativo 1%.

Nota: IM = início da maturação; 25 DAPA = 25 dias após a primeira aplicação.

Em relação à variável matiz (h°), diferenças foram observadas, o maior valor foi observado para o tratamento que se aplicou S-ABA na concentração de 400 mg L⁻¹ no IM + 200 mg L⁻¹ aos 25 DAPA. Por outro lado, Roberto et al. (2012) não observaram diferenças significativas na variável h° para a uva ‘Benitaka’, o mesmo foi observado por Koyama et al. (2014a) para a uva ‘Isabel’. Já em experimento realizado por Roberto et al. (2013) com a uva ‘Rubi’, foram encontradas diferenças na variável h° , porém o S-ABA apresentou valores menores que o controle. Essas diferenças de resultados envolvendo o uso de S-ABA podem ser explicadas pela forma de manejo do vinhedo, cultivar de uva, condições edafoclimáticas, entre outros fatores.

Houve diferença significativa para a variável índice de cor das bagas (CIRG), sendo verificado que o S-ABA, independente da concentração utilizada, resultou nos maiores valores (2,9 à 3,1), diferindo do controle (1,8). Resultados semelhantes foram encontrados na uva ‘Benitaka’ (ROBERTO et al., 2012) e ‘Rubi’ (ROBERTO et al., 2013). O maior índice de cor das bagas é uma ótima variável para avaliar o efeito do S-ABA na cor das uvas, pois mostra que quando a uva ‘Rubi’ chega à sua plena maturidade natural, nesse caso, o controle, não ocorre de fato a uniformidade da cor em toda a superfície das bagas, e por se tratar de uma cultivar de uva fina para mesa, a cor é decisiva para obtenção de melhor preço de comercialização, visto que os consumidores são atraídos pela cor rosada das bagas, pois essas quando verdes passam a impressão de estarem imaturas (ácidas).

Houve efeito significativo para a concentração de antocianinas e compostos fenólicos totais das bagas da uva ‘Rubi’ (Tabela 4). A concentração de antocianinas totais foi influenciada pela aplicação do S-ABA, sendo que os valores variaram de 0,5 à 0,7 mg 100 g⁻¹ de massa fresca (MF) para as bagas tratadas, enquanto que para as não tratadas, a concentração foi de 0,1 mg 100 g⁻¹ de MF (Tabela 4). A aplicação de S-ABA também aumentou a concentração de antocianinas totais nas bagas e no suco da uva ‘Isabel’ (KOYAMA et al., 2014b) e das antocianinas totais da uva ‘Flame Seedless’ (PEPPI; FIDELIBUS, 2008), o mesmo foi verificado para a uva ‘Pionnier’, com a aplicação de ácido abscísico (ABA) (KONDO et al., 1998).

O S-ABA também promoveu efeito significativo para os compostos fenólicos totais das bagas da uva ‘Rubi’ (Tabela 4). Os tratamentos que receberam duas aplicações, independente da concentração, apresentaram os maiores valores (22,18 e 23,10 mg 100 g⁻¹ de MF), diferindo do controle (17,00 mg 100 g⁻¹ de MF) e do tratamento com

apenas uma aplicação ($15,90 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ de MF) (Tabela 4). Os tratamentos que proporcionaram melhor cor aos cachos da uva ‘Rubi’, também apresentaram maiores valores de compostos fenólicos totais, mostrando que quanto mais intensa a cor das bagas, maior o conteúdo de compostos fenólicos, portanto, a uva colorida se torna mais interessante para o consumo, por apresentar característica funcional (Figuras 1 e 2).

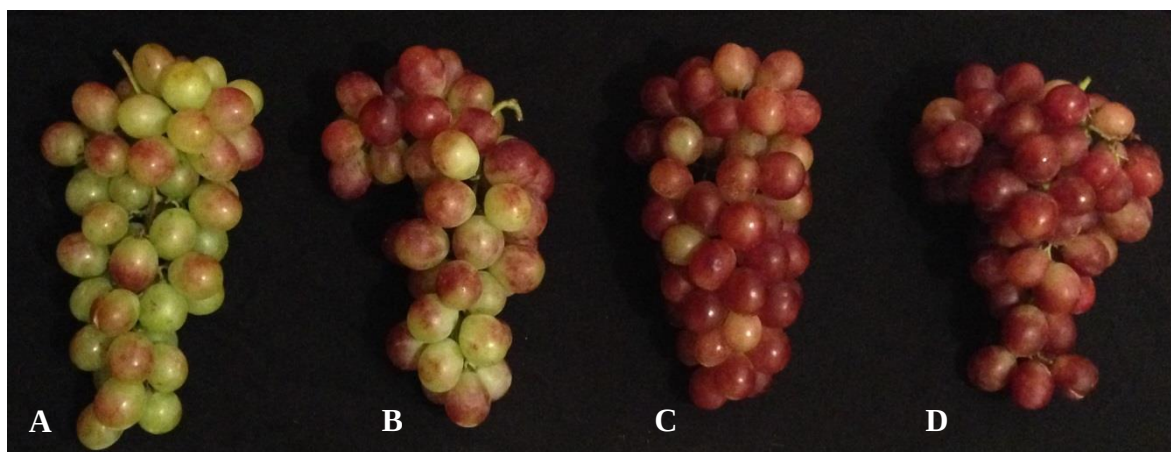


Figura 1. Cachos da uva ‘Rubi’ submetidos à aplicação de ácido abscísico (S-ABA). São Miguel Arcanjo-SP, 2014/2015.

A: Controle (0 mg L^{-1}); B: 400 mg L^{-1} de S-ABA no início da maturação (IM); C: 400 mg L^{-1} no IM + 200 mg L^{-1} aos 25 dias após a primeira aplicação (25 DAPA) e D: 400 mg L^{-1} no IM + 400 mg L^{-1} aos 25 DAPA. Foto: Francisco José Domingues Neto, 2015.



Figura 2. Bagas da uva ‘Rubi’ submetidas à aplicação de ácido abscísico (S-ABA). São Miguel Arcanjo-SP, 2014/2015.

A: Controle (0 mg L^{-1}); B: 400 mg L^{-1} de S-ABA no início da maturação (IM); C: 400 mg L^{-1} no IM + 200 mg L^{-1} aos 25 dias após a primeira aplicação (25 DAPA) e D: 400 mg L^{-1} no IM + 400 mg L^{-1} aos 25 DAPA. Foto: Francisco José Domingues Neto, 2015.

A concentração de compostos fenólicos totais do mosto e do suco da uva ‘Isabel’ não foi influenciada pela aplicação do S-ABA (KOYAMA et al., 2014b). Já o tratamento com ácido abscísico estimulou o acúmulo de antocianinas e compostos fenólicos totais da uva para mesa ‘Alachua’ e para vinho ‘Noble’ (SANDHU et al., 2011).

Tabela 4. Antocianinas e compostos fenólicos totais das bagas da uva ‘Rubi’, submetidas à aplicação de ácido abscísico (S-ABA). São Miguel Arcanjo-SP, 2014/2015.

Tratamentos (S-ABA mg L ⁻¹)	Antocianinas totais (mg 100 g ⁻¹ MF)	Compostos fenólicos totais (mg 100 g ⁻¹ MF)
Controle (0)	0,1 b	17,00 b
400 (IM)	0,6 a	15,90 b
400 (IM) + 200 (25 DAPA)	0,5 a	23,10 a
400 (IM) + 400 (25 DAPA)	0,7 a	22,18 a
CV (%)	35,35	61,53
Teste F	11,65**	2,89*

Médias seguidas de mesma letra na coluna não apresentam diferença significativa entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

*Significativo 5%; **Significativo 1%.

Nota: IM = início da maturação; 25 DAPA = 25 dias após a primeira aplicação.

Em relação às concentrações de pigmentos, como as clorofilas *a* e total e carotenoides, houve efeito significativo dos tratamentos (Tabela 5). As clorofilas são designadas como *a*, *b*, *c* e *d*, sendo a clorofila *a* a mais abundante e importante e corresponde a aproximadamente 75% dos pigmentos verdes encontrados nos vegetais (VOLP et al., 2009), sendo que nesse trabalho verificou-se que a concentração de clorofila *a* do controle não diferiu dos tratamentos com duas aplicações de S-ABA, esses diferiram do tratamento com apenas uma aplicação. A concentração de clorofila *b* não foi influenciada pela aplicação de S-ABA, pois não houve diferenças significativas entre os tratamentos.

Para a clorofila total obteve-se diferenças, em que o controle apresentou a maior concentração (104,22 µg 100 g⁻¹ de MF), não diferindo estatisticamente do tratamento com duas aplicações de S-ABA (400 mg L⁻¹ no IM + 400 mg L⁻¹ aos 25 DAPA) que apresentou concentração de 102,16 µg 100 g⁻¹ de MF. O fato dos tratamentos que envolveram a aplicação de S-ABA terem apresentado concentrações de clorofilas próximas ao controle, é explicado pela realização das análises nas bagas inteiras (casca e

polpa), pois a uva ‘Rubi’ apresenta polpa branca, e esta compõe a maior parte de uma baga.

Tabela 5. Clorofila *a*, *b* e *total* e carotenoides totais das bagas da uva ‘Rubi’, submetida à aplicação de ácido abscísico (S-ABA). São Miguel Arcanjo-SP, 2014/2015.

Tratamentos (S-ABA mg L ⁻¹)	Cl <i>a</i> ¹	Cl <i>b</i> ²	Cl <i>total</i> ³	Car. ⁴
	(µg 100 g ⁻¹ MF)			
Controle (0)	66,12 ab	38,09	104,22 a	73,42 a
400 (IM)	59,04 c	31,67	90,71 b	62,83 b
400 (IM) + 200 (25 DAPA)	62,36 bc	28,92	91,28 b	74,74 a
400 (IM) + 400 (25 DAPA)	72,01 a	30,14	102,16 ab	77,76 a
CV (%)	6,15	19,12	7,94	8,36
DMS	6,64	10,25	12,83	10,04
Teste F	11,66**	2,63 ^{NS}	5,07**	6,95**

Médias seguidas de mesma letra na coluna não apresentam diferença significativa entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

^{NS}: não significativo; **Significativo 1%.

Nota: IM = início da maturação; 25 DAPA = 25 dias após a primeira aplicação.

¹ Cl *a*: Clorofila *a*; ² Cl *b*: Clorofila *b*; ³ Cl *total*: Clorofila *total*; ⁴ Car: Carotenoides totais

Os tratamentos com duas aplicações de S-ABA apresentaram as maiores concentrações de carotenoides totais (74,74 e 77,76 µg 100 g⁻¹ de MF), diferindo do tratamento com apenas uma aplicação, o qual apresentou concentração de 62,83 µg 100 g⁻¹ de MF, porém, não diferiram do controle (73,42 µg 100 g⁻¹ de MF) (Tabela 6). São escassos na literatura estudos que quantificam as concentrações de clorofilas e carotenoides nas bagas de uvas, principalmente às submetidas à aplicação de ácido abscísico.

Para os flavonoides totais das bagas, os tratamentos que receberam duas aplicações de S-ABA, independente da concentração, apresentaram os maiores valores (0,98 e 1,16 mg 100 g⁻¹ de MF), porém, apenas o tratamento 400 mg L⁻¹ no IM + 400 mg L⁻¹ aos 25 DAPA diferiu do controle (0,84 mg 100 g⁻¹ de MF) (Tabela 6). As variações nos níveis de flavonoides podem ser atribuídas a fatores genéticos, climáticos, manejo do vinhedo, grau de maturação, entre outros (ROCKENBACH et al., 2011). Sabendo que todos os tratamentos receberam o mesmo manejo e as mesmas condições, o

que elevou a concentração de flavonoides foi o grau de maturação das uvas, evidenciado pela cor mais intensa das bagas, proporcionada pela aplicação do S-ABA.

A concentração de flavonoides aumentou proporcionalmente com o aumento da concentração de S-ABA, inicialmente o teor foi de 0,84 mg 100 g⁻¹ de MF (controle) e com duas aplicações de 400 mg L⁻¹ de S-ABA chegou a 1,16 mg 100 g⁻¹ de MF.

Tabela 6. Flavonoides totais e atividade antioxidante (DPPH) das bagas da uva ‘Rubi’, submetida à aplicação de ácido abscísico (S-ABA). São Miguel Arcanjo-SP, 2014/2015.

Tratamentos (S-ABA mg L ⁻¹)	Flavonoides ^a	DPPH ^b
Controle (0)	0,84 b	341,35
400 (IM)	0,89 b	322,96
400 (IM) + 200 (25 DAPA)	0,98 ab	341,16
400 (IM) + 400 (25 DAPA)	1,16 a	346,96
CV (%)	12,06	7,62
DMS	0,19	42,86
Teste F	8,46**	0,98 ^{NS}

Médias seguidas de mesma letra na coluna não apresentam diferença significativa entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

^{NS}: não significativo; **Significativo 1%.

Nota: IM = início da maturação; 25 DAPA = 25 dias após a primeira aplicação.

^a Expresso em mg equivalente de quercetina 100 g⁻¹ de amostra fresca.

^b Expresso em µg equivalente de Trolox g⁻¹ de amostra fresca.

Para a atividade antioxidante não houve diferença significativa em função da aplicação de S-ABA, sendo os valores obtidos de 341,35; 322,96; 341,16 e 346,96 µg Trolox g⁻¹ de amostra fresca, respectivamente, para o controle; 400 mg L⁻¹ de S-ABA no IM; 400 mg L⁻¹ no IM + 200 mg L⁻¹ aos 25 DAPA e 400 mg L⁻¹ no IM + 400 mg L⁻¹ aos 25 DAPA.

Sandhu et al. (2011) estudaram os efeitos da aplicação de 300 mg L⁻¹ de ABA nas uvas ‘Alachua’ (mesa) e ‘Noble’ (vinho). Os autores realizaram duas amostragens, sendo a primeira aos 13 e 8 dias após a primeira aplicação, para ‘Alachua’ e ‘Noble’, respectivamente, e a segunda aos 8 e 10 dias após a segunda aplicação para ‘Alachua’ e ‘Noble’, respectivamente. Eles verificaram que o ácido abscísico promoveu

aumento da capacidade antioxidante da uva ‘Noble’ na primeira e na segunda aplicação, enquanto que para a uva ‘Alachua’ não foram constatadas diferenças significativas entre os tratamentos no mesmo dia de avaliação. Quando comparada a primeira e a segunda aplicação para essa variedade, observaram-se diferenças e os valores obtidos na segunda aplicação foram maiores que na primeira.

Devido à diversos métodos analíticos utilizados para determinação da atividade antioxidante em uvas (ABTS, DPPH, FRAP, ORAC, entre outros) ou pelas unidades de referências utilizadas e até mesmo por conta do material analisado (casca, polpa, sementes ou bagas completas) diversos trabalhos na literatura têm relatado a dificuldade de obter dados similares para essa variável, tornando-se difícil a comparação entre os dados obtidos (LAGO-VANZELA et al., 2011; GONZÁLEZ-CAETANO et al., 2013).

Analisando-se a correlação, verifica-se que os teores de sólidos solúveis (SS) apresentaram correlação moderada positiva com o pH ($r = 0,554$), açúcares redutores (AR) ($r = 0,633$), antocianinas ($r = 0,526$) e flavonóides ($r = 0,580$) e moderada negativa com a luminosidade (L^*) ($r = -0,460$) e forte positiva com a relação sólidos solúveis/acidez (SS/AT), pois o valor de r foi de 0,784 (Tabela 7). O pH também apresentou correlação moderada positiva com SS/AT, AR e antocianinas e moderada negativa com a L^* . A acidez titulável (AT) apresentou correlação apenas com SS/AT, sendo considerada forte negativa, comportamento parecido foi observado nas relações dos açúcares redutores, porém esse, além da correlação com SS/AT, correlacionou-se com SS e pH, sendo moderada positiva em ambas correlações.

Tabela 7. Correlação entre sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (AT), relação sólidos solúveis/acidez (SS/AT), açúcares redutores (AR), antocianinas (Ant), compostos fenólicos (CF), luminosidade (L^*), saturação (C^*), matiz (h°), índice de cor (CIRG), flavonoides (Flav), atividade antioxidante (DPPH), clorofila *a* (Cl *a*) e clorofila *b* (Cl *b*) da uva ‘Rubi’, submetida à aplicação de ácido abscísico (S-ABA). São Miguel Arcanjo-SP, 2014/2015.

	pH	AT	SS/AT	AR	Ant	CF	L^*	C^*	h°	CIRG	Flav	DPPH	Cl <i>a</i>	Cl <i>b</i>	Car
SS	0,554 ^{**}	-0,361 ^{ns}	0,784 ^{**}	0,633 ^{**}	0,526 ^{**}	-0,020 ^{ns}	-0,460 [*]	-0,030 ^{ns}	-0,272 ^{ns}	0,302 ^{ns}	0,580 ^{**}	0,035 ^{ns}	0,122 ^{ns}	0,128 ^{ns}	0,164 ^{ns}
pH		-0,243 ^{ns}	0,554 ^{**}	0,616 ^{**}	0,463 [*]	0,094 ^{ns}	-0,423 [*]	-0,248 ^{ns}	0,011 ^{ns}	0,110 ^{ns}	0,240 ^{ns}	-0,007 ^{ns}	0,258 ^{ns}	0,132 ^{ns}	0,202 ^{ns}
AT			-0,826 ^{**}	-0,367 ^{ns}	-0,367 ^{ns}	0,331 ^{ns}	0,288 ^{ns}	0,235 ^{ns}	-0,077 ^{ns}	-0,043 ^{ns}	-0,285 ^{ns}	0,190 ^{ns}	-0,007 ^{ns}	0,261 ^{ns}	0,002 ^{ns}
SS/AT				0,561 ^{**}	0,545 ^{**}	-0,205 ^{ns}	-0,480 [*]	-0,252 ^{ns}	-0,037 ^{ns}	0,158 ^{ns}	0,483 [*]	-0,016 ^{ns}	0,089 ^{ns}	-0,115 ^{ns}	0,064 ^{ns}
AR					0,340 ^{ns}	0,125 ^{ns}	-0,208 ^{ns}	0,020 ^{ns}	-0,262 ^{ns}	0,264 ^{ns}	0,177 ^{ns}	-0,305 ^{ns}	0,175 ^{ns}	0,270 ^{ns}	0,067 ^{ns}
Ant						0,008 ^{ns}	-0,874 ^{**}	-0,266 ^{ns}	-0,472 [*]	0,611 ^{**}	0,650 ^{**}	-0,086 ^{ns}	0,252 ^{ns}	-0,213 ^{ns}	0,066 ^{ns}
CF							-0,034 ^{ns}	-0,290 ^{ns}	0,032 ^{ns}	-0,003 ^{ns}	-0,143 ^{ns}	-0,077 ^{ns}	-0,331 ^{ns}	-0,001 ^{ns}	-0,069 ^{ns}
L^*								0,464 [*]	0,551 ^{**}	-0,732 ^{**}	-0,513 [*]	-0,167 ^{ns}	-0,082 ^{ns}	0,201 ^{ns}	0,015 ^{ns}
C^*									-0,029 ^{ns}	-0,222 ^{ns}	0,226 ^{ns}	0,088 ^{ns}	0,402 [*]	0,542 ^{**}	0,418 [*]
h°										-0,955 ^{**}	-0,268 ^{ns}	0,024 ^{ns}	0,055 ^{ns}	-0,253 ^{ns}	0,167 ^{ns}
CIRG											0,262 ^{ns}	-0,030 ^{ns}	-0,106 ^{ns}	0,105 ^{ns}	-0,241 ^{ns}
Flav												0,100 ^{ns}	0,339 ^{ns}	-0,092 ^{ns}	0,521 ^{**}
DPPH													0,278 ^{ns}	0,215 ^{ns}	0,217 ^{ns}
Cl <i>a</i>														0,162 ^{ns}	0,561 ^{**}
Cl <i>b</i>															0,169 ^{ns}

ns = não significativo; ** e * significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste t

As antocianinas apresentaram correlação moderada positiva com SS, pH, SS/AT, índice de cor (CIRG) e flavonóides; correlação moderada negativa com h° e forte negativa com L^* . Pelo fato das antocianinas terem apresentado correlação com os atributos de cor, pode-se inferir que as uvas coloridas apresentam maiores concentrações de antocianinas e apresentam sabor agradável (evidenciado pela correlação com SS e SS/AT).

Observou-se também correlação moderada positiva da L^* com a saturação (C^*) ($r= 0,464$) e com h° ($r= 0,551$), forte negativa com o CIRG ($r= -0,732$) e moderada negativa com os flavonóides ($r= -0,513$).

Verificou-se correlação moderada positiva entre C^* com as clorofilas a e b (Cl a e b) e com os carotenoides. Os carotenoides também apresentaram correlação moderada positiva com Cl a e flavonoides.

A atividade antioxidante (DPPH) e os compostos fenólicos não apresentaram correlação significativa com nenhuma das demais variáveis.

A utilização do S-ABA exerceu efeito sobre a melhoria no acúmulo de antocianinas totais das bagas da uva ‘Rubi’, principalmente quando aplicado duas vezes. Além disso, os tratamentos com a aplicação de S-ABA propiciaram redução na AT do mosto e aumento no teor de SS e, conseqüentemente na relação SS/AT. Esses tratamentos também elevaram as concentrações dos compostos fenólicos e flavonoides totais das bagas. Desse modo, o uso do S-ABA é uma alternativa promissora que implica no incremento do valor comercial da uva para mesa, ocasionado pela maior aceitabilidade por parte dos consumidores, visto que esses são atraídos pela aparência da cor rosada das bagas da uva ‘Rubi’.

3.4 CONCLUSÕES

A aplicação de S-ABA promove pouco efeito sobre as características físicas dos cachos, bagas e engão da uva ‘Rubi’, no entanto, melhora significativamente os atributos químicos do mosto, reduzindo a acidez e aumentando o teor de sólidos solúveis e relação sólidos solúveis/acidez.

O S-ABA melhora consideravelmente a cor das bagas da uva ‘Rubi’ e proporciona incremento significativo no acúmulo de antocianinas, compostos fenólicos e flavonoides totais.

De forma geral, duas aplicações de S-ABA devem ser consideradas, principalmente a 400 mg L⁻¹ de S-ABA no IM + 200 mg L⁻¹ aos 25 DAPA, visando a redução de gastos com a segunda aplicação.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

BRAND-WILLIAMS, W. et al. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft Und-Technologie**, London, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

BUCIC-KOJIC, A. et al. Study of solid-liquid extraction kinetics of total polyphenols from grapes seeds. **Journal of Food Engineering**, Davis, v. 81, n. 1, p. 236-242, 2007.

BURIN, V. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant activity of *Vitis vinifera* and *Vitis labrusca* grapes: evaluation of different extraction methods. **Microchemical Journal**, New York, v. 114, p. 155-163, 2014.

CANTÍN, C. M. A. et al. Application of abscisic acid (ABA) at veraison advanced red color development and maintained postharvest quality of 'Crimson Seedless' grapes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 46, n. 3, p. 237-241, 2007.

CAO, M. et al. Effect of abscisic acid on the color and fruit quality of Kyoho grape. **Guangdong Agricultural Sciences**, Guiyang, v. 2, n. 39, p. 111-113, 2010.

CARREÑO, J.; MARTINEZ, A. Proposal of an index for the objective evaluation of the color of red table grape. **Food Research Internacional**, Barking, v. 28, p. 373-377, 1995.

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

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GARDIN, J. P. P. et al. Ácido abscísico e etefom: influência sobre a maturação e qualidade das uvas 'Cabernet Sauvignon'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 321-327, 2012.

GONZÁLEZ-CAETANO, M. R. et al. Characterization of Polyphenols and Antioxidant Potential of White Grape Pomace Byproducts (*Vitis vinifera* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 61, p. 11579-11587, 2013.

HIRATSUKA, S. et al. ABA and sugar effects on anthocyanin formation in grape berry cultured in vitro. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 90, n. 1-2, p. 121-130, 2001.

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

KONDO, S. et al. Relation between ABA application and fruit quality of ‘Pionnier’ grape (*Vitis* sp.). **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 464, n. 130, p. 35-40, 1998.

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

KOYAMA, R. et al. Exogenous abscisic acid increases the anthocyanin concentration of berry and juice from ‘Isabel’ grapes (*Vitis labrusca* L.). **HortScience**, Alexandria, v. 49, n. 4, p. 460-464, 2014a.

KOYAMA, R. et al. Épocas de aplicação e concentrações de ácido abscísico no incremento da cor da uva ‘Isabel’. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 1697-1706, jul./ago. 2014b.

LACAMPAGNE, S. et al. Involvement of Absciscic Acid in Controlling the Proanthocyanidin Biosynthesis Pathway in Grape Skin: New Elements Regarding the Regulation of Tannin Composition and Leucoanthocyanidin Reductase (LAR) and Anthocyanidin Reductase (ANR) Activities and Expression. **Journal Plant Growth Regulation**, New York, v. 28, p. 81-90, 2010.

LAGO-VANZELA, E. S. et al. Phenolic composition of the edible parts (flesh and skin) of Bordô Grape (*Vitis labrusca*) using HPLC–DAD–ESI-MS/MS. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 59, p. 13136-13146, 2011.

LANCASTER, J. E. et al. Influence of pigment composition on skin color in a wide range of fruits and vegetables. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.122, p.594-598, 1997.

LEE, D. H.; FRANCIS, F. J. Standardization of pigment analyses in cranberries. **HortScience**, Alexandria, v. 7, n 1, p. 83-84, 1972.

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

MACGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, Alexandria, v. 27, p.1254-1255, 1992.

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.

PEPPI, M. C. et al. Absciscic acid application timing and concentration affect firmness, pigmentation, and color of 'Flame Seedless' grapes. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, 41, p. 1440-1445, 2006.

PEPPI, M. C. et al. Application timing and concentration of absciscic acid affect the quality of 'Red Globe' grapes. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Ashford, v. 82, n. 2, p. 304-310, 2007.

PEPPI, M. C.; FIDELIBUS, M. W. Effects of forchlorfenuron and absciscic acid on the quality of 'Flame Seedless' grapes. **HortScience**, Alexandria, v. 43, p. 173-176, 2008.

POPOVA, M. et al. Validated methods for the quantification of biologically active constituents of poplar-type propolis. **Phytochemical Analysis**, West Sussex, v. 15, p. 235-240, 2004.

ROBERTO, S. R. et al. Ethephon use and application timing of absciscic acid for improving color of 'Rubi' table grape. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 7, p. 797-800, 2013.

ROBERTO, S. R. et al. Application timing and concentration of absciscic acid improve color of 'Benitaka' table grape. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 142, p. 44-48, 2012.

ROCKENBACH, I. I. et al. Phenolic compounds and antioxidant activity of seed and skin extracts of red grape (*Vitis vinifera* and *Vitis labrusca*) pomace from Brazilian winemaking. **Food Research International**, Barking, v. 44, p. 897-901, 2011.

ROSSETTO, M. R. M. et al. Antioxidant substances and pesticide in parts of beet organic and conventional manure. **African Journal of Plant Science**, Lagos, v. 3, p. 245-253, 2009.

SANDHU, A. K. et al. Effects of exogenous absciscic acid on antioxidant capacities, anthocyanins and flavonol contents of muscadine grape (*Vitis rotundifolia*) skins. **Food Chemistry**, London, v. 126, p. 982-988, 2011.

SILVA, L. C. et al. Níveis de produção em vinhedos de altitude da cv. Malbec e seus efeitos sobre os compostos fenólicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 675-680, 2008.

SIMS, D. A.; GAMON, J. A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 81, p. 337-354, 2002.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional ASSISTAT para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SOZIM, M. **Efeito da aplicação de um análogo de brassinosteróide sobre a maturação da uva ‘Niagara Rosada’**. 2011. 50 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura)-Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2011.

TEIXEIRA, L. N. et al. Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 4, p. 297-304, 2008.

TERRA, M. M. et al. (Coord.). **Tecnologia para produção de uva Itália na região noroeste do estado de São Paulo**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1998. 81 p. (Documento Técnico, 97).

UVA: produção brasileira. **Agrianual 2015: Anuário da Agricultura Brasileira**, São Paulo, p. 464, 2015.

VOLP, A. C. P. et al. Pigmentos naturais bioativos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 20, n. 1, p. 157-166, 2009.

ZENEBON, O. et al. 2008. **Physical and chemical methods for food analysis**. 4th ed. [Internet]. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. Disponível em: <http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial_2008.pdf>.

4. Capítulo II - APLICAÇÃO DE ÁCIDO ABSCÍSICO NA UVA ‘RUBI’ E SEU EFEITO NA PERDA DE MASSA, DEGRANA E PODRIDÃO

RESUMO

A perda de massa, a incidência de degrana e o desenvolvimento de fungos causadores de podridões são indesejáveis para as uvas frescas, pois estas mudanças na qualidade dos cachos podem acarretar em outras implicações na sua conservação pós-colheita. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de S-ABA na uva ‘Rubi’ sob a perda de massa, degrana, podridão e período de conservação. Os cachos de uva utilizados no experimento foram provenientes de um vinhedo comercial localizado no município de São Miguel Arcanjo, SP situado a 23° 31’ S, 47° 35’ O e altitude de aproximadamente 660 metros. A uva utilizada foi da cultivar ‘Rubi’, enxertada no porta-enxerto 420-A, plantada no espaçamento de 4x2 m e no sexto ano de produção. Os tratamentos foram obtidos a partir das concentrações do isômero (S)-cis-ácido abscísico (S-ABA), sendo: Controle (0 mg L⁻¹); 400 mg L⁻¹ de S-ABA no início da maturação (IM); 400 mg L⁻¹ no IM + 200 mg L⁻¹ aos 25 dias após a primeira aplicação (25 DAPA) e 400 mg L⁻¹ no IM + 400 mg L⁻¹ aos 25 DAPA. O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado com parcelas subdivididas e seis repetições, sendo as parcelas representadas pelas concentrações de S-ABA e as subparcelas pelos dias de avaliação (com início no dia da colheita, estendendo-se aos 20 dias após a colheita). Os cachos foram acondicionados em bandejas de isopor e armazenados em temperatura ambiente (25±5 °C e 50 à 85% UR),

sendo avaliados diariamente. Mediante a pesagem dos cachos foi determinada a perda de massa. A degrana e podridão foram determinadas pela pesagem das bagas podres e degranadas nos dias de avaliação, e no final das avaliações, foi determinado o período de conservação da uva. O S-ABA influenciou significativamente nas características avaliadas, com exceção ao período de conservação. Uma aplicação de S-ABA reduziu a degrana e a podridão das bagas, enquanto que duas aplicações (400 mg L^{-1} no IM + 400 mg L^{-1} aos 25 DAPA) reduziram a perda de massa.

4.1 INTRODUÇÃO

As uvas coloridas para mesa cultivadas em regiões de clima quente não ficam com a cor desejável, isso se dá pelas altas temperaturas que inibem o acúmulo de antocianinas e impedem o desenvolvimento adequado da cor de algumas uvas coloridas (PEPPI et al., 2006). Práticas culturais nos vinhedos, incluindo o uso de reguladores vegetais, podem suprimir a falta de cor das bagas. Durante várias décadas, os produtores de uva para mesa faziam uso de ethephon aplicado com 10 a 20% das bagas coloridas (SZYJEWICZ et al., 1984; GREYLING, 2007), mas os resultados, em muitas vezes eram insatisfatórios e, recentemente, a União Europeia tem expressado a preocupação sobre os resíduos de ethephon em uvas e outras frutas. Além disso, aplicações excessivas ou tardias de ethephon, podem resultar em frutos com uma curta vida de prateleira (GREYLING, 2007). Assim, há necessidade de produtos alternativos para uso em uvas, sendo assim, surgiram recentemente pesquisas com o uso de ácido abscísico para incrementar a cor das bagas, pois este está relacionado ao acúmulo de antocianinas, pigmentos que conferem cor aos frutos, flores e legumes (RIBICHAUD; NOBLE, 1990).

Apesar de alguns estudos evidenciarem que o ácido abscísico promove o aumento da concentração de antocianinas nas cascas de uvas (HAN et al., 1996; KATAOKA et al., 1982; LEE; TOMANA, 1980; MATSUSHIMA et al., 1989) e melhoram as características de cor (KOYAMA et al., 2014; ROBERTO et al., 2012), são escassos na literatura dados relacionados ao armazenamento pós-colheita de uvas tratadas com esse regulador vegetal, sendo portanto, necessários estudos para avaliar as características pós-colheita de uvas tratadas.

As uvas para mesa tendem a deteriorar-se durante o armazenamento pós-colheita, limitando sua vida de prateleira (CRISOTO; MITCHELL, 2000). A perda da qualidade dos cachos de uvas é expressa em termos pela perda de água,

senescência ou necrose do engaço, estilhaçamento e amolecimento da baga, alterações de cor e desenvolvimento de fungos (podridões) (CARVAJAL-MILLAN et al., 2001; CRISOSTO et al., 2002). A gravidade destas alterações na qualidade varia de acordo com a cultivar, práticas culturais adotadas no vinhedo e na instalação de armazenamento pós-colheita (CARVAJAL-MILLAN et al., 2001; CRISOSTO et al., 2002). Assim, a qualidade pós-colheita de uvas tratadas com ácido abscísico devem ser consideradas.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de S-ABA na perda de massa, degrana, podridão e período de conservação da uva ‘Rubi’.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Caracterização do vinhedo e cultivar

A uva utilizada no experimento foi proveniente de um vinhedo comercial localizado no município de São Miguel Arcanjo - SP, com altitude de aproximadamente 660 metros, 23° 31’ S, 47° 35’ O. A temperatura média anual é de 20,4°C e precipitação média de 1396 mm por ano. Foi utilizada a cultivar de uva ‘Rubi’, enxertada no porta-enxerto 420-A, plantada no espaçamento de 4x2 m e no sexto ano de produção. O vinhedo estava conduzido no sistema de pérgola com tela anti-granizo de polietileno (18% de sombreamento). Foi realizada a poda longa (6 gemas) em agosto de 2014 e posteriormente aplicado cianamida hidrogenada a 2%, visando a uniformidade de brotação das gemas.

4.2.2 Delineamento experimental e tratamentos

Os tratamentos foram obtidos a partir das concentrações do isômero (S)-cis-ácido abscísico (S-ABA) (100 g L⁻¹ de ingrediente ativo), sendo: Controle (0 mg L⁻¹); 400 mg L⁻¹ de S-ABA no início da maturação (IM); 400 mg L⁻¹ no IM + 200 mg L⁻¹ aos 25 dias após a primeira aplicação (25 DAPA) e 400 mg L⁻¹ no IM + 400 mg L⁻¹ aos 25 DAPA. O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado com parcelas subdivididas e seis repetições, sendo as parcelas representadas pelas concentrações de S-ABA e as subparcelas pelos dias de avaliação. As avaliações foram realizadas diariamente a partir da colheita, se estendo aos 20 dias após a colheita. Cada repetição foi constituída por um cacho.

Os dados diários da temperatura mínima, média e máxima e de umidade relativa do local de armazenamento dos cachos se encontram nas figuras 3 e 4.

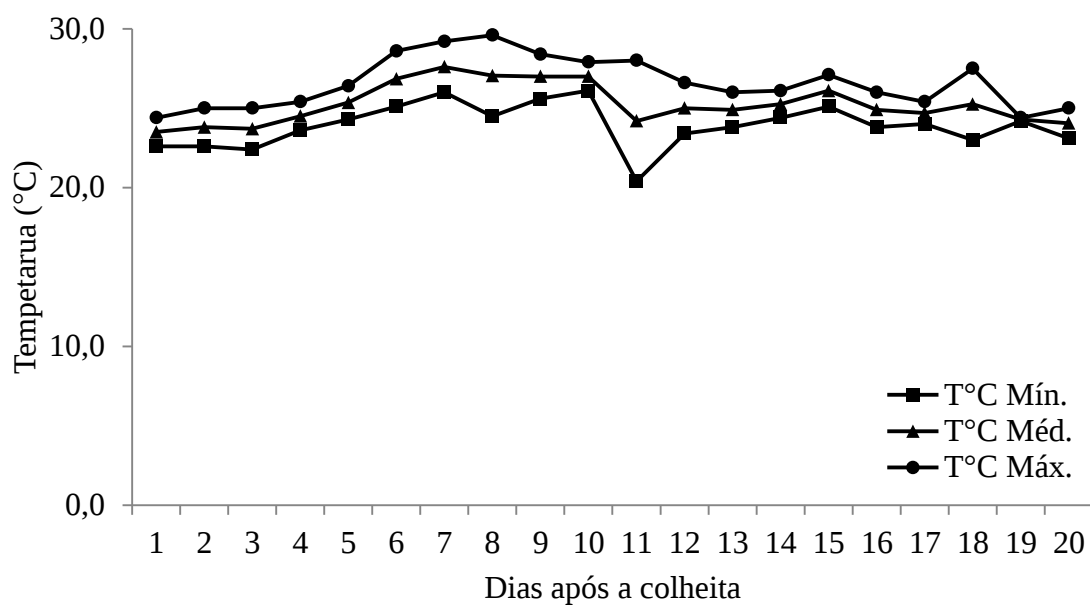


Figura 3. Dados diários da temperatura mínima, média e máxima do local de armazenamento dos cachos da uva 'Rubi'. São Miguel Arcanjo-SP, 2015.

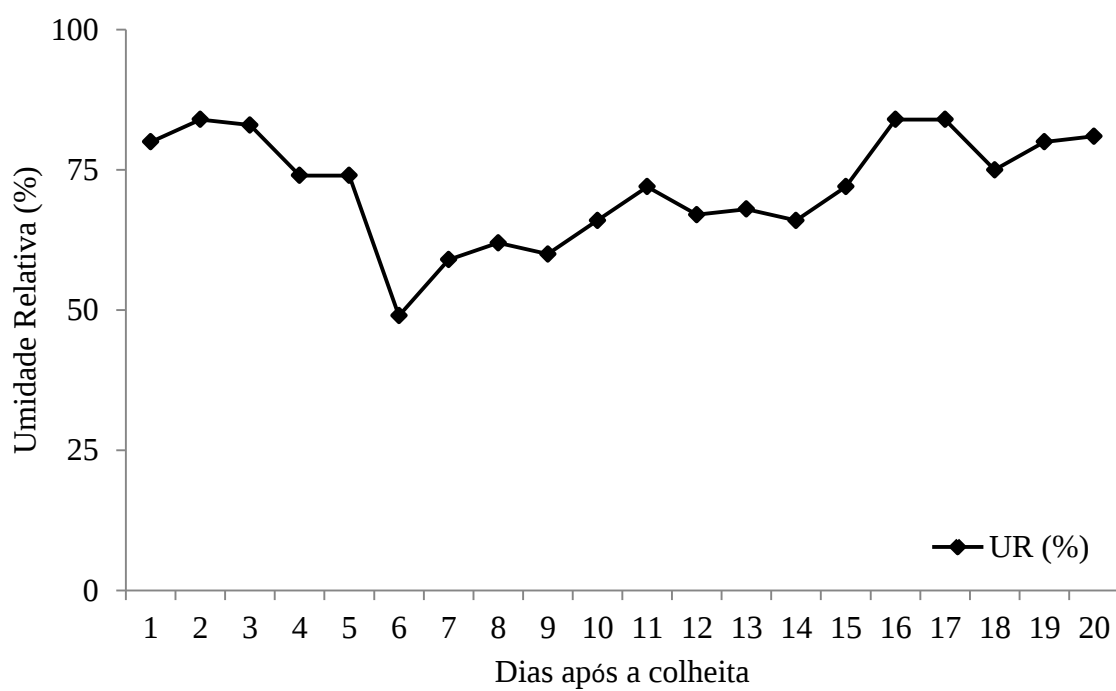


Figura 4. Dados diários da umidade relativa do local de armazenamento dos cachos da uva 'Rubi'. São Miguel Arcanjo-SP, 2015.

4.2.3 Variáveis avaliadas

4.2.3.1 Perda de massa

Para determinar a perda de massa os cachos foram acondicionados em bandejas de isopor e armazenados sob condições ambiente (25 ± 5 °C e 50 à 85% UR), por treze dias, realizando-se a pesagem diariamente em balança semi-analítica com precisão de 0,1 g. Os resultados foram expressos em porcentagem de perda de massa, utilizando-se a fórmula:

$$\% \text{ perda de massa} = 100 - (MA \times 100/MI)$$

Em que: MI = massa inicial (dia da colheita) e MA = massa no dia de avaliação.

A massa de referência foi obtida no início das avaliações (dia da colheita), ou seja, a massa do primeiro dia de avaliação.

4.2.3.2 Degrana e Podridão

Para determinar a degrana e podridão os cachos foram acondicionados em bandejas de isopor e armazenados sob condições ambiente (25 ± 5 °C e 50 à 85% UR), por vinte dias.

Para a determinação da degrana, os cachos foram levemente agitados, manualmente, por duas vezes, e as bagas degranadas foram pesadas. A degrana foi determinada pela diferença de massa obtida pela pesagem dos cachos no dia da colheita e das bagas degranadas nos dias de avaliação, sendo os resultados expressos em porcentagem, através da fórmula:

$$\% \text{ degrana} = 100 - (MB \times 100/MIC)$$

Em que: MIC = massa inicial do cacho (dia da colheita) e MB = massa das bagas no dia de avaliação.

A podridão foi determinada pela diferença de massa obtida pela pesagem dos cachos no dia da colheita e das bagas podres nos dias de avaliação, os resultados foram expressos em porcentagem, através da fórmula:

$$\% \text{ podridão} = 100 - (MB \times 100/MIC)$$

Em que: MIC = massa inicial do cacho (dia da colheita) e MB = massa das bagas no dia de avaliação.

Para ambas as pesagens foi utilizada uma balança semi-analítica com precisão de 0,1 g.

4.2.3.3 Período de conservação

O período de conservação foi determinado através da análise diária dos cachos armazenados em temperatura ambiente (25 ± 5 °C e 50 à 85% UR), sendo descartados os que apresentavam acima de 50% do cacho com podridão ou murchos.

4.2.3.4 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F) e análise de regressão polinomial para expressar o comportamento das variáveis em função dos dias após a colheita, utilizando-se o programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2011).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo de regressão linear foi significativo para expressar a perda de massa (PM) da uva ‘Rubi’ em relação às concentrações de S-ABA e os dias após a colheita (Figura 5). Notou-se que a menor PM ao longo do armazenamento foi encontrada com a aplicação de 400 mg L^{-1} de S-ABA no IM + 400 mg L^{-1} aos 25 DAPA, evidenciada pelo menor valor do coeficiente angular da equação (1,17), seguida do controle (1,31); 400 mg L^{-1} no IM (1,34) e 400 mg L^{-1} no IM + 200 mg L^{-1} aos 25 DAPA (1,52). Pelos resultados obtidos no tratamento com 400 mg L^{-1} no IM + 400 mg L^{-1} aos 25 DAPA, a cada dia de armazenamento houve aumento de 1,17% na porcentagem de PM, enquanto que, no tratamento controle, houve aumento de 1,31% na porcentagem de PM a cada dia de armazenamento.

A perda de massa é um dos fatores limitantes à vida útil dos produtos hortícolas, estando relacionada à perda de água, causa principal da deterioração, que além de resultar em perdas quantitativas, prejudicam a aparência, como o murchamento e enrugamento das bagas, a textura e a qualidade nutricional (CARVALHO, 2000; VILAS BOAS, 2000).

É importante realizar a análise de perda de massa em uvas para mesa, como a ‘Rubi’, pois geralmente essas uvas não chegam ao seu destino de comercialização no mesmo dia da colheita, e como são comercializadas por peso, quanto menor for a PM ao longo do armazenamento, melhor.

Para a uva ‘Crimson Seedless’, a menor perda de massa ocorreu em cachos que tiveram a irrigação interrompida durante a maturação e tratados com 0,04 g 100

g^{-1} de ABA divididos em duas aplicações equivalentes (sendo a primeira no amolecimento da baga e a segunda 15 dias antes da colheita) (SILVA et al., 2011).

Também houve interação significativa entre as concentrações de S-ABA e os dias após a colheita para a degrana e podridão (Figuras 6 e 7).

Houve aumento linear na porcentagem de degrana com o passar dos dias após a colheita, esse aumento foi mais evidente para o controle, que apresentou valores de coeficiente angular da equação de 0,55, ou seja, a cada dia 0,55% das bagas eram degranadas (Figura 6 A). O menor valor desse coeficiente angular (0,27) foi encontrado no tratamento com apenas uma aplicação de S-ABA (400 mg L^{-1} no IM) (Figura 6 B). Os tratamentos com duas aplicações, independente da concentração apresentaram valores de coeficiente angular iguais (0,44) (Figuras 6 C e D).

Houve aumento linear na porcentagem de podridão para o controle; 400 mg L^{-1} de S-ABA no IM e 400 mg L^{-1} no IM + 400 mg L^{-1} aos 25 DAPA (Figuras 7 A, B e D); para o tratamento 400 mg L^{-1} no IM + 200 mg L^{-1} aos 25 DAPA foi observado redução linear (Figura 7 C). O valor do coeficiente angular de 0,0227 para o controle evidencia a maior porcentagem de podridão ao longo do armazenamento, quando comparado aos tratamentos com 400 mg L^{-1} no IM (0,008) e 400 mg L^{-1} no IM + 400 mg L^{-1} aos 25 DAPA (0,0198) (Figuras 7).

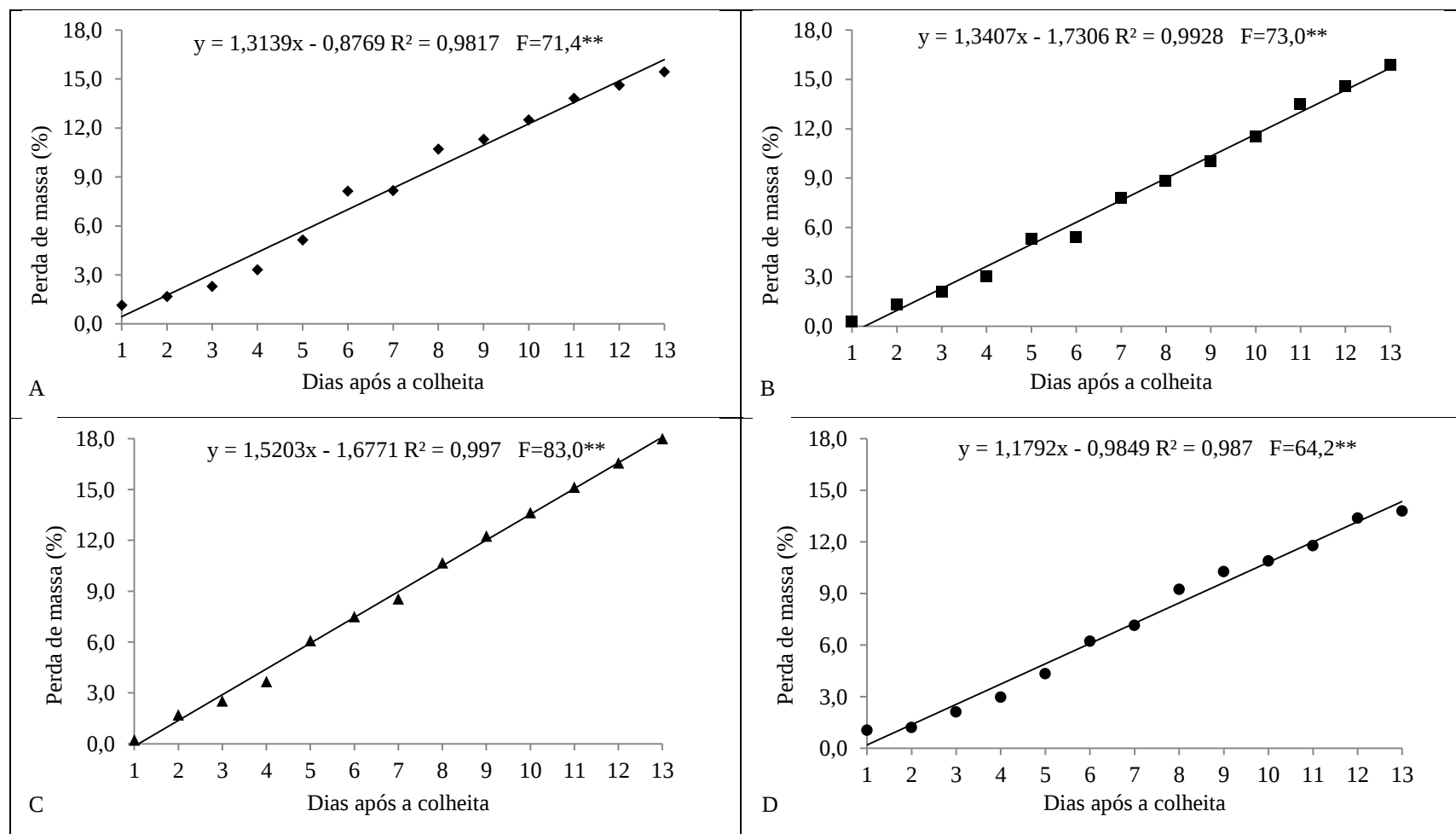


Figura 5. Perda de massa (%) de cachos da uva ‘Rubi’, submetidos à aplicação de ácido abscísico (S-ABA), durante o armazenamento pós-colheita. São Miguel Arcanjo-SP, 2014/2015.

A: Controle (0 mg L⁻¹); B: 400 mg L⁻¹ de S-ABA no início da maturação (IM); C: 400 mg L⁻¹ no IM + 200 mg L⁻¹ aos 25 dias após a primeira aplicação (25 DAPA) e D: 400 mg L⁻¹ no IM + 400 mg L⁻¹ aos 25 DAPA.

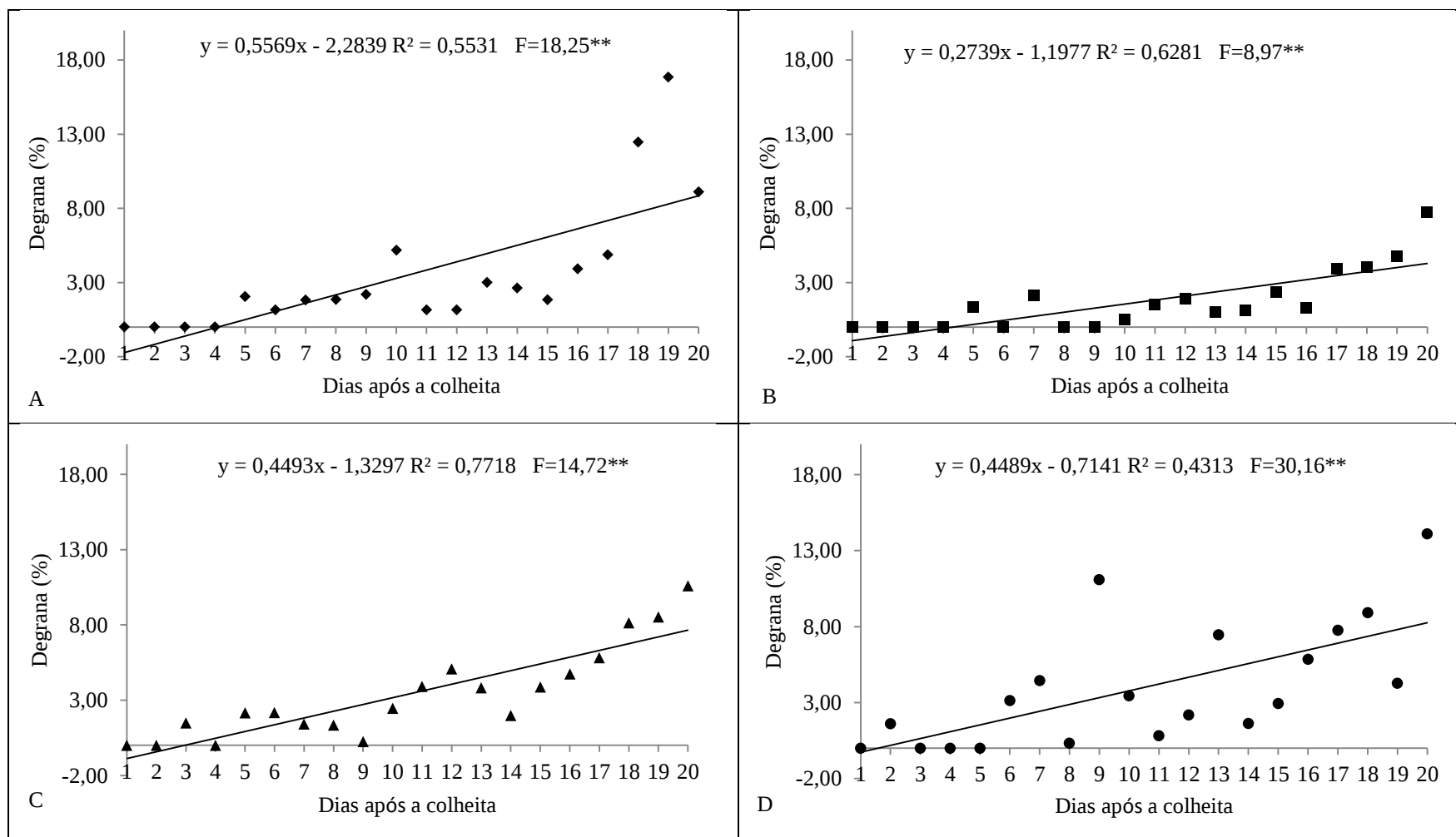


Figura 6. Degrana (%) de bagas da uva ‘Rubi’, submetida à aplicação de ácido abscísico (S-ABA), durante o armazenamento pós-colheita. São Miguel Arcanjo-SP, 2014/2015.

A: Controle (0 mg L⁻¹); B: 400 mg L⁻¹ de S-ABA no início da maturação (IM); C: 400 mg L⁻¹ no IM + 200 mg L⁻¹ aos 25 dias após a primeira aplicação (25 DAPA) e D: 400 mg L⁻¹ no IM + 400 mg L⁻¹ aos 25 DAPA.

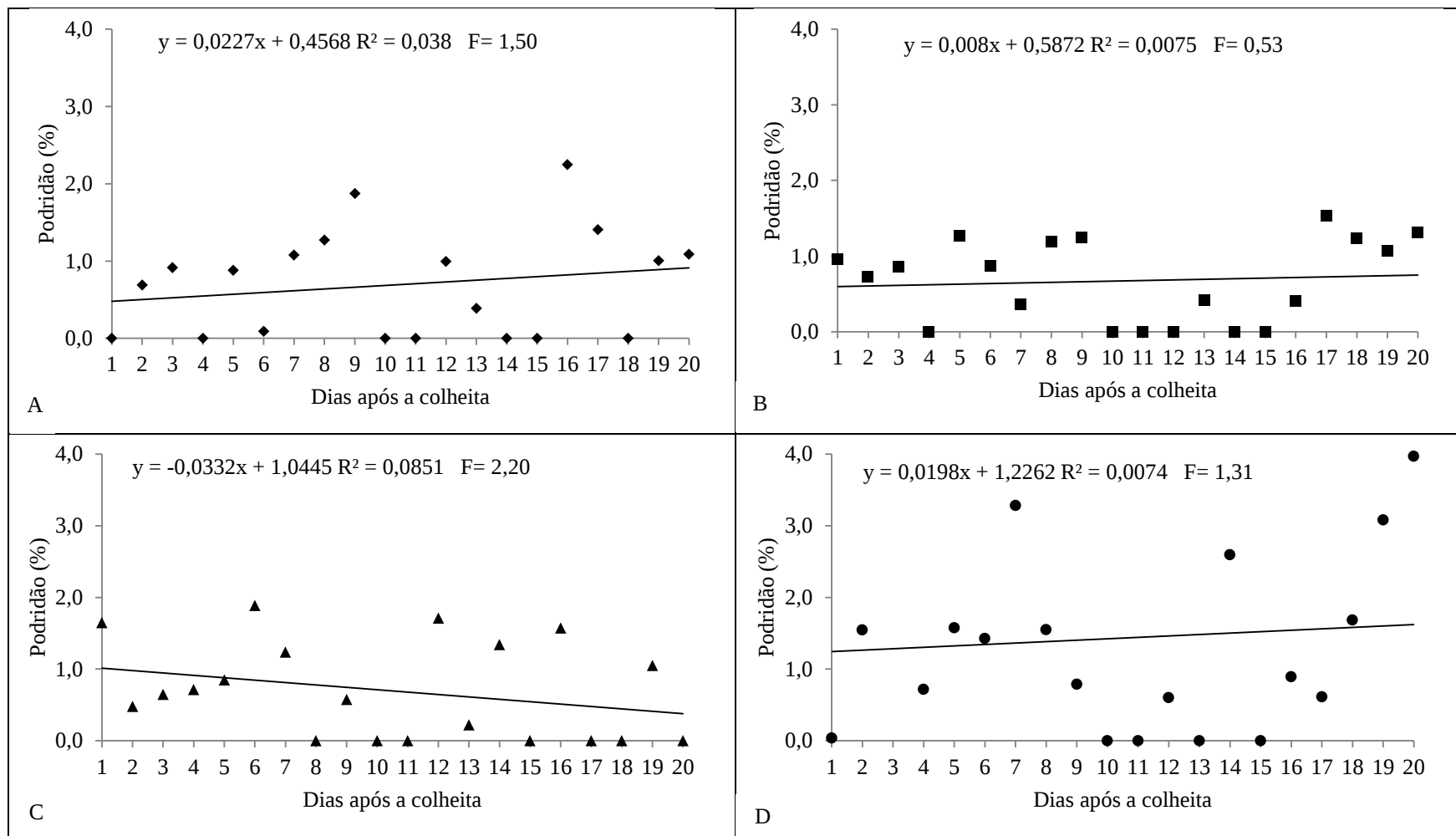


Figura 7. Podridão (%) de bagas da uva ‘Rubi’, submetida à aplicação de ácido abscísico (S-ABA), durante o armazenamento pós-colheita. São Miguel Arcanjo-SP, 2014/2015.
A: Controle (0 mg L^{-1}); B: 400 mg L^{-1} de S-ABA no início da maturação (IM); C: 400 mg L^{-1} no IM + 200 mg L^{-1} aos 25 dias após a primeira aplicação (25 DAPA) e D: 400 mg L^{-1} no IM + 400 mg L^{-1} aos 25 DAPA.

Não houve efeito significativo da aplicação de S-ABA para o período de conservação, sendo os valores obtidos entre os tratamentos de 17 a 21 dias (Tabela 8).

O tratamento com 400 mg L⁻¹ de S-ABA no IM + 200 mg L⁻¹ aos 25 DAPA apresentou a maior PM (8,97%) e diferiu dos demais tratamentos. O menor valor para essa variável foi encontrado no tratamento 400 mg L⁻¹ no IM + 400 mg L⁻¹ aos 25 DAPA (7,27%), porém sem diferença do tratamento 400 mg L⁻¹ no IM (7,65%). O maior acúmulo de água nos cachos, evidenciado pela menor PM do tratamento 400 mg L⁻¹ no IM + 400 mg L⁻¹ aos 25 DAPA, resultou na maior porcentagem de podridão das bagas (1,43%).

A perda de massa é uma das principais causas de redução da vida pós-colheita da uva, e verificou-se nesse trabalho que o tratamento 400 mg L⁻¹ no IM + 200 mg L⁻¹ aos 25 DAPA apresentou a maior PM (8,97%), resultando no menor tempo de armazenamento (17 dias).

Tabela 8. Perda de massa (PM), degrana, podridão e período de conservação (PC) da uva ‘Rubi’, submetida à aplicação de ácido abscísico (S-ABA) durante o armazenamento pós-colheita. São Miguel Arcanjo-SP, 2014/2015.

Tratamentos (S-ABA mg L ⁻¹)	PM (%)	Degrana (%)	Podridão (%)	PC (Dias)
Controle (0)	8,32 b	3,56 b	0,70 b	21
400 (IM)	7,65 c	1,68 c	0,67 b	17
400 (IM) + 200 (25 DAPA)	8,97 a	3,39 b	0,70 b	17
S400 (IM) + 400 (25 DAPA)	7,27 c	6,35 a	1,43 a	21
CV (%)	16,2	61,2	136,0	22,97
DMS	0,60	0,85	0,44	7,42
Teste F	11,82**	42,72**	4,42**	1,61 ^{NS}

Médias seguidas de mesma letra na coluna não apresentam diferença significativa entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

^{NS}: não significativo; **Significativo 1%.

Nota: IM = início da maturação; 25 DAPA = 25 dias após a primeira aplicação.

Quando armazenadas sob condições ambiente, as bagas de uva tendem a enrugar a casca, deixando-as opacas e túrgidas, causando também o ressecamento

do engaçó e do pedicelo (GINSBURG et al., 1978), favorecendo a degrana das bagas, e estes fatores contribuem para que um produto se torne impróprio para comercialização.

Observou-se nesse trabalho que a maior porcentagem de degrana (6,35%) foi encontrada no tratamento 400 mg L⁻¹ de S-ABA no IM + 400 mg L⁻¹ aos 25 DAPA, o qual diferiu dos demais tratamentos. Quando o S-ABA foi aplicado apenas uma vez (400 mg L⁻¹ no IM), resultou na menor porcentagem de degrana (1,68%) e podridão (0,67%).

4.4 CONCLUSÕES

O S-ABA reduz a perda de massa, a degrana e a podridão das bagas da uva ‘Rubi’ durante o armazenamento pós-colheita, com isso, proporciona um maior tempo para a comercialização dessas uvas, que geralmente não chegam ao seu destino final no dia da colheita.

4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVAJAL-MILLAN, E. et al. Polyphenol oxidase activity, color changes, and dehydration in table grape rachis during development and storage as affected by n-(2-chloro-4-pyridyl)-nphenylurea. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 49, p. 946-951. 2001.

CARVALHO, A. V. **Avaliação da qualidade de kiwis cv. “Haryward”, minimamente processados**. 2000. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2000.

CRISOSTO, C. H. et al. Carbon dioxide-enriched atmospheres during cold storage limit losses from Botrytis but accelerate rachis browning of ‘Redglobe’ table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 26, p. 181-189. 2002.

CRISOTO, C. H.; MITCHELL, F. G. Postharvest handling systems: small fruits. I. Table grapes. In: KADER, A. A. (Ed.), **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. 3rd. ed. DANR, 2000.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GINSBURG, L. et al. Long and short term storage of table grapes. **Internacional Journal Refrigeration**, Paris, v. 1, n. 3, p. 137-142, 1978.

GREYLING, M. **Guidelines for preparing export table grapes**. Bellville: Capespan Exports (Pty) Limited, 2007. 77 p.

HAN, D. H. et al. Effects of ABA and ethephon treatments on coloration and fruit quality in Kyoho grape. **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**, Gyeonggi-do, v.37, p.416–420, 1996.

KATAOKA, A. et al. Effect of abscisic acid and defoliation on anthocyanin accumulation in Kyoho grapes (*Vitis vinifera* L. · *V. labruscana* BAILEY). **Vitis**, Santiago, v. 2, p. 325–332, 1982.

KOYAMA, R. et al. Épocas de aplicação e concentrações de ácido abscísico no incremento da cor da uva ‘Isabel’. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 1697-1706, jul./ago. 2014.

LEE, J. C.; TOMANA, T. Physiological study on anthocyanin development in grapes. II. Effect of sucrose, abscisic acid and indoleacetic acid on the anthocyanin development in Kyoho grape (*Vitis labruscana*). **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**, Gyeonggi-do, v.21, p.158–163, 1980.

MATSUSHIMA, J. et al. Anthocyanin accumulation and sugar content in the skin of grape cultivar ‘Olympia’ treated with ABA. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 58, p. 551–555, 1989.

PEPPI, M. C. et al. Absciscic acid application timing and concentration affect firmness, pigmentation, and color of 'Flame Seedless' grapes. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 41, p. 1440-1445, 2006.

RIBICHAUD, J. L.; NOBLE, A. C. Astringency and bitterness of selected phenolic in wines. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 53, n. 3, p. 343-353, 1990.

ROBERTO, S. R. et al. Application timing and concentration of abscisic acid improve color of ‘Benitaka’ table grape. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 142, p. 44-48, 2012.

SILVA, E. E. L. S. et al. Conservação pós-colheita da uva ‘Crimson Seedless’ sob influência da aplicação de reguladores de crescimento e restrição hídrica. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 2011, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011.

SZYJEWICZ, E. et al. Ethephon ((2-Chloroethyl) phosphonic Acid, Ethrel, CEPA) in Viticulture - A Review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 35, p. 117-123, 1984.

VILAS BOAS, E. V. B. **Perdas pós-colheita**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 64 p.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos constatou-se que a aplicação de S-ABA melhora consideravelmente os atributos de cor das bagas da uva ‘Rubi’, principalmente quando aplicado duas vezes, independente da concentração, com isso agrega valor ao produto final, ocasionado pela melhor aparência dos cachos.

O S-ABA melhora a qualidade da uva ‘Rubi’, pois eleva os teores de sólidos solúveis e reduz a acidez do mosto e também aumenta os teores de antocianinas, compostos fenólicos e flavonoides totais das bagas.

O S-ABA influencia diretamente nas características de armazenamento pós-colheita da uva ‘Rubi’, notadamente no que diz respeito à perda de massa, degrana e podridão das bagas.

De modo geral, a aplicação de S-ABA é uma ferramenta promissora para a viticultura, pois agrega valor ao produto final, principalmente para as uvas finas para mesa, especialmente quando aplicado duas vezes. Vale ressaltar que é recomendada a aplicação de 400 mg L⁻¹ de S-ABA no IM + 200 mg L⁻¹ aos 25 DAPA, visando reduzir os gastos na segunda aplicação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ANTONACCI, D.; LA NOTTE, E. Influenza esercitata dall'aumento della produzione viticola sulla composizione antocianica del Vino e considerazione tecnologiche. **Rivista di Viticoltura e di Enologia**, Treviso, n. 3, p. 3-21, 1993.

BOLIANI, A. C. **Avaliação fenológica de videira *Vitis vinifera* L. cv. Itália e cv. Rubi, na região oeste do Estado de São Paulo**. 1994. 188 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Produção Vegetal)-Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1994.

BUCELLI, P. et al. Valutazione di alcuni componenti fenolic in cultivar di vite a bocca nera in Toscana. **Rivista di Viticoltura e di Enologia**, Treviso, n. 1, p. 39-50, 1995.

CACHO, J. et al. Evolution of five anthocyanidin-3-glucosides in the skin of the tempranillo, moristel, and garmacha grape varieties and influence of climatological variables. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 43, n. 3, p. 244-248, 1992.

CANTÍN, C. M. A. et al. Application of abscisic acid (ABA) at veraison advanced red color development and maintained postharvest quality of 'Crimson Seedless' grapes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 46, n. 3, p. 237-241, 2007.

CARVAJAL-MILLAN, E. et al. Polyphenol oxidase activity, color changes, and dehydration in table grape rachis during development and storage as affected by n-(2-chloro-4-pyridyl)-nphenylurea. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 49, p. 946-951. 2001.

CRISOSTO, C. H. et al. Carbon dioxide-enriched atmospheres during cold storage limit losses from Botrytis but accelerate rachis browning of 'Redglobe' table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 26, p. 181-189. 2002.

DUSSI, M. C. et al. Characterizing and quantifying anthocyanins in red pears and effect of light quality on fruit color. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 120, n. 5, p. 785-789, 1995.

FAGAN, E. B. et al. **Fisiologia vegetal: reguladores vegetais**. Andrei, 2015, 300 p.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. A. et al. Dependence between colour and individual anthocyanin content in ripening grapes. **Food Research International**, Barking, v. 31, n. 9, p. 667-672, 1999.

FITZGERALD, J.; PATTERSON, W. K. Response of 'Reliance' table grapes to canopy management and ethephon application. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 199, n. 5, p. 893-898, 1994.

GARDIN, J. P. P. et al. Ácido abscísico e etefom: influência sobre a maturação e qualidade das uvas ‘Cabernet Sauvignon’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 321-327, 2012.

GIORGESSI, F.; DI LEO, F. Effetto della luce solare sulla colorazione del grappoli e sulla variazione di alcuni parametri qualitativa della produzione in una cv. ad uva rossa (*Cabernet F.*). **Rivista di Viticoltura e di Enologia**, Treviso, n. 8, p. 401-417, 1985.

HAN, D. H. et al. Effects of ABA and ethephon treatments on coloration and fruit quality in Kyoho grape. **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**, Gyeonggi-do, v.37, p.416–420, 1996.

HASELGROVE, L. et al. Canopy microclimate and berry composition: The effect of bunch exposure on the phenolic composition of *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz grape berries. **Australian journal of grape and wine research**, Adelaide, v. 6, n. 2, p. 141-149, 2000.

HIRATSUKA, S. et al. ABA and sugar effects on anthocyanin formation in grape berry cultured in vitro. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 90, n. 1-2, p. 121-130, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil, Rio de Janeiro, v. 27, n. 8, p. 1-85, 2014.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Produção e número de plantas de videira no Estado de São Paulo**: São Paulo, 2014. Disponível em: <http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1>. Acesso em: 15 jul. 2015.

JEONG, S. T. et al. Effects of plant hormones and shading on the accumulation of an-and the expression of anthocyanin biosynthetic genes iberry skins. **Plant Science**, London, v. 167, n. 2, p. 247-252, 2004.

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

KATAOKA, I. et al. Effect of abscisic acid and defoliation on anthocyanin accumulation in Kyoho grapes (*Vitis vinifera* L. x *V. labruscana* BAILEY). **Vitis**, Santiago, v.2, p.325-332, 1982.

KOYAMA, R. et al. Exogenous abscisic acid increases the anthocyanin concentration of berry and juice from ‘Isabel’ grapes (*Vitis labrusca* L.). **HortScience**, Alexandria, v. 49, n. 4, p. 460-464, 2014.

LACAMPAGNE, S. et al. Involvement of Absciscic Acid in Controlling the Proanthocyanidin Biosynthesis Pathway in Grape Skin: New Elements Regarding the Regulation of Tannin Composition and Leucoanthocyanidin Reductase (LAR) and Anthocyanidin Reductase (ANR) Activities and Expression. **Journal Plant Growth Regulation**, New York, v. 28, p. 81-90, 2010.

LEÃO, P. C. S. et al. Absciscic Acid and Ethephon for Improving Red Color and Quality of Crimson Seedless Grapes Grown in a Tropical Region. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 66, n.1, p.37-45, 2014.

LEE, J. C.; TOMANA, T. Physiological study on anthocyanin development in grapes. II. Effect of sucrose, absciscic acid and indoleacetic acid on the anthocyanin development in Kyoho grape (*Vitis labruscana*). **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**, Gyeonggi-do, v.21, p.158–163, 1980.

MATSUSHIMA, J. et al. Anthocyanin accumulation and sugar content in the skin of grape cultivar ‘Olympia’ treated with ABA. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v.58, p.551–555, 1989.

MAZZA, G.; MINIATI, E. **Anthocyanins in fruits, vegetables, and grains**. Boca Raton: CRC, 1993, p. 1-191.

PEPPI, M. C.; FIDELIBUS, M. W. Effects of forchlorfenuron and absciscic acid on the quality of ‘Flame Seedless’ grapes. **HortScience**, Alexandria, 43, p. 173-176, 2008.

PEPPI, M. C. et al. Absciscic acid application timing and concentration affect firmness, pigmentation, and color of ‘Flame Seedless’ grapes. **HortScience**, Alexandria, v. 41, p. 1440-1445, 2006.

PEPPI, M. C. et al. Application timing and concentration of absciscic acid affect the quality of ‘Redglobe’ grapes. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Ashford, v. 82, n. 2, p. 304-310, 2007.

PIRES, E. J. P.; POMMER, C. V. Fisiologia da videira In: POMMER, C. V. **Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. p. 250-295.

POMMER, C. V. et al. Cultivares, melhoramento e fisiologia In: POMMER, C. V. **Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. p. 109-294.

REVILLA, E. et al. Value of high-performance liquid chromatographic analysis of anthocyanins in the differentiations of red grape cultivars and red wines made from them. **Journal of Chromatography A**, Amsterdam, n. 915, p. 53-60, 2001.

RIBICHAUD, J. L.; NOBLE, A. C. Astringency and bitterness of selected phenolic in wines. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 53, n. 3, p. 343-353, 1990.

ROBERTO, S. R. et al. Application timing and concentration of absciscic acid improve color of ‘Benitaka’ table grape. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, 142, p. 44-48, 2012.

ROBERTO, S. R. et al. Ethephon use and application timing of absciscic acid for improving color of ‘Rubi’ table grape. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 7, p. 797-800, 2013.

SOZIM, M. **Efeito da aplicação de um análogo de brassinosteróide sobre a maturação da uva ‘Niagara Rosada’**. 2011. 50 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2011.

TERRA, M. M. et al. (Coord.). **Tecnologia para produção de uva Itália na região noroeste do estado de São Paulo**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1998. 81 p. (Documento Técnico, 97).

UVA: produção brasileira. **Agrianual 2015**: Anuário da Agricultura Brasileira, São Paulo, p. 464, 2015.

WILLIAMS, L. E. et al. Irradiance. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P. C. **Handbook of environmental physiology of fruit crops, temperate crops**. Boca Raton: CRC, 1994. v. 1, cap. 4, p. 358.