

MATURAÇÃO DE MAÇÃS 'BROOKFIELD' EM FUNÇÃO DA FORMA DE APLICAÇÃO DE AMINOETOXIVINILGLICINA

MATURATION OF BROOKFIELD APPLES IN THE FUNCTION OF AMINOETOXIVINYLGYCIN APPLICATION FORM

Cristina Soethe¹, Cristiano André Steffens², Angélica Schmitz Heinzen³, Fernando José Hawerth⁴, Érica de Souza Santos⁵, Cassandro Vidal Talamini do Amarante⁶, Guilherme da Cruz Duarte⁷

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação pré-colheita do aminoetoxivinilglicina (AVG), em dose única e parcelada, sobre a maturação de maçãs 'Brookfield', cultivada sob tela antigranizo. O experimento foi conduzido em pomar comercial, no município de Vacaria/RS (50°42' W; 28°33' S; 955 m de altitude), nas safras 2014/15 e 2015/16. Foram avaliados os seguintes tratamentos: Controle; AVG em dose única (125 mg L⁻¹); AVG parcelado (62,5 mg L⁻¹ + 62,5 mg L⁻¹), combinados com três datas de colheita [colheitas 1 (colheita comercial), 2 e 3 (sete e 14 dias após a primeira colheita, respectivamente)]. O AVG em dose única foi aplicado aos 30 dias antes da colheita comercial (DAC) e o AVG parcelado foi aplicado aos 30 e 20 DAC. Foram avaliados os seguintes atributos: taxas respiratória ($\eta\text{mol de CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$) e de produção de etileno ($\text{pmol C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$), índice iodo-amido (1-5), firmeza de polpa (N), sólidos solúveis (SS; °Brix), acidez titulável (AT; % ácido málico), cor da epiderme (h° ; regiões mais e menos vermelha) e índice de cor vermelha (ICV). O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições, compostas por 20 frutos cada. O uso do AVG, independentemente da forma de aplicação, manteve menor o índice iodo-amido, o teor de SS e reduziu o grau de amarelecimento da epiderme dos frutos, além de manter maior firmeza de polpa e AT de maçãs 'Brookfield'. A aplicação de AVG (125 mg L⁻¹) reduz a cor vermelha dos frutos, porém a aplicação parcelada não reduziu esse atributo na safra 2014/2015, enquanto que na safra 2015/2016 ocorreu redução, porém em menor intensidade do que a aplicação de AVG em dose única (125 mg L⁻¹). Conclui-se que a aplicação pré-colheita de AVG dose única (125 mg L⁻¹) ou parcelada (62,5 mg L⁻¹ + 62,5 mg L⁻¹) retarda a maturação e a aplicação parcelada apresenta menor comprometimento da cor vermelha da epiderme de maçãs 'Brookfield' cultivada sob tela antigranizo.

Palavras-chave: *Malus domestica* Borkh., qualidade físico-química, AVG.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of aminoethoxyvinylglycine (AVG), single and multiple preharvest spray applications, on the maturation of 'Brookfield' apples grown under hail protection net. The experiment was conducted in a commercial orchard, in Vacaria/RS (50° 42 'W, 28° 33' S, 955 m altitude), in 2014/15 and 2015/16 harvests. The following treatments were evaluated: Control (no application); AVG (125 mg L⁻¹), sprayed 30 days before of the first harvest date

^{1,3}Mestre em Produção Vegetal – Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)

(DBFH); AVG [62.5 mg L⁻¹ (sprayed 30 DBFH) + 62.5 mg L⁻¹ (sprayed 30 DBFH)], combined with three harvest dates [harvests 1 (commercial harvest), 2 and 3 (seven and 14 days after first harvest, respectively)]. The following attributes were evaluated: respiratory (η mol of CO₂ kg⁻¹ s⁻¹) and ethylene production (μ mol C₂H₄ kg⁻¹ s⁻¹) rates, iodide-starch index (1-5), flesh firmness (N), soluble solids (SS; °Brix), titratable acidity (AT; % malic acid), color of the epidermis (h°) and red color index (RCI). The experimental design was in randomized blocks, with four replicates, composed of 20 fruits each. The AVG, single and multiple preharvest spray application, kept the iodine-starch index, SS content, reduced the fruit yellowing, and maintained higher flesh firmness and TA. Single preharvest spray of AVG (125 mg L⁻¹) delayed red color development, but AVG multiple spray did not reduce this attribute in the 2014/2015 harvest, while in 2015/2016 was less intense than single spray of AVG. Single (125 mg L⁻¹) and multiple (62.5 mgL⁻¹ + 62.5 mg L⁻¹) preharvest spray applications of AVG delay maturation and multiple preharvest spray applications of AVG have less impairment of the red coloration on fruit surface of 'Brookfield' apples grown under hail protection net.

Keywords: *Malus domestica* Borkh., physical-chemical quality, AVG.

INTRODUÇÃO

O aminoetoxivinilglicina (AVG) é um regulador de crescimento bastante utilizado na produção de maçãs, sendo indicado para retardar a maturação e melhorar a manutenção da qualidade durante o armazenamento, devido uma redução na produção de etileno (YILDIZ et al., 2012). Na rota de síntese do etileno, o AVG inibe a conversão de S-adenosilmetionina (SAM) em ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC), catalisada pela enzima ACC sintase (ACS) (POEL; STRAETEN, 2014). Devido a sua ação inibitória na síntese de etileno, a aplicação de AVG reduz a degradação do amido e retarda a degradação da firmeza de polpa e de clorofilas, e pode proporcionar aumento do rendimento, devido a redução da queda pré-colheita e do aumento da massa média dos frutos (AMARANTE et al., 2002; PETRI et al., 2010). O atraso na colheita pode flexibilizar a programação de trabalho, influenciar no potencial de armazenamento e na comercialização dos frutos (AMARANTE et al., 2002). Porém, a aplicação de AVG, na época recomendada, causa redução do acúmulo de pigmentos antociânicos na epiderme dos frutos (PETRI et al., 2010), prejudicando sua qualidade visual e consequentemente a aceitação do mercado consumidor.

Comercialmente, o AVG é utilizado para controle da queda de frutos em pré-colheita e retardamento da maturação dos frutos, sendo aplicado quatro semanas antes do ponto de colheita (YUAN; CARBAUGH, 2007). Dessa forma, todas as

pesquisas desenvolvidas com AVG avaliaram sua aplicação em dose única, aos 30 dias antes da colheita comercial (DAC). É possível que a aplicação parcelada de AVG possa minimizar os efeitos deletérios da aplicação do AVG na época recomendada, porém sem reduzir o seu efeito sobre a maturação dos frutos. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação pré-colheita do AVG, em dose única e parcelada, sobre a maturação de maçãs 'Brookfield', cultivada sob tela antigranizo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado com maçãs (*Malus domestica*) 'Brookfield', nas safras 2014/15 e 2015/16, em pomar comercial localizado no município de Vacaria, RS (50°42' W; 28°33' S; 955 m de altitude). Os tratamentos constituíram-se da pulverização pré-colheita de soluções com aminoetoxivinilglicina (AVG) sobre as plantas, em combinação com épocas de colheita, sendo: controle (plantas pulverizadas com água); AVG em dose única (125 mg L⁻¹); e AVG parcelado (62,5 mg L⁻¹ + 62,5 mg L⁻¹), combinados com três datas de colheita [colheitas 1 (colheita comercial), 2 e 3 (sete e 14 dias após a primeira colheita, respectivamente)]. A fonte de AVG foi o produto ReTain®. O AVG em dose única (125 mg L⁻¹) foi aplicado quatro semanas antes da primeira colheita (SAPC) e o AVG parcelado (62,5 mg L⁻¹ + 62,5 mg L⁻¹) aplicado quatro SAPC e 10 dias após a primeira aplicação. Após cada colheita, os frutos foram transportados ao Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita do CAV/UEDESC. Foram avaliados os seguintes atributos: taxas respiratória (η mol de CO₂ kg⁻¹ s⁻¹) e de produção de etileno (pmol C₂H₄ kg⁻¹ s⁻¹), índice iodo-amido (1-5), firmeza de polpa (N), sólidos solúveis (SS; °Brix), acidez titulável (AT; % ácido málico), cor da epiderme (h° ; regiões mais e menos vermelha) e índice de cor vermelha (ICV).

As taxas respiratórias (η mol CO₂ kg⁻¹ s⁻¹) e de produção de etileno (pmol C₂H₄ kg⁻¹ s⁻¹) foram quantificadas por cromatografia gasosa. Frutos de cada repetição foram acondicionados em recipientes de 4,1 L, com fechamento hermético. As taxas respiratórias e de produção de etileno foram obtidas pela concentração de CO₂ e C₂H₄, respectivamente, no interior do recipiente, após 30 min de fechamento dos recipientes contendo os frutos. Após este período, utilizando uma seringa plástica de 1,0 mL, foram coletadas três amostras da atmosfera do espaço livre destes

recipientes, as quais foram injetadas em um cromatógrafo a gás, marca Varian®, modelo CP-3800 (Palo Alto, EUA), equipado com uma coluna Porapak N® de 3 m de comprimento (80-100 mesh), metanador e detector de ionização de chama. As temperaturas da coluna, do detector, do metanador e do injetor foram de 70; 250; 380 e 130 °C, respectivamente. Os fluxos de nitrogênio, hidrogênio e ar sintético utilizados foram de 70; 30 e 300 mL min⁻¹, respectivamente.

O índice de iodo-amido foi avaliado utilizando uma escala de 1 a 5. Onde, índice 1 indica o teor máximo de amido, e o índice 5 representa o amido totalmente hidrolisado.

A firmeza de polpa (N) foi determinada na região equatorial dos frutos, em duas superfícies opostas, após a remoção de uma pequena porção da epiderme, com auxílio de um penetrômetro eletrônico (GÜSS Manufacturing Ltd, Cidade 48 do Cabo, África do Sul) equipado com ponteira de 11 mm de diâmetro.

Os valores de AT (% ácido málico) foram obtidos através de uma amostra de 10 mL de suco, obtido pelo processamento dos frutos em uma centrífuga. Essa amostra foi diluída em 90 mL de água destilada e titulada com solução de NaOH 0,1N até pH 8,1. Para titulação das amostras foi utilizado um titulador automático TitroLine® easy da SCHOTT Instruments (Mainz, Alemanha).

Os teores de SS (°Brix) foram determinados em um refratômetro digital modelo PR201α (Atago®, Tóquio, Japão), utilizando uma alíquota do suco obtido pelo processamento dos frutos.

A cor da epiderme foi avaliada em termos de valores de ângulo 'hue' (h°) com o auxílio de um colorímetro Minolta® modelo CR 400 (Konica, Tóquio, Japão). Os valores de h° apresentam as seguintes correspondências quanto às cores da superfície do tecido vegetal: 0°/vermelho, 90°/amarelo, 180°/verde e 270°/azul. As leituras foram realizadas na região equatorial dos frutos.

O ICV foi determinado através de uma escala com índices de 1 a 4, em que o índice 1 indicou uma superfície pigmentada de vermelho equivalente de 0 a 25% da superfície total do fruto, o índice 2 de 26 a 50%, o índice 3 de 51 a 75% e o índice 4 de 76 a 100% da superfície total do fruto.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições compostas por 20 frutos cada. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em ambas as safras, a aplicação pré-colheita de AVG reduziu a síntese de etileno e a taxa respiratória (Tabela 1). Ozturk et al. (2015) também observaram redução na taxa de produção de etileno em maçãs 'Jonagold' tratadas com AVG em relação aos frutos do tratamento controle. De acordo com Brackmann et al. (2015), a aplicação pré-colheita de AVG bloqueia a produção de ACC por inibição da ACC sintase, reduzindo dessa forma a produção de etileno no fruto. A redução da taxa respiratória pelo AVG pode estar relacionada à menor produção de etileno pelos frutos, pois a respiração é considerada um processo dependente do etileno (PRE-AYMARD et al., 2003).

Tabela 1 - Valores de taxa respiratória ($\eta\text{mol CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$) e de produção de etileno ($\rho\text{mol C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$) em maçãs 'Brookfield' em resposta a aplicação pré-colheita de aminoetoxivinilglicina (AVG) e três datas de colheita.

Tratamentos pré-colheita	Colheita 1	Colheita 2	Colheita 3	Média
	Taxa respiratória (Safrá 2014/15)			
Controle	.	287,47	128,14	207,80 A*
AVG 125 mg L ⁻¹	.	262,95	85,24	175,00 B
AVG 62,5 mg L ⁻¹ + 62,5 mg L ⁻¹	.	273,14	86,04	179,59 B
Média		269,41 a	91,37 b	
CV (%)		6,6		
Taxa respiratória (Safrá 2015/16)				
Controle	107,05	116,13	81,77	96,66 A
AVG 125 mg L ⁻¹	89,59	96,56	62,55	82,90 B
AVG 62,5 mg L ⁻¹ + 62,5 mg L ⁻¹	91,49	102,66	80,89	91,68 AB
Média	98,11 a	98,06 a	75,07 b	
CV (%)		10,77		
Taxa de produção de etileno (Safrá 2014/15)				
Controle	.	2011,86	850,90	1431,30 A
AVG 125 mg L ⁻¹	.	155,90	245,09	200,50 B
AVG 62,5 mg L ⁻¹ + 62,5 mg L ⁻¹	.	118,80	66,86	92,80 B
Média	.	816,28 a	385,88 b	
CV (%)		64,62		
Taxa de produção de etileno (Safrá 2015/16)				

Controle	2,89 Ab	8,45 Ab	24,39 Aa	.
AVG 125 mg L ⁻¹	0,00 Bb	0,11 Bb	1,05 Ba	.
AVG 62,5 mg L ⁻¹ + 62,5 mg L ⁻¹	0,59 Ba	0,09 Ba	1,77 Ba	.
CV (%)	71,51			

*Médias não seguidas da mesma letra, maiúscula na vertical e minúsculas na horizontal, diferem entre si pelo teste Tukey (p<0,05).

Para a variável índice de iodo-amido, na safra 2014/15, houve interação entre os fatores tratamento pré-colheita com AVG e data de colheita. Os frutos do tratamento AVG parcelado apresentaram menor índice de iodo-amido na primeira e na segunda colheita, comparativamente aos frutos do tratamento controle, porém, na terceira colheita não houve diferença entre os tratamentos. Na safra 2015/16, em todas as colheitas a aplicação pré-colheita de AVG, independente da forma de aplicação (dose única ou parcelada), proporcionou frutos com menores valores de índice de iodo-amido (Tabela 2). Haverroth et al. (2011) também observaram em maçãs 'Imperial Gala', maior teor de amido nos frutos que receberam aplicação pré-colheita de AVG. Além disso, a degradação do amido é consequência direta da indução causada pelo etileno.

Tabela 2 - Índice iodo-amido (1-5) e firmeza de polpa (N) em maçãs 'Brookfield' em resposta a aplicação pré-colheita de aminoetoxivinilglicina (AVG) e três datas de colheita.

Tratamentos pré-colheita	Colheita 1	Colheita 2	Colheita 3	Média
	Índice iodo-amido (Safra 2014/15)			
Controle	4,52 Aa	4,96 Aa	4,98 Aa*	.
AVG 125 mg L ⁻¹	4,16 Ab	4,68 ABab	4,93 Aa	.
AVG 62,5 mg L ⁻¹ + 62,5 mg L ⁻¹	3,37 Bc	4,18 Bb	4,90 Aa	.
CV (%)	6,52			
	Índice iodo-amido (Safra 2015/16)			
Controle	3,25	4,45	4,72	4,14 A
AVG 125 mg L ⁻¹	2,59	2,90	3,57	3,09 B
AVG 62,5 mg L ⁻¹ + 62,5 mg L ⁻¹	2,39	2,40	3,43	2,86 B
Média	2,80 b	3,45 ab	3,91 a	
CV (%)	15,55			
	Firmeza de polpa (Safra 2014/15)			
Controle	70,73	61,18	57,19	63,03 B
AVG 125 mg L ⁻¹	73,79	66,20	59,36	66,45 A
AVG 62,5 mg L ⁻¹ + 62,5 mg L ⁻¹	75,28	68,70	62,04	68,68 A
Média	73,27 a	65,36 b	59,53 c	
CV (%)	3,80			

	Firmeza de polpa (Safr 2015/16)			
Controle	80,47	74,29	69,76	74,84 A
AVG 125 mg L ⁻¹	82,29	77,37	73,69	77,78 A
AVG 62,5 mg L ⁻¹ + 62,5 mg L ⁻¹	78,01	78,52	74,40	77,17 A
Média	80,26 a	76,73 b	72,26 c	
CV (%)	3,16			

*Médias não seguidas da mesma letra, maiúscula na vertical e minúsculas na horizontal, diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Na safra 2014/15, a aplicação pré-colheita de AVG, em dose única ou parcelada, proporcionou frutos com maior firmeza de polpa. Na safra 2015/16 a firmeza de polpa não diferiu entre os tratamentos pré-colheita (Tabela 2). Petri et al. (2010), trabalhando com maçãs 'Imperial Gala', observaram maior firmeza de polpa em maçãs que receberam aplicação pré-colheita de AVG em relação aos frutos do tratamento controle. Segundo Steffens et al. (2005), a resposta da firmeza de polpa ao AVG está diretamente associada à redução na síntese do etileno necessário à atividade de enzimas relacionadas, tais como a poligalacturonase (Li et al., 2010).

Não houve efeito de tratamento pré-colheita para teores de SS e AT, na safra 2014/15, enquanto que, na safra 2015/16, aplicação pré-colheita de AVG, em dose única e parcelada, ocasionaram redução nos teores de SS. Petri et al. (2010) trabalhando com maçãs 'Imperial Gala', observaram menor teor de SS em maçãs que receberam aplicação pré-colheita de AVG em comparação aos frutos do tratamento controle. Talvez, o maior teor de amido em frutos com aplicação de AVG tenha culminado em SS mais baixos, uma vez que as moléculas de amido são convertidas em monossacarídeos durante o amadurecimento do fruto (BRACKMANN et al., 2015). Para AT, apenas aplicação pré-colheita de AVG dose única apresentou maior acidez em comparação aos frutos do tratamento controle, enquanto que aplicação parcelada de AVG não diferiu entre os tratamentos (Tabela 3). A maior acidez nos frutos tratados com AVG em dose única, pode estar relacionada com a menor taxa respiratória dos frutos desses tratamentos, uma vez que os ácidos orgânicos são consumidos no ciclo dos ácidos tricarbóxílicos (STEFFENS et al., 2007).

Tabela 3 – Teor de sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT; % ácido málico) em maçãs 'Brookfield' em resposta a aplicação pré-colheita de aminoetoxivinilglicina (AVG) e três datas de colheita.

Tratamentos pré-colheita	Colheita 1	Colheita 2	Colheita 3	Média
	SS (°Brix) (Safrá 2014/15)			
Controle	10,77	11,90	11,93	11,53 ^{ns}
AVG 125 mg L ⁻¹	10,50	11,40	11,85	11,25
AVG 62,5 mg L ⁻¹ + 62,5 mg L ⁻¹	10,60	10,78	12,00	11,13
Média	10,62 c	11,36 b	11,93a	
CV (%)	3,77			
	SS (°Brix) (Safrá 2015/16)			
Controle	11,83	11,83	12,20	11,96 A*
AVG 125 mg L ⁻¹	10,20	9,83	10,69	10,21 B
AVG 62,5 mg L ⁻¹ + 62,5 mg L ⁻¹	9,97	10,27	10,97	10,40 B
Média	10,67 a	10,64 a	11,26 a	
CV (%)	4,68			
	AT (%) (Safrá 2014/15)			
Controle	0,171	0,154	0,191	0,172 ^{ns}
AVG 125 mg L ⁻¹	0,163	0,155	0,201	0,173
AVG 62,5 mg L ⁻¹ + 62,5 mg L ⁻¹	0,157	0,166	0,194	0,172
Média	0,163 b	0,158 b	0,195 a	
CV (%)				
	AT (%) (Safrá 2015/16)			
Controle	0,161	0,162	0,144	0,156 B
AVG 125 mg L ⁻¹	0,188	0,180	0,165	0,175 A
AVG 62,5 mg L ⁻¹ + 62,5 mg L ⁻¹	0,175	0,166	0,158	0,167 AB
Média	0,172 a	0,170 ab	0,156 b	
CV (%)	7,64			

*Médias não seguidas da mesma letra, maiúscula na vertical e minúsculas na horizontal, diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$). ^{ns}: diferença não significativa.

Na safra 2014/15, a aplicação pré-colheita de AVG, em dose única ou parcelada, proporcionou frutos com menor intensidade de cor vermelha (maior h° na região mais vermelha). Na safra 2015/16, houve interação para h° na região mais vermelha, sendo que os frutos do tratamento controle apresentaram menores valores de h° na primeira e na terceira colheita, seguido dos frutos tratados com AVG parcelado, e dos frutos tratados com AVG dose única. Na segunda colheita, aplicação pré-colheita de AVG parcelado não diferiu do tratamento controle, enquanto que a aplicação de AVG em dose única proporcionou frutos com maiores valores de h° , ou seja, esses frutos estavam com a epiderme com menor intensidade

de cor vermelha. Ozturk et al. (2015) também observaram menor intensidade de cor vermelha na epiderme de maçãs 'Jonagold' tratadas com AVG.

Tabela 4 – Cor da epiderme (h°), avaliada na região mais e menos vermelha, em maçãs 'Brookfield' em resposta a aplicação pré-colheita de aminoetoxivinilglicina (AVG) e três datas de colheita.

Tratamentos pré-colheita	Colheita 1	Colheita 2	Colheita 3	Média
	h° (Região mais vermelha; safra 2014/15)			
Controle	30,39	28,25	24,31	66,80 B
AVG 125 mg L ⁻¹	32,15	34,42	29,40	79,45 A
AVG 62,5 mg L ⁻¹ + 62,5 mg L ⁻¹	35,88	35,56	27,36	72,14 AB
Média	32,64 a	32,74 a	27,02 b	
CV (%)	10,44			
	h° (Região mais vermelha; safra 2015/16)			
Controle	34,18 Ca	34,73 Ba	28,51 Ca	.
AVG 125 mg L ⁻¹	64,83 Aa	72,73 Aa	45,69 Ab	.
AVG 62,5 mg L ⁻¹ + 62,5 mg L ⁻¹	50,14 Ba	48,10 Ba	37,69 Bb	.
Média	.	.	.	
CV (%)	9,13			
	h° (Região menos vermelha; safra 2014/15)			
Controle	85,27	55,36	59,79	66,80 B
AVG 125 mg L ⁻¹	94,82	73,61	69,92	79,45 A
AVG 62,5 mg L ⁻¹ + 62,5 mg L ⁻¹	81,86	71,93	62,63	72,14 AB
Média	87,32 a	66,97 b	64,11 b	
CV (%)				
	h° (Região menos vermelha; safra 2015/16)			
Controle	70,35 Ba	72,98 Ca	74,07 Ca	.
AVG 125 mg L ⁻¹	105,36 Aa	107,26 Aa	93,41 Ab	.
AVG 62,5 mg L ⁻¹ + 62,5 mg L ⁻¹	99,11 Aa	97,33 Ba	86,59 Bb	.
CV (%)	3,65			

*Médias não seguidas da mesma letra, maiúscula na vertical e minúsculas na horizontal, diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Avaliação da cor da epiderme na região menos vermelha representa o amarelecimento da epiderme do fruto, ou seja, a transição do verde para o amarelo. Na safra 2014/15, a aplicação pré-colheita de AVG em dose única apresentou maiores valores de h° , ou seja, os frutos deste tratamento estavam com a cor de fundo mais esverdeada em comparação aos frutos dos demais tratamentos, porém sem diferir dos frutos do tratamento AVG parcelado. Na safra 2015/16, houve

interação entre os fatores tratamento pré-colheita com AVG e data de colheita, sendo que na primeira colheita, qualquer forma de aplicação de AVG apresentou maior h° em comparação aos frutos do tratamento controle, porém, na segunda e na terceira colheita, a aplicação de AVG em dose única apresentou maiores valores, seguido dos frutos do tratamento AVG parcelado, e menor nos frutos do tratamento controle, indicando que estes frutos estavam com a coloração da epiderme mais amarelecida. De acordo com Amarante et al. (2010), o efeito do AVG sobre a redução do amarelecimento da epiderme pode estar relacionado com a menor atividade das enzimas envolvidas na degradação das clorofilas, em função da menor síntese de etileno.

Tabela 5 - Índice de cor vermelha (ICV; 1-4) em maçãs 'Brookfield' em resposta a aplicação pré-colheita de aminoetoxivinilglicina (AVG) e três datas de colheita, nas safras 2014/15 e 2015/16.

Tratamentos pré-colheita	Colheita 1	Colheita 2	Colheita 3	Média
	ICV (Safrá 2014/15)			
Controle	2,50	4,00	4,00	3,50 A
AVG 125 mg L ⁻¹	2,00	3,25	3,25	2,83 B
AVG 62,5 mg L ⁻¹ + 62,5 mg L ⁻¹	2,10	3,45	4,00	3,18 AB
Média	2,20 b	3,57 a	3,75 a	
CV (%)	11,57			
	ICV (Safrá 2015/16)			
Controle	3,32	3,23	3,47	3,34 A
AVG 125 mg L ⁻¹	1,92	1,89	2,57	2,17 C
AVG 62,5 mg L ⁻¹ + 62,5 mg L ⁻¹	2,02	2,43	3,03	2,56 B
Média	2,42 b	2,59 ab	3,02 a	
CV (%)	15,58			

*Médias não seguidas da mesma letra, maiúscula na vertical e minúsculas na horizontal, diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Na safra 2014/15, o ICV foi menor nos frutos tratados com AVG em dose única em comparação aos frutos do tratamento controle, enquanto que a aplicação parcelada de AVG apresentou valores de ICV intermediários, não deferindo do tratamento controle. Na safra 2015/16, o ICV foi menor nos frutos tratados com AVG em dose única, seguido pelos frutos tratados com AVG parcelado, e maior nos frutos do tratamento controle. Steffens et al. (2006) também verificaram menor da ICV na epiderme em maçã 'Fuji' tratadas com AVG.

Quanto à data de colheita, em ambas as safras, observou-se que com o atraso na colheita houve aumento no índice de iodo-amido, redução na firmeza de polpa e na AT, maior ICV, epiderme com cor vermelha mais intensa, maior amarelecimento da epiderme e, na safra 2015/16, maior SS, comportamento considerado normal, causado pelo amadurecimento dos frutos.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a aplicação pré-colheita de AVG, independente da forma de aplicação, dose única (125 mg L^{-1}) ou parcelada ($62,5 \text{ mg L}^{-1} + 62,5 \text{ mg L}^{-1}$), retarda a maturação de maçãs 'Brookfield' cultivadas sob tela antigranizo. A aplicação pré-colheita de AVG (125 mg L^{-1}) reduz a cor vermelha dos frutos, porém a aplicação parcelada de AVG ($62,5 \text{ mg L}^{-1} + 62,5 \text{ mg L}^{-1}$) não reduz esse atributo ou quando ocorre em menor intensidade do que a aplicação de AVG em dose única (125 mg L^{-1}).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) pelo apoio financeiro a este projeto.

REFERÊNCIAS

AMARANTE, C.V.T.; SIMIONI, A.; MEGGUER, C.A.; BLUM, L.E.B. Effect of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest fruit drop and maturity of apples. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.661–664, 2002.

AMARANTE, C.V.T.; STEFFENS, C.A.; BLUM, L.E.B. Coloração do fruto, distúrbios fisiológicos e doenças em maçãs 'Gala' e 'Fuji' pulverizadas com aminoetoxivinilglicina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.1, p.9-18, 2010.

BRACKMANN, A.; THEWES, F.R.; ANESE, R.O.; BOTH, V.; JUNIOR, W.L.; SCHULTZ, E.E. Aminoethoxyvinylglycine: isolated and combined with other growth regulators on quality of 'Brookfield' apples after storage. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.72, n.3, p.221-228, 2015.

GREENE, D.W. An update on preharvest drop control of apples with aminoethoxyvinylglycine (ReTain). **Acta Horticulturae**, Leuven, v.1, n.727, p.311-319, 2006.

HAWERROTH, F.J.; PETEI, J.L.; LEITE, G.B.; COUTO, M. Uso de aminoetoxivinilglicina na maturação e queda pré-colheita de maçãs 'Imperial Gala'. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n.5, p. 612-618, 2011.

LI, J.; ZHU, H.; YUAN, R. Profiling the Expression of Genes Related to Ethylene Biosynthesis, Ethylene Perception, and Cell Wall Degradation during Fruit Abscission and Fruit Ripening in Apple. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.135, n.5, p.391-401, 2010.

OZTURK, B.; OZKAN, Y.; YILDIZ, K. AVG application regimes play an important role on pre-harvest drop and ripening of 'Jonagold' apples. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 6, p. 3595-3604, 2015.

PETRI, J.L.; HAWERROTH, F.J.; LEITE, G.B. Maturação, qualidade e queda pré-colheita de maçãs 'imperial gala' em função da aplicação de aminoetoxivinilglicina. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p.599-608, 2010.

POEL, B.V.; STRAETEN, D.V.D. 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) in plants: more than just the precursor of ethylene. **Frontiers Plant Science**, Lausanne, v.5, n.640, p.1-11, 2014.

PRE-AYMARD, C.; WEKSLER, A.; LURIE, S. Responses of 'Anna', a rapidly ripening summer apple, to 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, 27: p.163-170, 2003.

STEFFENS, C.A.; GIEHL, R.F.H.; BRACKMANN, A. Maçã 'Gala' armazenada em atmosfera controlada e tratada com aminoetoxivinilglicina e ethephon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.9, p.837-843, 2005.

STEFFENS, C.A.; GUARIENTI, A.J.W.; STORCK, L.; BRACKMANN, A. Maturação da maçã 'Gala' com a aplicação pré-colheita de aminoetoxivinilglicina e ethephon. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.2, 434-440, 2006.

STEFFENS, C.A.; BRACKMANN, A.; PINTO, J.A.V.; EISERMANN, A.C. Respiratory rate of fruits of temperate climate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 42: p. 313-321, 2007.

WHALE, S. K.; SINGH, Z.; BEHBOUDIAN, M.H.; JANES, J.; DHALIWAL, S.S. Fruit quality in 'Cripps Pink' apple, especially colour, as affected by preharvest sprays of aminoethoxyvinylglycine and ethephon. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 115, n. 4, p. 342-351, 2008.

YILDIZ, K.; OZTURK, B.; OSKAN, Y. Effects of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest fruit drop, fruit maturity, and quality of 'Red Chief' apple. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.144, p.121-124, 2012.

YUAN, R.; CARBAUGH, D.H. Effects of ANA, AVG, and 1-MCP on ethylene biosynthesis, preharvest fruit drop, fruit maturity and quality 'Golden Delicious' apples. **HortScience**, Alexandria, v.42, n.1, p.101- 105, 2007.