

MATURAÇÃO, QUALIDADE E QUEDA PRÉ-COLHEITA DE MAÇÃS 'IMPERIAL GALA' EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE AMINOETOXIVINILGLICINA⁽¹⁾

JOSÉ LUIZ PETRI ⁽²⁾; FERNANDO JOSÉ HAWERROTH ^(3*); GABRIEL BERENHAUSER LEITE ⁽²⁾

RESUMO

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito de diferentes doses e épocas de aplicação de aminoetoxivinilglicina (AVG) sobre a maturação, qualidade e queda pré-colheita de maçãs 'Imperial Gala'. O estudo foi realizado em pomar comercial localizado em Fraiburgo (SC). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco repetições compostas de uma planta, sendo avaliados os seguintes tratamentos: 1. testemunha (sem aplicação); 2. 120 g ha⁻¹ de AVG aplicado quatro semanas antes do ponto de colheita presumido (SAPC); 3. 60 g ha⁻¹ de AVG (4 SAPC) + 60 g ha⁻¹ de AVG duas semanas (SAPC); 4. 120 g ha⁻¹ de AVG (2 SAPC); 5. 60 g ha⁻¹ de AVG (2 SAPC) + 60 g ha⁻¹ de AVG uma semana (SAPC); 6. 120 g ha⁻¹ de AVG (1 SAPC); 7. 60 g ha⁻¹ de AVG (1 SAPC); 8. 60 g ha⁻¹ de AVG (1SAPC) + 60 g ha⁻¹ de AVG no ponto de colheita (PC); 9. 60 g ha⁻¹ de AVG (PC). O controle da maturação de maçãs 'Imperial Gala' através da aplicação de AVG foi variável com as épocas e doses utilizadas. AVG retarda o desenvolvimento da coloração vermelha de maçãs, porém quando os frutos são colhidos no ponto de colheita comercial não foram verificadas diferenças na coloração vermelha entre frutos tratados e não tratados com AVG. O uso de AVG determinou atraso no início da colheita, sendo verificado o aumento da massa média dos frutos em alguns tratamentos. Aplicações de AVG realizadas próximas do ponto de colheita e em doses maiores mostraram-se mais efetivas no controle da queda pré-colheita de maçãs 'Imperial Gala'.

Palavras-chave: *Malus domestica*, regulador de crescimento, manejo da colheita, abscisão de frutos.

ABSTRACT

MATURATION, QUALITY AND PREHARVEST DROP OF 'IMPERIAL GALA' APPLES BY AMINOETHOXYVINILGLYCINE APPLICATION

The objective of this study was to evaluate the effect of dose and time of aminoethoxyvinylglycine (AVG) application on the maturity, quality and preharvest drop of 'Imperial Gala' apples. The study was carried out in commercial orchard located in Fraiburgo/SC. The experimental design was a randomized block, with five replications of one tree. The treatments evaluated were: 1. control (no application) 2. 120 g ha⁻¹ AVG applied 4 weeks before the predicted harvest date (WBPH), 3. 60 g ha⁻¹ AVG (4 WBPH) + 60 g ha⁻¹ AVG (2 WBPH); 4. 120 g ha⁻¹ AVG (2 WBPH); 5. 60 g ha⁻¹ AVG (2 WBPH) + 60 g ha⁻¹ AVG (1 WBPH); 6. 120 g ha⁻¹ AVG (1 WBPH); 7. 60 g ha⁻¹ AVG (1 WBPH); 8. 60 g ha⁻¹ AVG (1 WBPH) + 60 g ha⁻¹ AVG at predicted harvest date (PH); 9. 60 g ha⁻¹ AVG (PH). The efficiency of AVG application on maturation control of 'Imperial Gala' apples was dependent of time and dose sprayed. AVG reduced the development of red color, but when the fruits were harvested at commercial harvest date were not found differences on fruit red color between treated and untreated trees with AVG. AVG applications delayed the commercial harvest date, and increased the mean fruit weight in some treatments. High AVG concentrations sprayed closer of predicted harvest had more efficiency on preharvest fruit drop of 'Imperial Gala' apples.

Key words: *Malus domestica*, growth regulator, harvest management, fruit abscission.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 1.º setembro de 2009 e aceito em 26 de janeiro de 2010.

⁽²⁾ Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina –Epagri, Estação Experimental de Caçador, Caçador (SC). E-mail: petri@epagri.sc.gov.br; gabriel@epagri.gov.br.

⁽³⁾ Programa de Pós-graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia 'Eliseu Maciel', Universidade Federal de Pelotas, Pelotas (RS). E-mail: fjhawerroth@gmail.com. (*) Autor correspondente.

1. INTRODUÇÃO

As cultivares Gala e Fuji e seus clones são as principais cultivares utilizadas no sistema brasileiro de produção de maçãs, correspondendo por mais de 90% da produção nacional, estimada em 900,418 mil toneladas no ciclo 2007/2008 em 34 mil hectares cultivados com a cultura (ABPM, 2008).

Para a cultivar Gala, que representa aproximadamente 60% da produção brasileira de maçãs, o manejo da maturação dos frutos pode ser de grande importância econômica nas condições brasileiras. A 'Gala' e seus clones são de maturação rápida no período de colheita (ARGENTA, 1992), a qual associada à grande área de exploração desta cultivar, determina que parte dos frutos seja colhido em estado avançado de maturação, resultando em reduzida conservação pós-colheita dos frutos (ARGENTA et al., 2006; PETRI et al., 2006). Sob tais condições, também são observadas perdas significativas da produção devido à alta sensibilidade da cultivar Gala à queda dos frutos em pré-colheita (PETRI et al., 2007). Segundo WARD et al. (1999), a queda pré-colheita de maçãs é decorrente da ação do etileno que aumenta a síntese e atividade da celulase e poligalacturonase na zona de abscisão dos frutos.

A colheita dos frutos deve ser efetuada no período em que proporcione maiores condições de serem obtidos frutos com qualidade no fim do armazenamento. Segundo YUAN e CARBAUGH (2007), quando a colheita de maçãs é realizada antes da adequada maturação pode acarretar conservação deficiente e baixa resistência da polpa dos frutos. Considerando que macieiras 'Gala' possuem maturação acelerada e propensa à queda de frutos na pré-colheita, a aminoetoxivinilglicina (AVG) pode melhorar a qualidade dos frutos na frigoconservação pela colheita no ponto adequado e reduzir as perdas em pré-colheita.

A AVG é eficaz no controle da maturação de frutos e da queda de frutos em pré-colheita (BYERS et al., 2005; GREENE, 2005) devido à inibição da biossíntese do etileno através do bloqueio da conversão de S-adenosil-metionina (SAM) para ácido 1-carboxi-1-amino-ciclopropano (ACC), um precursor do etileno (YU e YANG, 1979). Vários trabalhos têm demonstrado que a AVG retarda a maturação, melhora a manutenção da qualidade dos frutos durante o armazenamento e possibilita atrasar o início da colheita (CHUN et al., 1997; SCHUPP e GREENE, 2004; PHAN-THIEN et al., 2004; STEFFENS et al., 2005). Outras substâncias podem ser utilizadas no manejo da colheita de maçãs, como o ácido naftalenoacético (ANA), que reduz significativamente a queda pré-colheita de frutos, embora seu uso possa aumentar a degradação do amido, reduzir a firmeza da polpa, e conseqüentemente diminuir a conservação pós-

colheita (MARINI et al., 1993; VENBURG et al., 2008). Por essa razão, prefere-se a utilização de AVG em relação ao ácido naftalenoacético na redução da queda pré-colheita de maçãs.

O uso de AVG na produção de maçãs é bem difundido no Brasil. Comercialmente a AVG é utilizada para controle da queda de frutos em pré-colheita e retardamento da maturação dos frutos, sendo aplicada quatro semanas antes do ponto de colheita (YUAN e CARBAUGH, 2007). Contudo, os resultados com a aplicação de AVG são inconstantes no controle maturação e nos índices de firmeza da polpa, cor da película, degradação de amido e acidez dos frutos (CLAYTON et al. 2000), variando com a cultivar, dose utilizada e época de aplicação (SCHUPP e GREENE, 2004; GREENE, 2005; PETRI et al., 2007). Além disso, a aplicação de AVG, na época recomendada, causa redução do acúmulo de pigmentos antocianicos na epiderme dos frutos, atraso no desenvolvimento da coloração vermelha nas maçãs (WANG e DILLEY, 2001; AMARANTE et al., 2002; LURIE, 2008), prejudicando sua qualidade visual (STEFFENS et al., 2005).

Partindo de evidências de GREENE (2002); PETRI et al. (2006; 2007) pode-se assumir como hipótese que aplicações de AVG próximas ao ponto de colheita, ou mesmo o parcelamento de doses, podem permitir maior desenvolvimento da coloração vermelha nos frutos, e ainda assim obter os benefícios do uso de AVG no controle da maturação e da queda pré-colheita de frutos. Desta forma, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito de diferentes doses e épocas de aplicação de AVG sobre a maturação, qualidade e queda pré-colheita de maçãs 'Imperial Gala'.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em pomar comercial localizado no município de Fraiburgo, SC (latitude 26° 46'S., longitude 51° O.) durante o ciclo 2005/2006. Foram utilizadas macieiras da cultivar Imperial Gala enxertadas sobre o porta-enxerto Marubakaido com interenxerto M.9, sendo as plantas espaçadas de 4 m entre fileiras e 1 m entre plantas, conduzidas no sistema líder central e manejadas de acordo com recomendações do sistema de produção da macieira (SANHUEZA et al., 2006).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com cinco repetições, sendo a unidade experimental composta por uma planta. Os tratamentos testados foram: 1. testemunha (sem aplicação); 2. 120 g ha⁻¹ de AVG aplicado quatro semanas antes do ponto de colheita presumido (SAPC); 3. 60 g ha⁻¹ de AVG (4 SAPC) + 60 g ha⁻¹ de AVG duas semanas (SAPC); 4. 120 g ha⁻¹ de AVG (2 SAPC); 5. 60 g ha⁻¹ de AVG

(2 SAPC) + 60 g ha⁻¹ de AVG uma semana (SAPC); 6. 120 g ha⁻¹ de AVG (1 SAPC); 7. 60 g ha⁻¹ de AVG (1 SAPC); 8. 60 g ha⁻¹ de AVG (1SAPC) + 60 g ha⁻¹ de AVG no ponto de colheita (PC); 9. 60 g ha⁻¹ de AVG (PC). Como fonte de AVG, utilizou-se o produto comercial Retain®, contendo 15% do ingrediente ativo. Nos tratamentos com AVG foi adicionado o espalhante adesivo siliconado Silwet® na concentração de 0,05%. Os tratamentos foram aplicados com pulverizador costal motorizado, com bico leque D-S, utilizando-se um volume médio de calda de 1000 L ha⁻¹.

A partir do início da maturação dos frutos do tratamento testemunha (0 g ha⁻¹ de AVG) foram realizadas amostragens de frutos para análise da firmeza de polpa (lb cm⁻²), sólidos solúveis totais (SST), índice de iodo-amido (0-9) e concentração de etileno nos frutos. Tais determinações foram realizadas de acordo com ARGENTA et al. (2006), utilizando amostras de cinco frutos por planta, colhidos aleatoriamente na porção mediana das plantas. A determinação da concentração de etileno nos frutos foi efetuada em 13/2/2006, quando atingido o ponto de colheita do tratamento testemunha.

A queda de frutos em pré-colheita foi quantificada mediante a contagem dos frutos caídos, determinando sua proporção em relação ao número total de frutos de cada planta, aos 7, 14, 30, 37 e 45 dias após o ponto de colheita do tratamento testemunha. A porcentagem de frutos colhidos por data de colheita foi obtida da relação do número de frutos colhidos por data de colheita com o número total de frutos colhidos por planta, sendo as colheitas realizadas aos 0, 7, 20, 30 e 39 dias após o ponto de colheita do tratamento testemunha. Os frutos colhidos foram contados e pesados em todas as colheitas efetuadas, e a partir da relação entre a massa total e

o número total de frutos colhidos foi obtida a massa média dos frutos. Com os frutos colhidos, foi efetuada a avaliação da porcentagem de frutos de acordo com a coloração vermelha da superfície dos frutos, consistindo da análise visual dos frutos colhidos, agrupando-os em três classes: 1) Frutos com epiderme de coloração vermelha inferior a 50% da superfície do fruto; 2) Frutos com epiderme de coloração vermelha entre 50% e 80% da superfície do fruto; 3) Frutos com epiderme de coloração vermelha superior a 80% da superfície do fruto.

As variáveis queda de frutos em pré-colheita e porcentagem de frutos colhidos por data de colheita foram transformadas através da expressão $(x+1)^{1/2}$, para então serem submetidas à análise de variância. As variáveis que revelaram significância pelo teste F ($p < 0,05$) tiveram as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de AVG proporcionou redução da produção de etileno em maçãs 'Imperial Gala' amostradas no ponto de colheita do tratamento testemunha (Tabela 1), não havendo diferenças significativas entre épocas e doses de AVG utilizadas. A redução da síntese de etileno relaciona-se à inibição na atividade da enzima 1-aminociclopropano-1-carboxílico sintase (JU e CURRY, 2000), bloqueando a conversão de S-adenosil-metionina (SAM) para ácido 1-carboxi-1-amino-ciclopropano (ACC), um precursor do etileno (YU e YANG, 1979).

A firmeza de polpa do tratamento testemunha no ponto de colheita, na média de 19,2 lb cm⁻², diferiu significativamente apenas dos tratamentos 120 g ha⁻¹ AVG (4 SAPC) e 120 g ha⁻¹ AVG (1 SAPC) em que havia

Tabela 1. Concentração de etileno em maçãs da cultivar Imperial Gala tratadas com AVG. Fraiburgo (SC), 2006

Tratamento	Etileno nos frutos (¹)
	µL L ⁻¹
Testemunha	0,596a
120 g ha ⁻¹ AVG (4 SAPC)	0,140b
60 g ha ⁻¹ AVG (4 SAPC) + 60 g ha ⁻¹ AVG (2 SAPC)	0,156b
120 g ha ⁻¹ AVG (2 SAPC)	0,158b
60 g ha ⁻¹ AVG (2 SAPC) + 60 g ha ⁻¹ AVG (1 SAPC)	0,218b
120 g ha ⁻¹ AVG (1 SAPC)	0,106b
60 g ha ⁻¹ AVG (1 SAPC)	0,165b
60 g ha ⁻¹ AVG (1SAPC) + 60 g ha ⁻¹ AVG (PC)	0,062b
60 g ha ⁻¹ AVG (PC)	0,220b
Média Geral	0,202
F (tratamento)	12,7**
CV (%)	47,2

(¹) Avaliação realizada no ponto de colheita do tratamento testemunha; SAPC: Semanas antes do ponto de colheita; PC: Ponto de colheita; *, ** Significativo a 5% e a 1% de probabilidade de erro pelo teste F respectivamente; Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

firmeza de polpa superior a 21,8 lb cm⁻² (Tabela 2). 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. Nas avaliações realizadas entre 19 e 38 dias após o ponto de colheita (DAPC) da testemunha não foram observadas diferenças significativas quanto às épocas e doses de AVG utilizadas. Aos 46 DAPC verificou-se que as aplicações realizadas a quatro e duas semanas antes do ponto de colheita na dose de 120 g ha⁻¹ de AVG, assim como a aplicada parcelada de 60 g ha⁻¹ de AVG a 4 SAPC + 60 g ha⁻¹ de AVG a 2 SAPC e 60 g ha⁻¹ de AVG a 1 SAPC + 60 g ha⁻¹ de AVG no ponto de colheita, proporcionaram firmeza de polpa superior a 15,7 lb cm⁻², sendo os únicos tratamentos com menor perda de firmeza em relação ao tratamento testemunha.

Os teores de sólidos solúveis totais foram superiores no tratamento testemunha, diferindo significativamente dos demais tratamentos com AVG na avaliação realizada no ponto de colheita do tratamento testemunha (Figura 1). De acordo com GREENE (2006), a aplicação de AVG pode reduzir os teores de sólidos solúveis totais nos frutos, presumivelmente devido ao atraso ou menor hidrólise do amido. Aos 19 DAPC, o tratamento testemunha ainda foi superior aos tratamentos de AVG, não diferindo significativamente apenas do tratamento 60 g ha⁻¹ de AVG aplicado no ponto de colheita. Os tratamentos 120 g ha⁻¹ de AVG (2SAPC), 60 g ha⁻¹ de AVG (2SAPC) + 60 g ha⁻¹ de AVG (1SAPC) e 60 g ha⁻¹ de AVG (1SAPC) + 60 g ha⁻¹ de AVG (PC) mantiveram-se com menores teores de sólidos solúveis totais em

relação ao tratamento testemunha aos 30 DAPC, porém nas avaliações posteriores não foram verificadas diferenças expressivas entre tratamentos.

Os tratamentos com AVG, indiferente da dose e época de aplicação, promoveram menor degradação do amido em açúcares solúveis nos frutos nas avaliações realizadas aos 0, 19 e 30 dias após o ponto de colheita do tratamento testemunha (Figura 1). Aos 38 dias após o ponto de colheita (DAPC) da testemunha, não foram observadas diferenças em relação aos índices de iodo amido, porém aos 46 DAPC a degradação do amido foi significativamente inferior à testemunha nos tratamentos 60 g ha⁻¹ de AVG (4 SAPC) + 60 g ha⁻¹ de AVG (2 SAPC) e 60 g ha⁻¹ de AVG (1SAPC) + 60 g ha⁻¹ de AVG (PC).

A aplicação de AVG determinou atraso da colheita (Figura 2), assim como observado em outros trabalhos (AMARANTE et al., 2002; PETRI et al., 2006; 2007). O tratamento testemunha iniciou a colheita em 13/2/2006, enquanto os demais tratamentos, à exceção de 60 g ha⁻¹ de AVG aplicado no ponto de colheita, iniciaram a colheita após 20 dias (3/3/2006). STOVER et al. (2003), aplicando 124 g ha⁻¹ de AVG, obtiveram atraso de sete e dez dias no início da colheita de macieiras 'McIntosh' em relação a plantas em que não foi efetuada a aplicação de AVG. PETRI et al. (2007), utilizando a mesma dose de AVG em macieiras 'Imperial Gala' obteve atraso do início de colheita em cerca de 11 dias, assim como PHANTHIE et al. (2004).

A data de colheita que proporcionou a maior porcentagem de frutos colhidos diferiu entre

Tabela 2. Firmeza de polpa em maçãs 'Imperial Gala' tratadas com AVG em distintas épocas de amostragem. Fraiburgo (SC), 2006

Tratamento	Firmeza de polpa				
	0DAPC ⁽¹⁾ (13/2)	19DAPC (2/3)	30DAPC (13/3)	38DAPC (21/3)	46DAPC (29/3)
	lb cm ⁻²				
Testemunha	19,2b	16,9a	15,5b	15,6a	13,9b
120 g ha ⁻¹ AVG (4 SAPC)	21,8a	18,7a	17,3ab	16,0a	15,8a
60 g ha ⁻¹ AVG (4 SAPC) + 60 g ha ⁻¹ AVG (2 SAPC)	21,1ab	18,2a	16,6ab	15,6a	15,8a
120 g ha ⁻¹ AVG (2 SAPC)	21,4ab	18,4a	17,4ab	16,0a	15,7a
60 g ha ⁻¹ AVG (2 SAPC) + 60 g ha ⁻¹ AVG (1 SAPC)	21,5ab	18,1a	16,8ab	15,7a	14,6ab
120 g ha ⁻¹ AVG (1 SAPC)	21,9a	18,3a	17,8a	15,9a	15,4ab
60 g ha ⁻¹ AVG (1 SAPC)	20,8ab	18,2a	16,6ab	15,7a	15,3ab
60 g ha ⁻¹ AVG (1SAPC) + 60 g ha ⁻¹ AVG (PC)	20,3ab	18,0a	17,0ab	15,6a	15,8a
60 g ha ⁻¹ AVG (PC)	20,3ab	17,8a	16,6ab	15,9a	15,4ab
Média Geral	20,9	18,1	16,8	15,8	15,3
F (tratamento)	2,4*	1,1ns	2,7*	0,2ns	3,6**
CV (%)	5,4	5,8	5,2	6,3	5,0

(¹) Dias após ponto de colheita do tratamento testemunha; SAPC: Semanas antes do ponto de colheita; PC: Ponto de colheita; ns - não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro; *, ** Significativo a 5 e a 1% de probabilidade de erro pelo teste F, respectivamente; Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

tratamentos. No tratamento testemunha, o maior número de frutos colhidos foi observado aos 20 dias após o início da colheita, aproximadamente 68% do total de frutos colhidos. Nesta colheita, nos tratamentos com AVG, observaram-se de 7,7% a 40,3% dos frutos colhidos. Para os tratamentos de AVG cuja aplicação foi efetuada até duas semanas antes do ponto de colheita, a maior porcentagem de frutos colhidos foi verificada aos 30 dias após o início da colheita do tratamento testemunha. Para as aplicações realizadas no ponto de colheita e até uma semana antes do ponto

de colheita, esta se concentrou aos 39 dias após o início da colheita.

O atraso no início da colheita nos tratamentos com AVG, exceto nos tratamentos 120 g ha⁻¹ de AVG (1 SAPC) e 60 g ha⁻¹ de AVG (PC), determinou aumento da massa média dos frutos em relação ao tratamento testemunha (Tabela 3), justificada pelo aumento do ciclo de floração-maturação. O tratamento testemunha resultou em massa média dos frutos igual a 117 g, enquanto no tratamento 120 g ha⁻¹ de AVG aplicado duas semanas antes do ponto de colheita, foi

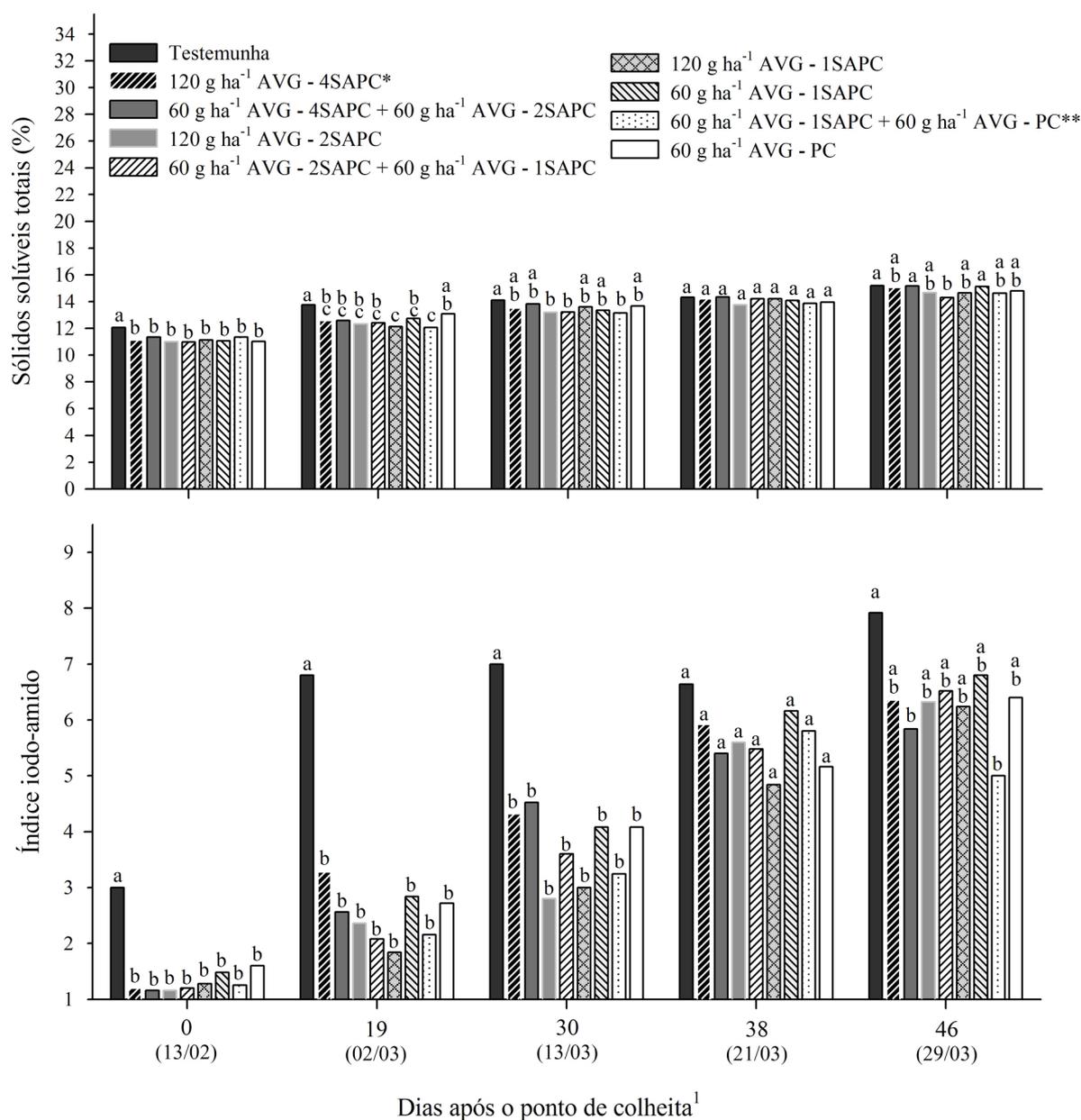


Figura 1. Sólidos solúveis totais (%) e índice de iodo-amido (escala de 1 a 9) em maçãs 'Imperial Gala' em distintos tratamentos com AVG. *SAPC – semanas antes do ponto de colheita da testemunha; **PC – ponto de colheita; (1) Dias após o ponto de colheita do tratamento testemunha. Médias seguidas da mesma letra dentro de cada data de amostragem não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Fraiburgo (SC), 2006.

verificada massa média dos frutos de 148,4 g, o que representa 26,5% de incremento na massa média dos frutos. AMARANTE et al. (2002) observaram aumento de 12,5% na massa média dos frutos após 35 dias da aplicação de 125 g h⁻¹ de AVG, enquanto PETRI et al. (2007) obtiveram aumento variando de 9,1% a 16,3% em função da aplicação de AVG. Segundo GREENE

(2002, 2006), o atraso no amadurecimento dos frutos proporcionado pelo AVG, permite a redução da queda pré-colheita e também que os frutos permaneçam na planta mais tempo, sendo possível aumento dos frutos em cerca de 1% a cada dia a mais que os frutos permanecem na planta. VENBURG et al. (2008) relataram que o aumento da massa média dos frutos devido ao

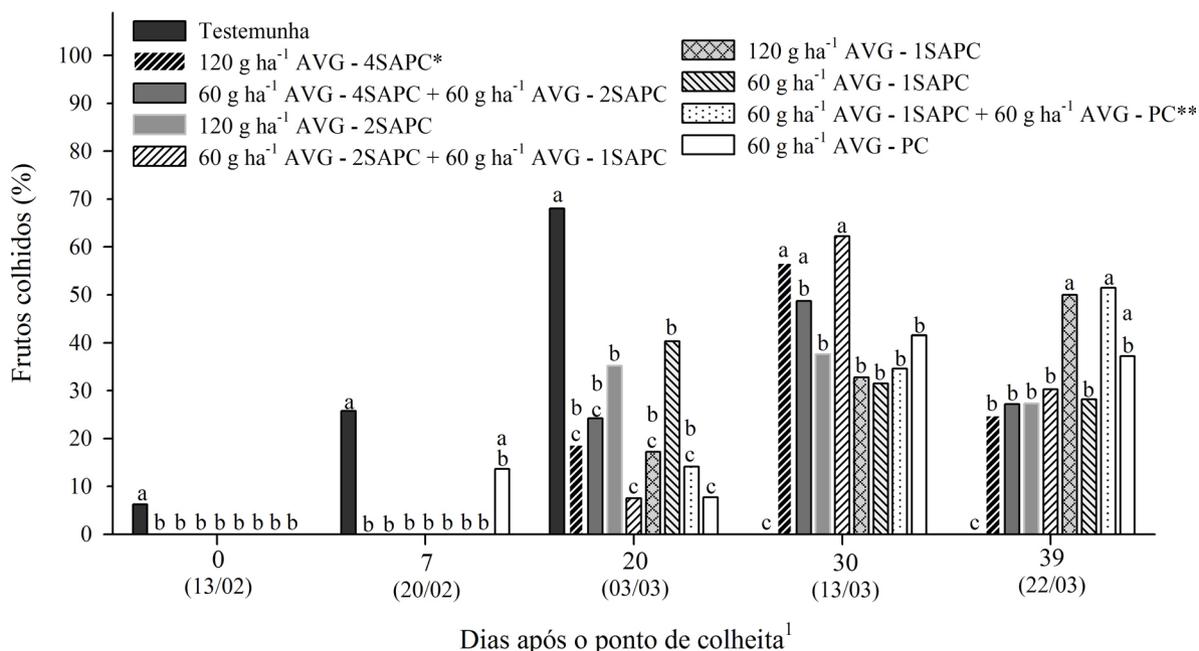


Figura 2. Porcentagem de frutos colhidos por data em macieiras 'Imperial Gala' tratadas com AVG. *SAPC – semanas antes do ponto de colheita da testemunha; **PC – ponto de colheita; (¹) Dias após o ponto de colheita do tratamento testemunha. Médias seguidas da mesma letra dentro de cada data de amostragem não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Fraiburgo (SC), 2006.

Tabela 3. Massa média dos frutos e porcentagem de frutos por classe de intensidade de coloração vermelha na epiderme de maçãs 'Imperial Gala' em resposta a diferenciados tratamentos com AVG. Fraiburgo (SC), 2006

Tratamento	Massa média dos frutos g	Frutos com coloração vermelha na epiderme		
		<50	50 a 80	>80
		%		
Testemunha	117,0c	9,4ab	45,9ab	44,7ab
120 g ha ⁻¹ AVG (4 SAPC)	134,9ab	6,1ab	43,0ab	50,9ab
60 g ha ⁻¹ AVG (4 SAPC) + 60 g ha ⁻¹ AVG (2 SAPC)	136,2ab	3,2ab	33,0b	63,8a
120 g ha ⁻¹ AVG (2 SAPC)	148,4a	4,0ab	34,9ab	61,1ab
60 g ha ⁻¹ AVG (2 SAPC) + 60 g ha ⁻¹ AVG (1 SAPC)	136,5ab	3,0ab	40,6ab	56,4ab
120 g ha ⁻¹ AVG (1 SAPC)	130,3bc	6,7ab	50,9ab	42,4ab
60 g ha ⁻¹ AVG (1 SAPC)	137,6ab	6,1ab	45,5ab	48,4ab
60 g ha ⁻¹ AVG (1SAPC) + 60 g ha ⁻¹ AVG (PC)	144,1ab	9,5a	51,0a	39,5b
60 g ha ⁻¹ AVG (PC)	130,2bc	2,6b	42,1ab	55,3ab
Média Geral	135,0	5,6	43,0	51,4
F (tratamento)	6,0**	3,1*	2,6*	3,1**
CV (%)	6,0	25,3	10,1	10,4

(¹) SAPC: Semanas antes do ponto de colheita; PC: Ponto de colheita; *, ** Significativo a 5% e a 1% de probabilidade de erro pelo teste F, respectivamente; Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

atraso da colheita decorrente do uso de AVG pode determinar incremento de até 11% na produtividade de macieiras 'Mondial Gala'.

A porcentagem de frutos, de acordo com a coloração vermelha na epiderme, foi pouco variável entre os tratamentos (Tabela 3), devido à avaliação ter sido realizada utilizando os frutos colhidos quando atingido o ponto de colheita de cada tratamento. Apesar da AVG atrasar o acúmulo de pigmentos antocianícos, reduziu o desenvolvimento da coloração vermelha nos frutos (WANG e DILLEY, 2001; AMARANTE et al., 2002). Esta coloração atingiu os mesmos níveis ou levemente inferiores à testemunha quando os frutos foram colhidos no ponto de colheita comercial, como salientado por PETRI et al. (2007).

A aplicação de AVG proporcionou redução das porcentagens de queda de frutos na cultivar Imperial Gala (Figura 3). Aos sete dias após o ponto de colheita, a porcentagem média de frutos caídos foi inferior a 1%, não sendo observadas diferenças entre tratamentos de elevada magnitude. A partir dos 14 dias após o ponto de colheita (DAPC), o tratamento testemunha foi o de maior porcentagem de frutos caídos, diferindo significativamente dos demais tratamentos, sendo esta mesma resposta observada aos 30 DAPC. As diferenças

entre os tratamentos com AVG e a testemunha quanto à queda de frutos tornaram-se menores nas avaliações aos 37 e 45 DAPC, quando as menores porcentagens de frutos caídos foram obtidos com 120 g ha⁻¹ de AVG (1 SAPC).

A maior porcentagem acumulada de frutos caídos foi observada no tratamento testemunha, onde o tratamento único que não diferiu significativamente deste foi de 60 g ha⁻¹ de AVG (4 SAPC) + 60 g ha⁻¹ de AVG (2 SAPC). GREENE (2002) relatou sobre a possibilidade de reduzir a dose de AVG aplicada e ainda controlar a queda de frutos, mediante aplicações próximas do ponto de colheita. No presente estudo, os melhores resultados quanto ao controle da queda de frutos em pré-colheita foram obtidos com 120 g ha⁻¹ de AVG (1 SAPC), com menos de 15,3% de frutos caídos ao final do ciclo, enquanto esta porcentagem foi superior a 65% no tratamento testemunha. Esses resultados evidenciam que aplicações de AVG próximas do ponto de colheita e em maiores doses são mais efetivas no controle da queda de frutos. Resposta similar foi obtida por SCHUPP e GREENE (2004) em macieiras 'McIntosh', em que o controle da queda de frutos aumentou linearmente com o aumento da dose de AVG, principalmente nas aplicações tardias, próximas do ponto de colheita. Em

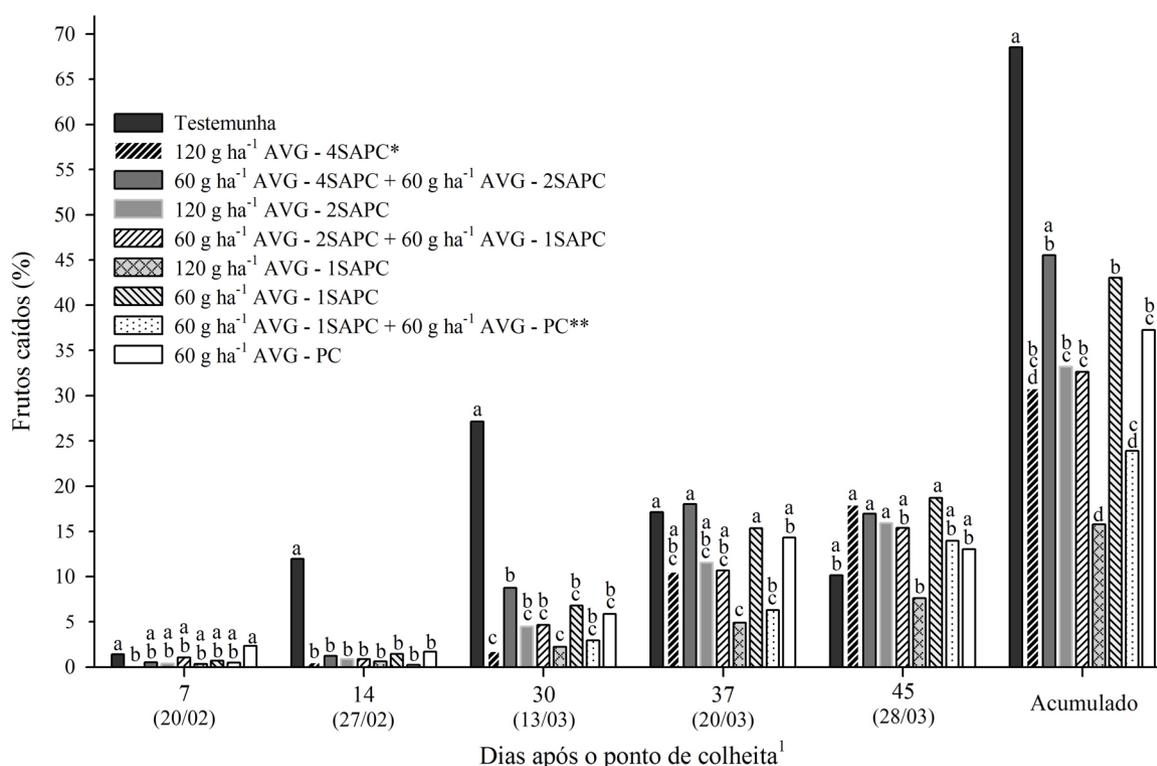


Figura 3. Queda de frutos por época de amostragem e queda de frutos acumulada em macieiras 'Imperial Gala' em função de tratamentos com AVG. *SAPC – semanas antes do ponto de colheita da testemunha; **PC – ponto de colheita. (¹) Dias após o ponto de colheita do tratamento testemunha. Médias seguidas da mesma letra dentro de cada data de amostragem não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Fraiburgo (SC), 2006.

relação à época de aplicação de AVG, PETRI et al. (2007) constataram que aplicações mais próximas do ponto de colheita comercial foram mais efetivas no controle de queda de frutos pré-colheita e no retardamento da perda de firmeza do que aplicações aos 30 ou 45 dias antes do ponto de colheita, corroborando com os resultados deste estudo.

4. CONCLUSÕES

1. A aplicação de AVG retarda o desenvolvimento da coloração vermelha de maçãs, porém, quando os frutos são colhidos no ponto de colheita comercial não se verificam diferenças na coloração vermelha entre frutos tratados e não tratados com AVG.

2. O uso de AVG determina atraso no início da colheita, sendo verificado o aumento da massa média dos frutos em alguns tratamentos (120 g ha⁻¹ de AVG aplicado duas semanas antes do ponto de colheita).

3. A efetividade da AVG no controle da maturação de maçãs 'Imperial Gala' varia com a época e a dose aplicada; aplicações de AVG realizadas próximas do ponto de colheita e em doses maiores são mais efetivas no controle da queda de maçãs 'Imperial Gala'.

REFERÊNCIAS

- ABPM. **Associação Brasileira de Produtores de Maçã**. Disponível em: <<http://www.abpm.org.br>> Acesso em 15 out. 2008.
- AMARANTE, C.V.T.; SIMIONI, A.; MEGGUER, C.A.; BLUM, L.E.B. Effect of aminoethoxyvinilglicine (AVG) on preharvest fruit drop and maturity of apples. **Revista Brasileira Fruticultura**, v.24, p.661-664, 2002.
- ARGENTA, L.C. Concentração interna de etileno e maturação de maçãs 'Gala', 'Golden Delicious' e 'Fuji'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.15, p.125-132, 1992.
- ARGENTA, L.C.; VIEIRA, M.J.; KRAMES, J.L., PETRI, J.L.; BASSO, C. AVG and 1-MCP effects on maturity and quality of apple fruit at harvest and after storage. **Acta Horticulturae**, n.727, p.495-499, 2006.
- BYERS, R.E.; CARBAUGH, D.H.; COMBS, L.D. Ethylene inhibitors delay fruit drop, maturity, and increase fruit size of 'Arlet' apples. **HortScience**, v.40, p.2061-2065, 2005.
- CHUN, J.; PARK, M.; HWANG, Y.; LEE, J. Effect of AVG on preharvest drop and fruit quality in Tsugaru apples. **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**, v.38, p.147-152, 1997.
- CLAYTON, M.; BIASI, W.V.; SOUTHWICK, S.M.; MITCHAM, E.J. ReTain[®] affects maturity and ripening of 'Bartlett' pear. **HortScience**, v.35, p.1294-1299, 2000.
- GREENE, D.W. An update on preharvest drop control of apples with aminoethoxyvinylglycine (ReTain). **Acta Horticulturae**, n.727, p.311-319, 2006.
- GREENE, D.W. Preharvest drop control of 'Delicious' apples as affected by aminoethoxyvinylglycine (AVG). **Journal of Tree Fruit Production**, v.3, p.1-10, 2002.
- GREENE, D.W. Time of aminoethoxyvinylglycine application influences preharvest drop and fruit quality of 'McIntosh' apples. **HortScience**, v.40, p.2056-2060, 2005.
- JU, Z.; CURRY, E.A. Evidence that a-farnesene biosynthesis during fruit ripening is mediated by ethylene regulated gene expression in apples. **Postharvest Biology and Technology**, v.19, p.9-16, 2000.
- LURIE, S. Regulation of ethylene biosynthesis in fruits by aminoethoxyvinylglycine and 1-methylcyclopropene. **Acta Horticulturae**, n.796, p.31-41, 2008.
- MARINI, R.P.; BYERS, R.E. SOWERS, D.L. Repeated applications of ANA control preharvest drop of "Delicious" apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.68, 247-253, 1993.
- PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; ARGENTA, L. C.; BASSO, C. . Ripening delay and fruit drop control in 'Imperial Gala' and 'Suprema' ('Fuji' Sport) apples by applying AVG (Aminoethoxyvinylglycine). **Acta Horticulturae**, n.727, p.519-525, 2006.
- PETRI, J.L.; LEITE, G.B.; ARGENTA, L.C. Eficácia do tratamento de AVG no controle da queda e maturação dos frutos de maçã, cultivar Imperial Gala. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, p.239-244, 2007.
- PHAN-THIEN, K.; WARGO, J.; MITCHELL, L.; COLLETT, M.; RATH, A. Delay in ripening of 'Gala' and 'Pink Lady' apples in commercial orchards following preharvest applications of aminoethoxyvinylglycine. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.44, p.807-813, 2004.
- SANHUEZA, R.M.V.; PROTAS, J.F.S.; FREIRE, J.M. **Manejo da Macieira no Sistema de Produção Integrada de Frutas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006. 164p.
- SCHUPP, J.R.; GREENE, D.W. Effect of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest drop, fruit quality, and maturation of 'McIntosh' apples: I. Concentration and timing of dilute applications of AVG. **HortScience**, v.39, p.1030-1035, 2004.
- STEFFENS, C.A.; GIEHL, R.F.H.; BRACKMANN, A. Maçã 'Gala' armazenada em atmosfera controlada e tratada com aminoetoxivinilglicina e ethephon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.837-843, 2005.
- STOVER, E.; FARGIONI, M.J.; WATKINS, C.B.; IUNGERMAN, K.A. Harvest management of Marshall 'MacIntosh' Apples: Effect of AVG, ANA, Ethephon and Summer pruning on preharvest drop and fruit quality. **HortScience**, v.38, p.1093-1099, 2003.

VENBURG, G.D.; HOPKINS, R.; RETAMALES, J.; LOPEZ, J.; HANSEN, J.; CLARKE, G.G.; SCHRÖDER, M.; RATH, A.C. Recent Developments in AVG Research. **Acta Horticulturae**, n.796, p.43-49, 2008.

WANG, Z.; DILLEY, D.R. Aminoethoxyvinylglycine, combined with ethephon, can enhance red color development without over-ripening apples. **HortScience**, v.36, p.328-331, 2001.

WARD, D.L.; BEERS, E.P.; BYERS, R.E., MARINI, R.P. Cutting apple fruits induces cellulase activity in the abscission zone. **HortScience**, v.34, p.601-603, 1999.

YU, Y.B.; YANG, S.F. Auxin-induced ethylene production and its inhibitors by aminoethoxyvinylglycine and cobalt ion. **Plant Physiology**, v.64, p.1074-1077, 1979.

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**, v.42, p.101-105, 2007.