

# Maçã 'Gala' armazenada em atmosfera controlada e tratada com aminoetoxivinilglicina e ethephon

Cristiano André Steffens<sup>(1)</sup>, Ricardo Fabiano Hettwer Giehl<sup>(1)</sup> e Auri Brackmann<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Dep. de Fitotecnia, CEP 97105-900 Santa Maria, RS. E-mail: cristianosteffens@bol.com.br, hetgiehl@yahoo.com.br, brackman@ccr.ufsm.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação pré-colheita de aminoetoxivinilglicina (AVG) e ethephon sobre a qualidade da maçã 'Gala', armazenada em atmosfera controlada. Os tratamentos avaliados foram: controle; ethephon (140 g ha<sup>-1</sup>); AVG (125 g ha<sup>-1</sup>); AVG (125 g ha<sup>-1</sup>) + ethephon (140 g ha<sup>-1</sup>); AVG (95 g ha<sup>-1</sup>); e AVG (95 g ha<sup>-1</sup>) + ethephon (140 g ha<sup>-1</sup>). Os tratamentos foram associados a três épocas de colheita: 131, 138 e 145 dias após pleno florescimento. O AVG e o ethephon foram aplicados, respectivamente, aos 30 e aos 7 dias antes da primeira colheita. A aplicação pré-colheita de AVG, combinado ou não com ethephon, proporcionou a obtenção de frutos mais firmes e com a cor de fundo da epiderme mais verde ao final do armazenamento, além de diminuir a ocorrência de podridões, distúrbios fisiológicos, a produção de etileno e a respiração dos frutos. Frutos tratados com ethephon apresentaram qualidade estatisticamente semelhante aos do tratamento controle. A aplicação de ethephon em plantas previamente tratadas com AVG não afetou a eficiência do AVG sobre a qualidade das maçãs armazenadas.

Termos para indexação: *Malus domestica*, AVG, qualidade.

## 'Gala' apple stored in controlled atmosphere and treated with aminoethoxyvinylglycine and ethephon

Abstract – The objective of this work was to evaluate the effect of preharvest sprays of aminoethoxyvinylglycine (AVG) combined or not with ethephon on the quality of 'Gala' apples stored in controlled atmosphere. The treatments were: control, ethephon (140 g ha<sup>-1</sup>), AVG (125 g ha<sup>-1</sup>), AVG (125 g ha<sup>-1</sup>) + ethephon (140 g ha<sup>-1</sup>), AVG (95 g ha<sup>-1</sup>) and AVG (95 g ha<sup>-1</sup>) + ethephon (140 g ha<sup>-1</sup>). These treatments were combined with harvest date at 131, 138 and 145 days after full bloom. The AVG and ethephon were applied 30 and 7 days before the first harvest, respectively. The application of AVG, combined or not with ethephon, afforded fruits with higher flesh firmness, greener peel color, reduced rot and physiological disorders incidence, lowered ethylene production and respiration. Fruits treated with ethephon showed a quality like control fruits. Application of ethephon in AVG treated plants did not affect the efficiency of AVG in the quality of apples after storage.

Index terms: *Malus domestica*, AVG, quality.

### Introdução

Vários trabalhos têm demonstrado que a aminoetoxivinilglicina (AVG) retarda a maturação, melhora a manutenção da qualidade dos frutos durante o armazenamento e possibilita adiar o início da colheita. Porém, a AVG também reduz o desenvolvimento da cor vermelha da epiderme de maçãs 'Gala' (Amarante et al., 2001; Brackmann & Waclawovsky, 2001), prejudicando a sua qualidade e seu valor de comercialização. Entretanto, o aumento na cor vermelha dos frutos pode ser obtido pela pulverização pré-colheita dos frutos com

ethephon que, após a absorção pela planta ou fruto, libera etileno. De acordo com Wang & Dilley (2001), a aplicação de ethephon em plantas de macieira tratadas com AVG possibilita a obtenção de frutos com coloração vermelha semelhante àqueles que não receberam o tratamento com AVG.

Embora o ethephon apresente o inconveniente de acelerar o processo de amadurecimento dos frutos, podendo reduzir o período de conservação da maçã (Fan et al., 1998), sua aplicação em frutos anteriormente tratados com AVG pode não estimular o amadurecimento,

pelo fato de a AVG inibir a síntese autocatalítica de etileno, que seria desencadeada pelo ethephon.

De acordo com Ju & Curry (2000), a aplicação pós-colheita de ethephon em frutos tratados com AVG estimulou a síntese de etileno em maçã 'Delicious', mas esse efeito foi menor do que nos frutos do tratamento controle ou tratados somente com ethephon. Segundo Wang & Dilley (2001), a aplicação de AVG, com subsequente aplicação do ethephon, retardou o início do climatério de maneira semelhante à aplicação de apenas AVG e afetou, marginalmente, o desenvolvimento da cor vermelha dos frutos. Assim, o uso do ethephon pode ser uma alternativa para manter a cor vermelha da maçã 'Gala', sem prejudicar o efeito da AVG sobre o retardamento da maturação e sobre a manutenção da qualidade durante o armazenamento.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação pré-colheita de AVG, combinado ou não com o ethephon, sobre a manutenção da qualidade da maçã 'Gala' colhida em diferentes datas e armazenada em atmosfera controlada.

## Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido com maçãs (*Malus domestica*) cultivar Gala, no ano agrícola 2000/2001. Os tratamentos de campo foram aplicados em macieiras de 12 anos, enxertadas sobre porta-enxerto EM-7, de um pomar comercial da empresa Agropecuária Schio Ltda., no Município de Vacaria, RS (50°42' W; 28°33' S; altitude: 955 m).

Os tratamentos avaliados foram aplicações de AVG (95 e 125 g ha<sup>-1</sup>) e ethephon (140 g ha<sup>-1</sup>) (controle, ethephon, AVG 125 g ha<sup>-1</sup>, AVG 125 g ha<sup>-1</sup> + ethephon, AVG 95 g ha<sup>-1</sup> e AVG 95 g ha<sup>-1</sup> + ethephon), com maçãs colhidas em três épocas, 131, 138 e 145 dias após pleno florescimento (DAPF). O AVG e o ethephon foram aplicados 30 e 7 dias antes da primeira colheita, respectivamente.

A fonte de AVG foi o produto Retain, com 15% de ingrediente ativo, e como fonte de ethephon foi utilizado o produto Ethrel, com 24% de ingrediente ativo. O momento da primeira colheita foi determinado pela coloração de fundo da epiderme e pela cor vermelha dos frutos do tratamento controle, os quais apresentavam pelo menos 50% da epiderme recoberta com cor vermelha.

A aplicação dos produtos nas macieiras foi realizada mecanicamente, com um turboatomizador com capacidade de 2.000 L acoplado a um trator. O volume da cal-

da utilizado foi de 1.000 L ha<sup>-1</sup>. O espalhante adesivo utilizado foi o Iharaguen-S, do grupo alquil-fenol-etoxilado, na concentração de 0,01% v/v.

Após a colheita, os frutos foram armazenados em minicâmaras de atmosfera controlada, à temperatura de 0,5°C e 1,2 kPa de O<sub>2</sub> + 2,5 kPa de CO<sub>2</sub> e umidade relativa de 96%. As pressões parciais dos gases foram obtidas mediante a diluição do O<sub>2</sub>, nas minicâmaras, com injeção de N<sub>2</sub> proveniente de um gerador de nitrogênio que utiliza o princípio "Pressure Swing Adsorption" (PSA), e posterior injeção de CO<sub>2</sub>, proveniente de cilindros de alta pressão, até atingir o nível estabelecido. A manutenção das pressões parciais desejadas dos gases, nas diferentes câmaras, que variavam em função da respiração dos frutos, foi realizada diariamente por analisadores eletrônicos de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>, marca Agri-datalog, e posterior correção até os níveis preestabelecidos. O O<sub>2</sub> consumido pela respiração foi repostado por meio da injeção de ar atmosférico nas minicâmaras. O CO<sub>2</sub> em excesso foi absorvido por uma solução de hidróxido de potássio (40% p/v), através da qual foram circulados os gases das minicâmaras. Após oito meses de armazenamento, a fim de avaliar o efeito dos tratamentos, foram realizadas as determinações de síntese de etileno, respiração, ocorrência de podridões e rachaduras, na saída dos frutos da câmara, e, além desses parâmetros, a firmeza de polpa, acidez titulável, ocorrência de degenerescência da polpa e polpa farinácea, após sete dias de exposição dos frutos a 20°C, conforme método a seguir.

Na análise da síntese de etileno, uma subamostra de aproximadamente 1.000 g de cada amostra foi acondicionada em recipientes de 5 L, hermeticamente fechados durante duas horas, a 20°C. Após esse período, com uma seringa de plástico de 1 mL, foram coletadas duas amostras da atmosfera do espaço livre desses recipientes, que foram imediatamente injetadas em um cromatógrafo a gás, marca Varian, modelo 3400, equipado com uma coluna de aço inox 1/8" de 0,70 m de comprimento, preparada com Porapak N80/100 e um detector de ionização de chama, com N<sub>2</sub> como gás de arraste. As temperaturas da câmara de injeção, coluna e detector foram: 90°C, 140°C e 200°C, respectivamente. O cromatógrafo foi acoplado a um microcomputador com software de curva de calibração, que fornecia os resultados em mL L<sup>-1</sup>. Por meio da concentração de etileno, do peso dos frutos, do volume do espaço livre no recipiente e do tempo, foi calculada a produção de etileno em mL kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>.

A respiração foi determinada pela produção de CO<sub>2</sub> pelos frutos. O ar do espaço livre do recipiente utilizado para determinação da síntese de etileno foi circulado através de um analisador eletrônico de CO<sub>2</sub>, marca Agri-Datalog, e por meio da concentração de CO<sub>2</sub>, do volume do espaço livre, do peso dos frutos e do tempo de fechamento, foi calculada a respiração em mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>.

A firmeza de polpa foi determinada na região equatorial dos frutos, em dois lados opostos, mediante remoção de uma pequena porção da epiderme e com auxílio de um penetrômetro equipado com ponteira de 11 mm de diâmetro. A acidez titulável foi determinada em uma amostra de 10 mL de suco dos frutos, previamente extraído de fatias transversais retiradas da região equatorial das maçãs e trituradas em uma centrífuga elétrica. Essa amostra foi diluída em 100 mL de água destilada e titulada com uma solução de hidróxido de sódio 0,1N até pH 8,1. A cor de fundo da epiderme foi determinada por um colorímetro eletrônico, marca Minolta, modelo CR310, utilizando-se a escala tridimensional de cor CIE L\*a\*b ou CIELAB, em que o L\* representa a claridade, a\* indica a variação da cor vermelha ao verde e b\* indica a variação da cor amarelo ao azul. Os resultados foram expressos pelo somatório dos valores de a\* e b\*. Assim, quanto maior o valor dessa soma, menos verdes ou mais amarelos estarão os frutos.

A fim de avaliar a degenerescência da polpa, foram feitos vários cortes na secção transversal dos frutos. Realizou-se, então, a contagem dos frutos que apresentavam regiões internas da polpa com qualquer tipo de escurecimento de aspecto umedecido. A polpa farinácea foi determinada pela avaliação visual e quantificação dos frutos que apresentavam sintomas como polpa seca e pouca suculência. As rachaduras foram determinadas por meio da contagem de frutos com epiderme ou polpa rachada, e as podridões foram avaliadas pela contagem dos frutos afetados, interna e externamente, com lesões maiores do que 5 mm de diâmetro causadas por patógenos. Os parâmetros firmeza de polpa, acidez titulável e ocorrência de degenerescência da polpa e polpa farinácea foram avaliados após sete dias de exposição dos frutos a 20°C.

A análise de variância seguiu o modelo do delineamento de blocos ao acaso, com seis repetições compostas por unidade experimental de 20 frutos. Dados em porcentagem foram transformados para  $\arcsin(x/100)^{0,5}$ , antes de se proceder à análise da variância. As médias foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

A síntese de etileno e a respiração foram reduzidas pela aplicação pré-colheita de AVG, seguida ou não da aplicação de ethephon (Tabela 1). Essa redução na síntese de etileno está relacionada à inibição na atividade enzima 1-aminociclopropano-1-carboxílico sintase pela AVG (Ju & Curry, 2000). Outros trabalhos também constataram resultado semelhante nas cultivares Super Red Delicious (Fan et al., 1998), Jonagored Jonagold (Mir et al., 1999), Delicious (Ju & Curry, 2000), Jonagold (Wang & Dilley, 2001) e Gala (Brackmann & Waclawovsky, 2001; Wang & Dilley, 2001). Waclawovsky (2001) afirma que o efeito da AVG sobre a respiração pode estar relacionado à menor produção de etileno pelos frutos, pois a respiração é considerada um processo dependente do etileno (Pre-Aymard et al., 2002).

Mir et al. (1999), com a cultivar Jonagored Jonagold, verificaram no tratamento com AVG mais ethephon, uma produção de etileno intermediária ao tratamento controle e com AVG. Wang & Dilley (2001), com as cultivares Jonagold e Gala, também constataram, nos frutos tratados com AVG e ethephon, uma produção de etileno semelhante à dos frutos tratados somente com AVG, e em algumas avaliações, foi observada menor produção de etileno. Esses resultados devem estar relacionados ao fato de a AVG impedir a produção autocatalítica de etileno, que seria desencadeada pelo etileno liberado do ethephon.

A aplicação pré-colheita apenas de ethephon aumentou a síntese de etileno e a respiração, em relação ao tratamento controle (Tabela 1), por causa do estímulo na autocatalise pelo etileno liberado da hidrólise do ethephon. Em outras cultivares, Jonagold e Delicious, também foi observado aumento na síntese de etileno e da respiração, em virtude da aplicação de ethephon (Fan et al., 1998; Ju & Curry, 2000; Wang & Dilley, 2001).

A firmeza de polpa foi maior nos frutos tratados com AVG (Tabela 2), o que confirma resultados obtidos em maçã por Brackmann & Waclawovsky (2001), pêssego e nectarina por Byers (1997) e caqui por Ferri et al. (2002). A resposta da firmeza de polpa ao AVG está diretamente relacionada à redução na síntese de etileno nos frutos. De acordo com Johnston et al. (2001) e Majumder & Mazumdar (2002), a presença de etileno é necessária para a atividade das enzimas responsáveis pela perda de firmeza de polpa. Majumdar & Mazumdar (2002) constataram que o aumento na atividade da poligalacturonase foi altamente correlacionada à evolução de etileno.

Em comparação ao tratamento controle, a aplicação pré-colheita somente de ethephon não apresentou efeito sobre a firmeza de polpa (Tabela 2), embora esses frutos tenham produzido mais etileno do que os frutos do tratamento controle (Tabela 1). Possivelmente a concentração mínima interna de etileno, fisiologicamente ativa para desencadear e acelerar o processo de degradação da parede celular e, conseqüentemente, para a redução na firmeza de polpa, foi alcançada em ambos os tratamentos.

A acidez titulável não apresentou diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 2), sendo confirmado os resultados obtidos por Waclawovsky (2001). Da mesma forma que o AVG não influenciou a acidez titulável, a aplicação pré-colheita de ethephon também não apresentou efeito (Tabela 2), que é o mesmo resultado observado na maçã 'Fuji' (Fortes, 1984). Brackmann et al. (2000a, 2000b) mostraram que ao

final do armazenamento, a acidez titulável da maçã 'Gala' foi semelhante, quando armazenada em atmosfera controlada com concentrações de 1,5 mL L<sup>-1</sup> ou 0,04 mL L<sup>-1</sup> de etileno. Esses resultados, além dos obtidos no presente trabalho, evidenciam que o processo de degradação dos ácidos pode não ser influenciado pelo etileno.

A aplicação pré-colheita de AVG, combinada ou não com o ethephon, manteve a epiderme dos frutos mais verde, principalmente na concentração de 125 g ha<sup>-1</sup>, na avaliação realizada na saída dos frutos da câmara (Tabela 1). Na avaliação realizada após sete dias a 20°C, a AVG manteve a cor mais verde, porém sem diferença entre as concentrações, o que confirma os resultados obtidos por Waclawovsky (2001). Ferri et al. (2002) citam que a AVG inibe a síntese e a atividade das clorofilases, porém o mecanismo não está bem esclarecido. Provavelmente, esse efeito seja indireto, causado pela menor produção de etileno pelos frutos, pois

**Tabela 1.** Síntese de etileno, respiração e cor de fundo da epiderme de maçãs cultivar Gala, colhidas em diferentes datas, aos 131 e 138 dias após pleno florescimento, após 8 meses em atmosfera controlada e após sete dias de exposição a 20°C, em razão do tratamento pré-colheita de aminoetoxivinilglicina (AVG) e ethephon<sup>(1)</sup>.

Tratamentos	Saída da câmara			Após 7 dias a 20°C		
	131	138	Média	131	138	Média
Síntese de etileno (µL kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> )						
Controle	0,53	0,41	0,47a	1,05	0,61	0,83b
Ethephon <sup>(2)</sup>	0,53	0,50	0,51a	1,35	1,09	1,22a
AVG (125 g ha <sup>-1</sup> )	0,16	0,26	0,21b	0,40	0,30	0,35c
AVG (125 g ha <sup>-1</sup> ) + Ethephon	0,16	0,27	0,21b	0,30	0,34	0,32c
AVG (95 g ha <sup>-1</sup> )	0,21	0,40	0,31ab	0,46	0,44	0,45c
AVG (95 g ha <sup>-1</sup> ) + Ethephon	0,20	0,35	0,28ab	0,30	0,60	0,45c
Média	0,29A	0,36A		0,64A	0,56A	
CV (%)		75,65			55,32	
Respiração (mL CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> )						
Controle	15,03Bb	9,16Cab	-	26,94Ab	13,80Ba	-
Ethephon	23,07Aa	10,20Ca	-	63,07Aa	13,26Bab	-
AVG (125 g ha <sup>-1</sup> )	11,90Bc	6,41Cc	-	14,10Ac	5,32Bc	-
AVG (125 g ha <sup>-1</sup> ) + Ethephon	10,77Bc	6,76Cc	-	11,68Ac	6,02Bbc	-
AVG (95 g ha <sup>-1</sup> )	11,58Bc	7,67Cbc	-	16,27Ac	6,85Babc	-
AVG (95 g ha <sup>-1</sup> ) + Ethephon	10,82Bc	7,98Cbc	-	11,66Ac	7,65Babc	-
CV (%)		23,89			48,77	
Cor da epiderme (CIE - a+b)						
Controle	47,7	47,8	49,5a	46,6	46,8	46,7b
Ethephon	45,2	44,8	47,1b	48,6	48,9	48,8a
AVG (125 g ha <sup>-1</sup> )	37,4	40,7	41,2d	42,6	42,8	42,7c
AVG (125 g ha <sup>-1</sup> ) + Ethephon	37,6	40,0	41,3d	41,5	43,3	42,4c
AVG (95 g ha <sup>-1</sup> )	38,5	39,9	42,4cd	43,2	43,0	43,1c
AVG (95 g ha <sup>-1</sup> ) + Ethephon	38,8	41,6	43,9c	43,5	44,3	43,9c
Média	41,0C	42,5B		44,3A	44,8A	
CV (%)		6,74			5,06	

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical, não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

<sup>(2)</sup>A dose de ethephon utilizada foi de 140 g ha<sup>-1</sup>.

Johnston et al. (2002) constataram que o início do amarelecimento de maçã coincidiu com o aumento na concentração interna de etileno, e que frutos expostos ao etileno apresentaram maior atividade de enzimas que degradam clorofilas.

A ocorrência de podridões, após oito meses de armazenamento e mais sete dias de exposição dos frutos a 20°C, foi menor nos tratamentos com AVG (Tabela 3). Constatou-se, após sete dias a 20°C, uma intensa ocorrência de podridões nos frutos da terceira colheita (145 DAPF), o que impediu a análise dos demais parâmetros. Possivelmente, frutos tratados com AVG apresentaram menor incidência de podridões em virtude do estágio de maturação menos avançado no momento da colheita, uma vez que frutos imaturos são menos suscetíveis a podridões do que frutos maduros (Wills et al., 1981). Brackmann & Saquet (1995) afirmaram que frutos em estádios mais avançados de maturação apresentam pouca resistência à penetração e ao desenvolvimento de patógenos.

A presença de rachaduras nos frutos foi verificada somente na avaliação realizada na saída da câmara (Tabela 3). O tratamento apenas com ethephon apresentou maior ocorrência de rachaduras, e o tratamento com AVG, combinado ou não com ethephon, apresentou os menores valores. De acordo com Saquet (1997), as rachaduras ocorrem em frutos com polpa farinácea. A incidência de polpa farinácea foi menor nos frutos tratados com AVG, com ou sem posterior aplicação de ethephon (Tabela 3). O efeito do AVG sobre o controle da ocorrência de polpa farinácea e rachaduras está associado à sua ação da redução da síntese de etileno, pois o etileno pode incrementar a incidência desses distúrbios por acelerar o amadurecimento dos frutos (Saquet, 1997). Waclawovsky (2001) também obteve menor incidência de rachaduras e polpa farinácea com a aplicação pré-colheita de AVG. A menor ocorrência desses distúrbios fisiológicos talvez possa ser atribuída

**Tabela 2.** Firmeza de polpa e acidez titulável de maçãs cultivar Gala, colhidas em diferentes datas, aos 131 e 138 dias após pleno florescimento, após oito meses em atmosfera controlada e após sete dias de exposição a 20°C, em razão do tratamento pré-colheita de aminoetoxivinilglicina (AVG) e ethephon<sup>(1)</sup>.

Tratamentos	Firmeza de polpa (N)			Acidez titulável (cmol L <sup>-1</sup> )		
	131	138	Média	131	138	Média
Controle	46,0	48,0	47,0b	3,97	3,41	3,69a
Ethephon <sup>(2)</sup>	45,9	43,3	44,6b	4,12	3,54	3,83a
AVG (125 g ha <sup>-1</sup> )	55,0	59,6	57,3a	4,24	3,58	3,91a
AVG (125 g ha <sup>-1</sup> ) + Ethephon	59,9	51,7	55,8a	4,11	3,85	3,98a
AVG (95 g ha <sup>-1</sup> )	56,4	58,6	57,5a	4,52	3,62	4,07a
AVG (95 g ha <sup>-1</sup> ) + Ethephon	59,5	52,9	56,2a	4,55	3,67	4,11a
Média	53,8A	52,4A		4,25A	3,61B	
CV (%)		18,33			9,22	

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical, não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. <sup>(2)</sup>A dose de ethephon utilizada foi de 140 g ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 3.** Ocorrência de podridões e distúrbios fisiológicos em maçãs cultivar Gala, colhidas em diferentes datas, após oito meses em atmosfera controlada e mais sete dias de exposição dos frutos a 20°C, em razão do tratamento pré-colheita de AVG e ethephon<sup>(1)</sup>.

Tratamentos	Podridões (%)		Polpa farinácea <sup>(2)</sup> (%)	Rachaduras <sup>(3)</sup> (%)	Degenerescência da polpa <sup>(2)</sup> (%)
	Saída da câmara	7 dias a 20°C			
Controle	50,4a	82,9a	54,8a	12,6b	50,4a
Ethephon <sup>(4)</sup>	57,3a	92,2a	62,6a	17,3a	62,4a
AVG (125 g ha <sup>-1</sup> )	15,5b	57,2bc	22,6b	8,2bc	24,4b
AVG (125 g ha <sup>-1</sup> ) + Ethephon	12,1b	45,0c	16,6b	4,5c	18,2b
AVG (95 g ha <sup>-1</sup> )	21,2b	63,5b	26,0b	7,4c	20,8b
AVG (95 g ha <sup>-1</sup> ) + Ethephon	21,8b	57,3b	26,3b	5,7c	26,9b
CV (%)	45,52	22,96	38,32	55,57	35,35

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. <sup>(2)</sup>Parâmetro avaliado na saída da câmara. <sup>(3)</sup>Parâmetro avaliado após sete dias a 20°C. <sup>(4)</sup>A dose de ethephon utilizada foi de 140 g ha<sup>-1</sup>.

à menor degradação da pectina na parede das células da polpa, já que os frutos tratados com AVG estavam mais firmes.

A ocorrência de degenerescência da polpa foi menor nos frutos das plantas tratadas com AVG, combinado ou não com ethephon (Tabela 3). Outros trabalhos também obtiveram redução na ocorrência de degenerescência da polpa em maçãs com a aplicação de AVG (Brackmann & Waclawovsky, 2001; Waclawovsky, 2001). De acordo com Saquet (1997), a degenerescência da polpa, relacionada à senescência dos frutos, é afetada pelo etileno.

O atraso na data de colheita causou redução na acidez titulável e maior amarelecimento dos frutos (Tabelas 1 e 2), comportamento considerado normal, causado pelo amadurecimento dos frutos, também observado por Argenta & Mondardo (1994), Bowen & Watkins (1997) e Wang & Dilley (2001). Além disso, a ocorrência de podridões e de distúrbios fisiológicos aumentou com o atraso na data de colheita.

Comparando-se a qualidade dos frutos tratados com AVG e colhidos com 138 DAPF, à dos frutos do tratamento controle colhidos com 131 DAPF, pode-se afirmar que o AVG permite atrasar a colheita em pelo menos sete dias, pois esses frutos apresentavam qualidade superior àqueles do tratamento controle.

## Conclusões

1. A aplicação de AVG em pré-colheita mantém a qualidade da maçã 'Gala' após o armazenamento em atmosfera controlada, e após a exposição a 20°C durante sete dias.

2. O ethephon, aplicado em macieiras tratadas com AVG para aumentar a cor vermelha da epiderme dos frutos, não reduz o efeito do AVG no controle do amadurecimento, durante o armazenamento.

3. O atraso na colheita resulta em frutos com menor qualidade após o armazenamento, porém a aplicação de AVG permite retardar a colheita da maçã 'Gala' em pelo menos sete dias.

## Referências

AMARANTE, C.V.T. do; SIMIONI, A.; BLUM, L.E.B.; MEGGUER, C.; KRAMMES, J.G. Fruit ripening of apples is

delayed by preharvest treatment with aminoethoxyvinylglycine (AVG). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 8., 2001, Ilhéus. **Anais**. Ilhéus: SBFV, 2001. 1 CD-ROM.

ARGENTA, L.C.; MONDARDO, M. Maturação na colheita e qualidade de maçãs 'Gala' após a armazenagem. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.6, p.135-140, 1994.

BOWEN, J.H.; WATKINS, C.B. Fruit maturity, carbohydrate and mineral content relationships with watercore in 'Fuji' apples. **Postharvest Biology and Technology**, v.11, p.31-38, 1997.

BRACKMANN, A.; HUNSCHE, M.; STEFFENS, C.A. Conservação da maçã 'Fuji' sob diferentes temperaturas, umidades relativas e momentos da instalação da atmosfera de armazenamento. **Ciência Rural**, v.30, p.81-84, 2000a.

BRACKMANN, A.; SAQUET, A.A. Armazenamento de maçã cv. Gala em atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.1, p.55-60, 1995.

BRACKMANN, A.; STEFFENS, C.A.; NEUWALD, D.A.; MELLO, A.M. de. Armazenamento de maçã 'Royal Gala' sob diferentes concentrações de etileno. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.6, p.39-41, 2000b.

BRACKMANN, A.; WACLAWOVSKY, A.J. Responses of 'Gala' apples to preharvest treatment with AVG and low ethylene CA storage. **Acta Horticulturae**, v.553, p.155-157, 2001.

BYERS, R.E. Peach and nectarine fruit softening following aminoethoxyvinylglycine sprays and dips. **HortScience**, v.32, p.86-88, 1997.

FAN, X.T.; MATTHEIS, J.P.; BUCHANAN, D. Continuous requirement of ethylene for apple fruit volatile synthesis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.46, p.1959-1963, 1998.

FERRI, V.C.; RINALDI, M.M.; DANIELI, R.; LUCHETTA, L.; ROMBALDI, C.V. Controle da maturação de caquis 'Fuyu' com uso de aminoetoxivinilglicina e ácido giberélico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, p.344-347, 2002.

JOHNSTON, J.W.; HEWETT, E.W.; HERTOOG, M.L.A.T.; HARKER, F.R. Temperature induces differential softening responses in apple cultivars. **Postharvest Biology and Technology**, v.23, p.185-196, 2001.

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.

MAJUMDER, K.; MAZUMDAR, B.C. Changes of pectic substances in developing fruits of cape-gooseberry (*Physalis peruviana* L.) in relation to the enzyme activity and evolution of ethylene. **Scientia Horticulturae**, v.96, p.91-101, 2002.

MIR, N.A.; PEREZ, R.; SCHWALLIER, P.; BEAUDRY, R. Relationship between ethylene response manipulation and volatile

production in Jonagold variety apples. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.47, p.2653-2659, 1999.

PRE-AYMARD, C.; WEKSLER, A.; LURIE, S. Responses of 'Anna', a rapidly ripening summer apple, to 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, v.21, p.19-24, 2002.

SAQUET, A.A. **Efeito das temperaturas e concentrações de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> sobre a qualidade da maçã cultivar Gala durante o armazenamento em atmosfera controlada**. 1997. 105p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

WACLAWOVSKY, A.J. **Controle da maturação de maçãs (*Malus domestica* Borkh.) cv. Gala, com aplicação pré-colheita de aminoetoxivinilglicina (AVG)**. 2001. 134p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

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.

WILLS, R.H.H.; LEE, T.H.; GRAHAM, D.; McGLASSON, W.B.; HALL, E.G. **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables**. Granada: London, 1981. 163p.

---

Recebido em 30 de setembro de 2004 e aprovado em 2 de março de 2005