

CONTROLE DA QUEDA PRÉ-COLHEITA DE MAÇÃS 'GALA' E 'FUJI' COM AMINOETOXIVINILGLICINA E ETHEPHON

PREHARVEST DROP CONTROLLED OF 'GALA' AND 'FUJI' APPLES WITH AMINOETHOXYVINYLGLYCINE AND ETHEPHON

STEFFENS, Cristiano A.¹; SESTARI, Ivan²; BRACKMANN, Auri³

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi de avaliar o efeito da aplicação pré-colheita de aminoetoxivinilglicina (AVG) combinado com o ethephon e diferentes épocas de colheita no controle queda pré-colheita de maçãs 'Gala' e 'Fuji'. Os tratamentos utilizados foram: Controle; ethephon (ácido 2-cloroetil-fosfônico - 140g ha^{-1}); AVG (125g ha^{-1}); AVG (125g ha^{-1}) + ethephon (140g ha^{-1}); AVG (95g ha^{-1}); e AVG (95g ha^{-1}) + ethephon (140g ha^{-1}), combinados com quatro épocas de colheita, 131 dias após a plena floração (DAPF), 138 DAPF, 145 DAPF e 152 DAPF para a cultivar Gala e 175 DAPF, 182 DAPF, 189 DAPF e 196 DAPF para a cultivar Fuji. O AVG e o ethephon foram aplicados 30 e 7 dias antes da primeira colheita, respectivamente. Segundo os resultados, a aplicação pré-colheita de AVG combinada ou não com ethephon, apresentou controle na queda pré-colheita de frutos da maçã 'Gala', principalmente na concentração de 125g ha^{-1} . Porém, na 'Fuji', o AVG não apresentou efeito.

Palavras-chave: AVG, etileno, abscisão, *Malus domestica*.

INTRODUÇÃO

A queda pré-colheita de frutos é um dos problemas mais frequentes na produção de maçãs, a qual ocorre antes da colheita comercial dos frutos (MASIA et al., 1998).

Esta queda de frutos esta relacionada com a ação do etileno (BURG, 1968; MONSELISE, 1974). BEYER JR. & MORGAN (1971) afirmam que o etileno apresenta diversas funções no controle da abscisão, isto é, modifica o transporte de auxinas e induz tanto a síntese como a atividade de enzimas que atuam no processo de abscisão. O etileno causa abscisão por inibir a síntese de auxinas, pela redução da conversão de triptofano para auxina ou por aumentar a destruição de auxinas, através do incremento na atividade da IAA oxidase, ou pelo fato do etileno acelerar a senescência, desenvolvendo uma ação degradativa da parede celular (BURG, 1968). De acordo com SEXTON & ROBERTS (1982), a degradação de polissacarídeos da parede celular, por hidrolases extracelulares, é crucial durante a abscisão de folhas de feijão, sendo a degradação da parede celular, na zona de abscisão, associada com o aumento da atividade de celulasas (HORTON & OSBORNE, 1967).

Segundo SIMIONI et al. (2001), o etileno estimula a síntese e atividade de celulasas e poligalacturonases na zona de abscisão de maçãs, sendo que a aplicação de ethephon, substância liberadora de etileno, causou um aumento da atividade da poligalacturonase e celulase na zona de abscisão de maçã (PANDITA & JINDAL, 1991). Em pêssegos, BONGHI

et al. (1992) também obtiveram maior atividade das enzimas celulase e poligalacturonase com a aplicação de etileno.

Tem sido estabelecido que o aminoetoxivinilglicina (AVG), um inibidor da síntese de etileno, apresenta excelente controle da queda de frutos e da maturação (BANGERTH, 1978; MASIA et al., 1998; SIMIONI et al., 2001; WACLAWOVSKY, 2001; PETRI et al., 2002), entretanto reduz o acúmulo de pigmentos antocianicos na epiderme do fruto (WACLAWOVSKY, 2001), prejudicando a sua qualidade visual.

A aplicação de ethephon em frutos tratados com AVG é uma alternativa eficiente para normalizar a síntese da cor vermelha sem acelerar a maturação dos frutos (WANG & DILLEY, 2001; STEFFENS, 2003). Assim, a aplicação de ethephon, em macieiras tratadas com AVG, não reduz o efeito deste sobre o controle da maturação dos frutos e possibilita a obtenção de frutos com melhor qualidade visual. Entretanto, o uso isolado de ethephon aumenta a queda pré-colheita de frutos (LOONEY, 1975; GREENE et al., 1977a; GREENE et al., 1977b), podendo, em plantas tratadas com AVG, neutralizar o efeito do AVG sobre o controle da queda de frutos.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi de avaliar o efeito da aplicação pré-colheita de aminoetoxivinilglicina (AVG) combinado com o ethephon sobre queda pré-colheita de maçãs 'Gala' e 'Fuji' colhidas em diferentes épocas.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos no ano agrícola 2000/2001 dois experimentos com maçãs (*Malus domestica*, Borkh.) cultivares Gala e Fuji, macieiras de 12 anos, nas quais foram aplicados os tratamentos, em pomares comerciais, no município de Vacaria, RS, (longitude: 50°42' W; latitude: 28°33' S; altitude: 955m).

Os tratamentos constituíram-se da pulverização pré-colheita de soluções com aminoetoxivinilglicina (AVG) ou ethephon (ácido 2-cloroetil-fosfônico) sobre as plantas, em combinação com épocas de colheita, sendo: controle (sem aplicação); ethephon (140g ha^{-1}); AVG (125g ha^{-1}); AVG (125g ha^{-1}) + ethephon (140g ha^{-1}); AVG (95g ha^{-1}); e AVG (95g ha^{-1}) + ethephon (140g ha^{-1}), combinados com quatro épocas de colheita, 131 dias após a plena floração (DAPF), 138 DAPF, 145 DAPF e 152 DAPF para a cultivar Gala, e 175 DAPF, 182 DAPF, 189 DAPF e 196 DAPF, para a cultivar Fuji. No tratamento controle não foi aplicado água

¹ Eng. Agro., Msc., Aluno do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97119-900, Santa Maria – RS. E-mail: cristianosteffens@bol.com.br. *Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor

² Eng. Agro. Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97119-900, Santa Maria – RS. E-mail: isestari@bol.com.br.

³ Eng. Agro., Dr., Professor Adjunto, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97119-900, Santa Maria – RS. E-mail: brackman@ccr.ufsm.br.

(Recebido para publicação em 06/10/2003, Aprovado em 22/08/2005)

A fonte de AVG foi o produto comercial Retain[®], com 15% de ingrediente ativo, aplicado 30 dias antes da primeira colheita (DAPC), em ambas as cultivares. Como fonte de ethephon foi utilizado o produto comercial Ethrel[®], com 24% de ingrediente ativo, aplicado 7 DAPC para ambas as cultivares. A primeira colheita foi determinada a partir da qualidade visual dos frutos, ou seja, pela coloração de fundo da epiderme e pela intensidade da cor vermelha dos frutos do tratamento controle.

A aplicação dos produtos nas macieiras foi realizada mecanicamente com um turboatomizador, de capacidade para 2000L, tracionado por trator. O volume da calda utilizado foi de 1000L.ha⁻¹. O espalhante adesivo utilizado, juntamente com o AVG e ethephon, foi o Iharaguen-S[®] (do grupo alquil-fenol-etoxilado) na concentração de 0,01% v/v.

A queda pré-colheita de maçãs foi quantificada através da contagem dos frutos caídos, determinando sua proporção em relação ao número total de frutos de cada planta (caídos mais aqueles que ficaram na planta), sendo os valores expressos em porcentagem.

A análise de variância seguiu o modelo do delineamento blocos ao acaso, com seis repetições, compostas por 20 plantas cada, para a 'Gala' e quatro repetições de 20 plantas para a 'Fuji', sendo que os dados foram transformados em $\arcsen\sqrt{x/100}$ antes de proceder a análise estatística.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre os fatores tratamento pré-colheita e data de colheita para a maçã 'Gala'. Nesta cultivar ocorreu intensa queda pré-colheita de frutos, principalmente nas colheitas mais tardias (Tabela 1). SIMIONI et al. (2001) e WACLAWOVSKY (2001) também observaram este mesmo comportamento da maçã 'Gala'.

Em todas as colheitas da maçã 'Gala', a aplicação de AVG, nas duas concentrações testadas, seguidas ou não da aplicação de ethephon, apresentou o melhor controle da

queda pré-colheita de frutos na cultivar Gala (Tabela 1). Constatou-se também que a aplicação de ethephon, em plantas não tratadas com AVG, aumentou a queda de frutos em relação ao tratamento controle (Tabela 1). Estes resultados evidenciam a influência do etileno na queda de frutos, já que o AVG é uma substância inibidora da síntese de etileno e o ethephon uma substância liberadora de etileno. PANDITA & JINDAL (1991) também verificaram aumento na queda pré-colheita de maçãs com a aplicação de ethephon, decorrente do aumento na atividade da poligalacturonase e celulase na zona de abscisão. BONGHI et al. (1992) constataram que o etileno aumenta a atividade de enzimas responsáveis pela degradação da parede celular na zona de abscisão. De acordo com MAJUMDER & MAZUMDAR (2002), na polpa de frutos, o aumento da atividade da enzima poligalacturonase foi altamente correlacionado com a evolução do etileno, podendo esta mesma relação ocorrer na zona de abscisão.

O efeito do AVG sobre a diminuição da queda pré-colheita de frutos também foi evidenciado em diversos outros trabalhos (MASIA et al., 1998; SIMIONI et al., 2001; WACLAWOVSKY, 2001; PETRI et al., 2002). WACLAWOVSKY (2001) afirma que o AVG pode apresentar melhor efeito que o naftalenoacetoamida (NAAm), produto normalmente utilizado para controlar a queda pré-colheita de maçãs, sendo que este efeito está associado à menor síntese de etileno (BANGERTH, 1978).

Nas três primeiras colheitas não foram observadas diferenças no efeito das concentrações de AVG testadas. Já, na quarta colheita, as plantas que receberam a aplicação de 125g.ha⁻¹, seguido ou não da aplicação de ethephon, apresentaram menor queda de frutos (Tabela 1). Este resultado contraria os obtidos por WACLAWOVSKY (2001) e PETRI et al. (2002), pois estes autores não obtiveram diferenças entre estas concentrações quanto à queda de frutos, mesmo em colheitas tardias.

Tabela 1 -Queda pré-colheita (%) acumulada de maçãs cv. Gala em função da época de colheita e de tratamentos pré-colheita com aminoetoxivinilglicina (AVG) e ethephon (Eth). Vacaria, RS, 2003.

Tratamentos	131 DAPF	138 DAPF	145 DAPF	152 DAPF
Controle	2,48 Db	8,16 Cb	19,8 Bb	34,6 Ab
Eth (140g ha ⁻¹)	4,58 Da	13,34 Ca	27,8 Ba	47,4 Aa
AVG (125g ha ⁻¹)	1,26 Cc	2,64 Cc	6,8 Bc	15,6 Ae
AVG (125g ha ⁻¹) + Eth	1,49 Cc	2,92 Cc	6,9 Bc	20,3 Ad
AVG (95g ha ⁻¹)	1,54 Dc	3,70 Cc	9,8 Bc	26,5 Ac
AVG (95g ha ⁻¹) + Eth	0,99 Dc	3,07 Cc	8,8 Bc	25,7 Ac
C. V. (%)	12,30			

* Médias não seguidas pela mesma letra, maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical, diferem pelo teste de Duncan em 5% de probabilidade de erro.

** DAPF = dias após plena floração

Na cultivar Fuji, não foi verificado efeito evidente da aplicação de AVG e ethephon sobre a queda de frutos (Tabela 2). PETRI et al. (2002) também observaram que o AVG apresenta pouco efeito sobre a queda pré-colheita de maçãs 'Fuji'. Possivelmente o AVG não tenha apresentado grande efeito nesta cultivar, pelo fato de ela, se comparada a cultivar Gala, não apresentar uma queda acentuada de frutos na fase pré-colheita, como pode ser constatado neste trabalho, inclusive em colheitas tardias (Tabela 2). A baixa queda pré-colheita pode também estar associada à baixa produção de etileno desta cultivar (BRACKMANN, 1991). De acordo com

SIMIONI et al. (2001), a aplicação de AVG aumentou a queda de frutos em 'Fuji'. Estes autores citam que, em cultivares com baixo problema de queda de frutos, como o caso da maçã 'Fuji', o AVG pode ser tóxico e aumentar o problema.

Na maçã 'Fuji', assim como na 'Gala', foi verificado um aumento na queda pré-colheita de frutos com o atraso na colheita, entretanto muito inferior aquele observado na cultivar Gala (Tabelas 1 e 2). SIMIONI et al. (2001) também obtiveram comportamento semelhante e citam que isto pode ser devido à maior taxa de produção de etileno pela maçã 'Gala', comparativamente à maçã 'Fuji'.

Tabela 2 - Queda pré-colheita (%) acumulada de maçãs cv. Fuji em função da época de colheita e de tratamentos pré-colheita com aminoetoxivinilglicina (AVG) e ethephon (Eth). Vacaria, RS, 2003.

Tratamentos	175 DAPF	182 DAPF	189 DAPF	196 DAPF	Média
Controle	5,2	7,5	10,7	13,1	9,2 ab
Eth (140g ha^{-1})	6,3	8,0	11,5	14,1	10,0 a
AVG (125g ha^{-1})	5,0	6,7	10,4	13,3	8,9 ab
AVG (125g ha^{-1}) + Eth	5,1	7,3	10,4	12,6	8,9 ab
AVG (95g ha^{-1})	3,6	5,6	8,8	11,0	7,2 b
AVG (95g ha^{-1}) + Eth	4,9	7,0	9,6	11,6	8,3 ab
Média	5,0 D	7,0 C	10,2 B	12,6 A	
C. V. (%)			16,91		

* Médias não seguidas pela mesma letra, maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical, diferem pelo teste de Duncan em 5% de probabilidade de erro.

** DAPF = dias após plena floração

CONCLUSÃO

Aplicação pré-colheita de 125g ha^{-1} de AVG na maçã 'Gala' colhida tardiamente apresenta uma alta diminuição da queda pré-colheita de frutos e o uso de ethephon, em macieiras tratadas com AVG, não aumenta a queda pré-colheita dos frutos.

Aplicação de AVG na cultivar Fuji não reduz a queda pré-colheita de frutos.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the applications preharvest of aminoethoxyvinylglycine combined of ethephon and different date harvest fruit drop of 'Gala' and 'Fuji' apples. The treatments were: control, ethephon (2-chloroethyl-phosphonic acid - 140g ha^{-1}); AVG (125g ha^{-1}); AVG (125g ha^{-1}) + ethephon (140g ha^{-1}); AVG (95g ha^{-1}); and AVG (95g ha^{-1}) + ethephon (140g ha^{-1}). These treatments were combined with 4 harvest date, 131 days after full bloom (DAFB), 138 DAFB, 145 DAFB and 152 DAFB for 'Gala' and 175 DAFB, 182 DAFB, 189 DAFB and 196 DAFB for 'Fuji'. The AVG and ethephon were applied 30 and 7 days before the first harvest, respectively. According to the results, AVG combined or not with ethephon effectively control preharvest fruit drop of 'Gala' apple mainly with 125g ha^{-1} concentration. However, with 'Fuji' apple AVG did not show effect on fruit drop.

Key words: AVG, ethylene, abscission, *Malus domestica*.

REFERÊNCIAS

- BANGERTH, F. The effect of a substituted amino acid on ethylene biosynthesis, respiration, ripening and preharvest drop of apple fruits. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v.103, n.3, p.401-404, 1978.
- BEYER JR., E.M.; MORGAN, P.W. The role of ethylene modification of auxin transport. **Plant Physiology**, Rockville, n.48, p.208-212, 1971.
- BONGHI, C.; RASCIO, N.; RAMINA, A.; CASADORO, G. Cellulase and polygalacturonase involvement in the abscission of leaf and fruit explants of peach. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v.20, n.5, p.839-848, 1992.
- BRACKMANN, A. Influência da concentração de oxigênio e etileno sobre a qualidade de maçãs armazenadas em atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.13, n.3, p.235-242, 1991.
- BURG, S.P. Ethylene, plant senescence and abscission. **Plant Physiology**, Rockville, v.43, p.1503-1511, 1968.
- GREENE, D.W.; LORD, W.J.; BRAMLAGE, W.J. Mid-summer applications of ethephon and daminozide on apples. I. Effect on 'McIntosh'. **Journal of the American Society for**

Horticultural Science, Alexandria, v.102, n.4, p.491-494, 1977a.

GREENE, D.W.; LORD, W.J.; BRAMLAGE, W.J. Mid-summer applications of ethephon and daminozide on apples. II. Effect on 'Delicious'. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.102, n.4, p.494-497, 1977b.

HORTON, R.F.; OSBORNE, D.J. Senescence, abscission and cellulase activity in *Phaseolus vulgaris*. **Nature**, London, n.214, p.1086, 1967.

LOONEY, N.E. Control of ripening in 'McIntosh' apples I. Some growth regulator effects on preharvest drop and fruit quality at four harvest dates. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.100, n.4, p.330-332, 1975.

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**, Amsterdam, v.96, n.1-4, p.91-101, 2002.

MASIA, A.; VENTURA, M.; GEMMA, H.; SANSVINI, S. Effect of some plant growth regulator treatments on apple fruit ripening. **Plant Growth Regulator**, Dordrecht, v.25, n.2, p.127-134, 1998.

MONSELISE, S.P. A comparative evaluation of the effects of applied regulators and other factors on maturation and ripening of orange and apple fruits. In: **FACTEURS ET RÉGULATION DE LA MATURATION DES FRUITS, 1974**. Paris : Colloques Internationaux du Centre National de la Recherche Scientifique, 1975. p.97-104.

PANDITA, V.K.; JINDAL, K.K. Enzymatic and anatomical changes in the abscission zone cells of apple fruits induced by ethephon. **Biologia Plantarum**, Prague, v.33, n.1, p.20-25, 1991.

PETRI, J.L.; ARGENTA, L.C.; SPENGLER, M.M. Manejo na colheita da macieira com o uso de AVG. In: ENCONTRO NACIONAL DE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO - ENFRUTE, 5., 2002, Fraiburgo. **Anais...** Caçador : EPAGRI, 2002. p.141-148.

SEXTON, R.; ROBERTS, J.A. Cell biology of abscission. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, n.33, p.1333-162, 1982.

SIMIONI, A.; AMARANTE, C.V.T. do; BLUM, L.E.B.; MEGGUER, C.; KRAMES, J.G. Preharvest fruit drop prevention in apples by aminoethoxyvinylglycine (AVG) depends on cultivar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 8, 2001, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus:SBFV, 2001. 1 CD_ROM

STEFFENS, C.A. **Maturação e qualidade pós-colheita de maçãs (*Malus domestica* Borkh.), 'Gala' e 'Fuji', com**

aplicação pré-colheita de aminoetoxivinilglicina e ethephon. 2003. 88f. Dissertação (Mestre em Agronomia) – 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. 134f.

Dissertação (Mestre em Agronomia) – 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**, Alexandria, v.36, n.2, p.328-331, 2001.