

EFEITO DA APLICAÇÃO PRÉ-COLHEITA DE AMINOETOXIVINILGLICINA (AVG) NA SUCULÊNCIA DE MAÇÃS 'GALA' ARMazenADAS EM ATMOSFERA CONTROLADA

EFFECT OF THE PHEHARVEST TREATMENT WITH AMINOETHOXYVINYLGLYCINE (AVG) IN THE JUICINESS OF 'GALA' APPLES STORED IN CONTROLLED ATMOSPHERE

LUNARDI, Rosângela¹; BRACKMANN, Auri²; STEFFENS, Cristiano A.³; ZANATTA, Jocemar F.⁴; ROMBALDI, Cesar V.⁵; SILVA, Jorge A. da⁶

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi de avaliar o efeito da Aminoetoxivinilglicina (AVG) na suculência de maçãs 'Gala' e correlacioná-la com a firmeza de polpa e atividades de enzimas envolvidas na degradação das pectinas. As maçãs foram tratadas em pré-colheita com AVG (125g ha⁻¹ e controle) 30 dias antes da primeira colheita e colhidas em duas épocas (131 e 138 dias após pleno florescimento-DAPF) e, então, armazenadas em atmosfera controlada (AC - 1,2 kPa de O₂ e 2,5 kPa de CO₂, 0,5°C e umidade relativa de 95%). Após oito meses em AC e mais sete dias a 20°C, avaliou-se a suculência, firmeza de polpa, pectina solúvel (PS) e atividade das enzimas pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG). Os resultados mostraram que maçãs tratadas com AVG estavam mais suculentas e firmes após oito meses em AC. Após sete dias a 20°C, no entanto, não houve diferença entre os tratamentos para os parâmetros suculência e firmeza, tanto em maçãs colhidas aos 131 ou 138DAPF. A atividade de PG foi maior em frutos tratados com AVG, enquanto que a atividade de PME e os teores de PS não foram afetados pelo AVG. A solubilização da pectina e a atividade das enzimas PME e PG não foram relacionados com a perda de suculência e firmeza de polpa em maçãs 'Gala'.

Palavras-chave: AVG, suculência, *Malus domestica*.

INTRODUÇÃO

A maçã 'Gala', principal cultivar em exploração no Brasil, apresenta rápida perda de qualidade durante o armazenamento. Após longos meses de conservação em condições não adequadas, ocorre um rápido amadurecimento e, com isso, perdas significativas da firmeza de polpa e ocorrência de polpa farinhenta, além de outros distúrbios fisiológicos. A polpa farinhenta é um distúrbio fisiológico caracterizado pela polpa seca, sem suculência, sendo que, freqüentemente, ocorre associado à rachadura na epiderme e na polpa (SAQUET et al., 1997).

O aspecto farinhento das maçãs está associado com a incapacidade das células de se romperem e liberarem o conteúdo líquido quando lhes é aplicada uma força, como ocorre durante a mastigação (HARKER & HALLETT, 1992). Logo, o fruto é considerado menos suculento quando as células do tecido da maçã facilmente se separam umas das outras em vez de se romperem (DE SMEDT et al., 1998; PLOCHARSKI & KONOPACKA, 1999). A suculência de

maçãs, portanto, tem relação com o grau de maturação dos frutos, ou seja, quanto mais maduro o fruto, menos suculento será, pois conforme o fruto amadurece, decresce a adesão célula a célula e conseqüentemente, aumenta a separação entre elas (HARKER & HALLETT, 1992). Esta característica de polpa seca e tecido desagregado dá a sensação palatável de fruto farinhento (DE SMEDT et al., 1998; BARREIRO et al., 1999). Em frutos de caroço, por sua vez, ocorre a lanosidade, um distúrbio fisiológico que apresenta características semelhantes à maçã com aspecto farinhento, ou seja, polpa seca e farinhenta. Muitos autores (ARTÉS et al., 1996; BARREIRO et al., 1999; ZHOU et al., 2000) explicam esta falta de suculência em frutos de caroço sendo devido ao desbalanço das enzimas pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG) levando a geleificação da água livre através da interação entre pectinas desesterificadas e íons cálcio.

A pesquisa de técnicas e tratamentos pré e pós-colheita vem sendo realizada com o intuito de retardar a maturação e manter a qualidade dos frutos, ampliando a sua sobrevida. A aplicação pré-colheita de aminoetoxivinilglicina (AVG), que é um aminoácido que inibe a síntese autocatalítica do etileno, e conseqüentemente, retarda o amadurecimento, é uma técnica que vem sendo utilizada, principalmente, para controlar a queda pré-colheita de maçãs e retardar a maturação dos frutos na planta (MIR et al., 1999; BRACKMANN & WACLAWOVSKY, 2000). Além desses efeitos na pré-colheita, o AVG também tem apresentado efeitos significativos sobre a conservação das maçãs, pois diminui a taxa de maturação durante o armazenamento (BRACKMANN & WACLAWOVSKY, 2000). Estes autores observaram que em maçãs 'Gala' armazenadas em atmosfera controlada durante um período de 8 meses, o AVG reduziu significativamente a perda de firmeza da polpa e a ocorrência de polpa farinhenta.

BRAMLAGE et al. (1980) observaram que maçãs tratadas com AVG foram mais firmes na colheita do que as não tratadas, sendo que esta diferença se manteve, ou até aumentou durante o armazenamento (BANGERTH, 1978). Em pêras, os resultados foram mais variáveis, sendo que, em alguns trabalhos, o AVG retardou o amolecimento (WILLIAMS, 1980), enquanto que em outros não (ROMANI et al., 1982).

São notáveis os vários efeitos do AVG sobre o amadurecimento e a qualidade de maçãs. No entanto, não há

¹ Engenheira Agrônoma, Doutora em Ciências (UFPEL).

² Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

³ Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia (UFSM).

⁴ Aluno do Curso de Agronomia (UFPEL), bolsista PIBIC/CNPq.

⁵ Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial (UFPEL).

⁶ Engenheiro Agrônomo, Dr., pesquisador no Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial (UFPEL).

(Recebido para Publicação em 14/05/2003, Aprovado em 08/10/2004)

informações sobre o efeito da aplicação de AVG sobre a suculência dos frutos. Nesse sentido, objetivou-se avaliar as alterações na suculência de maçãs 'Gala' tratadas em pré-colheita com AVG e armazenadas em atmosfera controlada e, ao mesmo tempo, correlacioná-las com as alterações na firmeza de polpa e atividades de enzimas envolvidas na degradação das pectinas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido num pomar da empresa Schio, de Vacaria, RS, no Núcleo de Pesquisa em Pós-colheita (NPP) do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e no laboratório de Biotecnologia do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), durante os anos de 2001 e 2002.

Os tratamentos constituíram-se da pulverização pré-colheita de soluções com aminoetoxivinilglicina (AVG; ReTain™, 15% de ingrediente ativo; Abbot Laboratories Inc., USA), em plantas de 12 anos de idade, na concentração de 125 g ha⁻¹, sobre as plantas da cultivar Gala, 30 dias antes da primeira colheita, em combinação com duas épocas de colheita (131 e 138 Dias Após o Pleno Florescimento – DAPF). A colheita aos 131DAPF representou a data do início da colheita e os 138DAPF representou a colheita comercial da maçã 'Gala' (2000/2001). A unidade experimental de campo foi de 20 plantas com seis repetições, distribuídas conforme o delineamento experimental de blocos ao acaso.

A primeira colheita (131DAPF) foi determinada a partir do teste iodo-amido e da qualidade visual dos frutos, ou seja, pela coloração de fundo e pela intensidade da cor vermelha do tratamento controle. A firmeza de polpa, nestes frutos, era de 73,3N para o tratamento controle, e 77,9N para o tratamento com AVG. A colheita comercial iniciou aos 138DAPF, quando os frutos já apresentavam intensa coloração vermelha. A firmeza de polpa era de 73,8N para o tratamento controle e 73,5N para o tratamento com AVG. Após o transporte para o laboratório da UFSM, os frutos foram selecionados, eliminando-se aqueles com lesões e baixo calibre, e homogeneizadas as amostras experimentais.

Os frutos foram armazenados em minicâmaras de atmosfera controlada (AC), com volume de 232 litros, as quais foram conectadas a um sistema de controle automático da concentração de O₂ e CO₂. Foi utilizado uma atmosfera de armazenamento contendo 1,2 kPa de O₂ e 2,5 kPa de CO₂. A instalação da atmosfera foi realizada um dia após a colheita. O abaixamento da pressão parcial de O₂ foi realizado pelo princípio da diluição, com injeção de nitrogênio (N₂) até o nível desejado. O N₂ (99,5% de N₂ + 0,5% de O₂) foi obtido de um sistema gerador baseado no método do PSA (*Pressure Swing Adsorption*), com peneira molecular de carbono. Já a pressão parcial de CO₂ foi obtida pela injeção deste gás puro, oriundo de cilindros de alta pressão, até o nível desejado.

A temperatura de armazenamento utilizada foi de 0,5°C, monitorada, diariamente, por meio de termômetros de mercúrio com precisão de 0,1°C, inseridos na polpa de frutos. A variação admitida na temperatura dos frutos foi de ±0,2°C. Este controle foi também realizado durante o período de sete dias, nos quais metade das amostras que saíram das câmaras foram mantidas à temperatura de 20°C (±0,2°C), em uma câmara de climatização.

Para a manutenção das pressões parciais de gases, que

se alteravam, constantemente, em função da respiração dos frutos, foi realizada, diariamente, a determinação dos gases das minicâmaras, as quais estavam acopladas a um equipamento automatizado de análise e correção de gases (controlador automático - AC), marca Kronenberger Systemtechnik. Para a correção de O₂, cuja concentração diminuía em função do metabolismo dos frutos, o equipamento injetava ar nas minicâmaras. O CO₂, produzido pela respiração dos frutos, foi eliminado com um absorvedor de hidróxido de potássio (40%) ligado ao sistema, quando a concentração da minicâmara ultrapassava o nível de 2,5 kPa.

As avaliações foram realizadas após oito meses de AC, na retirada dos frutos das câmaras, e após sete dias de exposição à temperatura de 20°C. Esta última análise teve como objetivo simular a vida de prateleira, que transcorre durante o processo de beneficiamento e comercialização dos frutos.

Os parâmetros avaliados foram: firmeza de polpa, suculência, pectina solúvel e atividade das enzimas pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG). A **firmeza de polpa** foi determinada com auxílio de um penetrômetro manual, com ponteira de 11 mm de diâmetro, em dois lados opostos na região equatorial da maçã, onde a epiderme foi previamente retirada. A **suculência** foi determinada através da prensagem de 20 g de polpa de maçã durante 1 minuto. A amostra foi submetida ao peso de 1.500 kg, numa prensa pneumática, especialmente desenvolvida para este fim, no NPP da UFSM. A quantidade de suco foi obtida pela diferença do peso inicial da amostra (20 g) e o peso final (após a prensagem). A suculência foi expressa em porcentagem, que representa gramas de suco por 100 gramas de polpa. Para as avaliações do conteúdo de pectina solúvel e da atividade das enzimas PME e PG, a polpa foi coletada e rapidamente congelada em nitrogênio líquido e mantida em -20°C para posteriores análises. A **pectina solúvel** foi extraída segundo a técnica descrita por McCREADY & McCOMB (1952), sendo a determinação realizada colorimetricamente através da reação com carbazol, segundo BITTER & MUIR (1962), expressando-se os resultados em mg de ácidos galacturônicos por 100 g de polpa. A **PME** foi determinada pela técnica empregada por RATNER et al. (1969). Uma unidade de atividade de pectinametilesterase foi considerada como sendo a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação de pectina correspondente a um nmol de NaOH por minuto nas condições do ensaio. A **PG** foi extraída segundo os métodos descritos por PRESSEY & AVANTS (1973) e por JEN & ROBINSON (1984). A determinação foi feita conforme a técnica de Somogyi, modificada por NELSON (1944). A unidade de atividade de PG foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a formação de um nmol de grupos redutores por minuto sob as condições do ensaio.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições para firmeza de polpa, suculência, pectina solúvel e PME. Para PG foram usadas cinco repetições. A unidade experimental para a determinação da firmeza de polpa foi de 25 frutos. Para as demais determinações, a unidade experimental foi de seis frutos. Os dados expressos em porcentagem foram transformados em $\text{arc. sen} \sqrt{x} \cdot 100^{-1}$. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan (P=5%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A suculência e a firmeza de polpa das maçãs, nas duas épocas de colheita, se mantiveram mais elevadas nos frutos tratados com AVG, igualando-se aos não tratados, após sete dias quando mantidos a 20°C (Tabela 1). Este um resultado denota a importância da aplicação do AVG na manutenção da suculência e firmeza da polpa. Apesar da inexistência na literatura de informações sobre a suculência em frutos tratados com AVG, muitos trabalhos mostram a ação benéfica do AVG em reduzir a perda da firmeza durante o armazenamento

(BRACKMANN & WACLAWOVSKY, 2000; AMARANTE et al., 2001). Já outros, mostraram que o AVG não exerce influência na manutenção da firmeza dos frutos (AUTIO & BRAMLAGE, 1982; SHELLIE, 1999). CHILD et al. (1984) observaram que a firmeza da polpa não foi afetada pelo AVG quando as maçãs foram analisadas na saída da câmara, porém, quando estas maçãs foram deixadas em temperatura ambiente, perderam mais lentamente a firmeza e permaneceram mais verdes que as não tratadas com AVG. AWAD (1993), por sua vez, afirma que a diferença entre os frutos tratados com AVG e os não tratados desaparece com o decorrer do tempo.

Tabela 1 – Firmeza de polpa e suculência de maçãs 'Gala', submetidas à aplicação de aminoetoxivinilglicina (AVG) em pré-colheita, colhidas em duas épocas, e avaliadas após oito meses de armazenamento em atmosfera controlada (AC) e sete dias após mantida na temperatura de 20°C. Santa Maria, 2003.

Tratamentos	Firmeza de polpa (N)		Suculência (%)	
	Saída da câmara	7 dias após	Saída da câmara	7 dias após
1ª COLHEITA**				
Sem AVG	37,6 b*	50,2 a	72,0 b	79,5 a
Com AVG	56,8 a	55,8 a	83,0 a	80,5 a
CV (%)	8,58	7,04	0,95	2,18
2ª COLHEITA***				
Sem AVG	34,0 b	52,4 a	67,5 b	75,5 a
Com AVG	52,3 a	59,1 a	81,0 a	78,5 a
CV (%)	11,85	11,20	1,45	1,48

* Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Duncan (em P ≤ 5%)

** Colheita realizada aos 131 Dias Após o Pleno Florescimento (DAPF)

*** Colheita realizada aos 138 DAPF

O amadurecimento, promovido pelo aumento da síntese do etileno (AWAD, 1993), é acompanhado por mudanças na estrutura e na composição da parede celular, que alteraram a textura do fruto (BICALHO et al., 2000), em consequência da hidrólise de pectinas mediada por mecanismos enzimáticos (FRY, 1995). Segundo BANGERTH (1978), o controle da síntese de etileno é a chave para controlar o amadurecimento dos frutos. Com a aplicação de AVG há atraso no amadurecimento pela inibição da síntese autocatalítica do etileno, que retarda a perda de firmeza e suculência dos frutos (AUTIO & BRAMLAGE, 1982; CHILD et al., 1984; MIR et al., 1999; AMARANTE, et al., 2001). Sob esta condição de fruto mais firme e suculento, ocorreu uma menor taxa de

degradação das pectinas e menor atividade das enzimas PME e PG, principais responsáveis pelo amaciamento da polpa (AWAD, 1993; ARTÉS et al., 1996). Contudo, pelos resultados, observou-se que a solubilização da pectina não se diferenciou entre os frutos tratados com AVG e os não tratados, em nenhuma das épocas de colheita e de avaliação (Tabela 2). Logo, supõe-se que o efeito benéfico do AVG na manutenção da firmeza de polpa e suculência dos frutos, na saída da câmara, não seja resultado da diferença de solubilização das pectinas entre os tratamentos, mesmo porque, a atividade da PME foi maior nos frutos tratados com AVG, na primeira colheita, sem diferir na segunda colheita (Tabela 2).

Tabela 2 - Conteúdo de pectina solúvel e atividade das enzimas pectinametilsterase (PME) e poligalacturonase (PG) em maçãs 'Gala', submetidas à aplicação de aminoetoxivinilglicina (AVG) em pré-colheita, colhidas em duas épocas de colheita, e avaliadas após oito meses de armazenamento em atmosfera controlada (AC) e após sete dias na temperatura de 20°C. Pelotas, 2003.

Tratamentos	Pectina solúvel (mg/100g)		PME (U**)		PG (U**)	
	Saída da câmara	7 dias após	Saída da câmara	7 dias após	Saída da câmara	7 dias após
1ª COLHEITA***						
Sem AVG	62,1 a*	44,7 a	2227,5 b	3062,9 a	6,74 a	3,19 b
Com AVG	39,3 a	47,7 a	3113,5 a	2809,7 a	10,06 a	6,22 a
CV (%)	18,49	7,38	3,07	16,59	34,42	22,61
2ª COLHEITA****						
Sem AVG	51,2 a	50,5 a	2025,0 a	2733,8 a	4,87 a	4,33 b
Com AVG	50,0 a	51,7 a	2733,8 a	2809,7 a	4,52 a	11,65 a
CV (%)	15,45	6,75	12,91	1,94	20,83	39,45

* Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Duncan (em P ≤ 5%)

** 1nmol g⁻¹ min⁻¹ de tecido

*** Colheita realizada aos 131 Dias Após o Pleno Florescimento (DAPF)

**** Colheita realizada aos 138DAPF

Segundo MAJUMDER & MAZUMDAR (2002), esta enzima tem pouco efeito na solubilização de pectinas, servindo somente para provocar a desmetilação parcial das pectinas, o que permite a ação da PG. A atividade da PG, no entanto, não diferiu em nenhuma das épocas de colheita quando avaliada na saída da câmara (Tabela 2). Já após sete dias a 20°C a atividade da PG foi maior nos frutos tratados com AVG. O que se esperava é que os frutos submetidos ao AVG tivessem apresentado menor atividade da PG, pois a firmeza de polpa e a suculência, embora não tenham diferido entre os tratamentos, se mantiveram maiores nos frutos tratados com AVG (Tabela 1). Contrariando estes resultados, vários autores têm atribuído à PG a perda de firmeza de polpa (PAUL & CHEN, 1983; SUZUKI et al., 1991; BONGHI et al., 1996; PATHAK & SANWAL, 1998). Possivelmente, o que ocorreu nos frutos tratados com AVG foi o fato de que, nestes frutos, ainda havia mais substrato disponível para a ação da PG, ao contrário dos frutos não tratados, nos quais, a atividade da PG foi menor, devido ao avanço no amadurecimento. Vale ressaltar novamente, que esta diferença na atividade da PG não foi suficiente para que resultasse em diferença na suculência e firmeza de polpa (Tabela 1).

CONCLUSÕES

Após oito meses de armazenamento em atmosfera controlada (AC), maçãs 'Gala' tratadas com AVG apresentam maior suculência e firmeza de polpa, porém, esta diferença desaparece com a permanência dos frutos por sete dias a 20°C, tanto em maçãs colhidas aos 131 ou 138 dias após o pleno florescimento (DAPF).

A solubilização da pectina e a atividade das enzimas pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG) não se relacionam com a perda de suculência e firmeza de polpa em maçãs 'Gala'. A pectina solúvel e atividade da PME não são afetadas pela aplicação de AVG. Maçãs 'Gala' tratadas com AVG apresentam maior atividade da PG após sete dias mantidas a 20°C.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of aminoethoxyvinylglycine (AVG) in the juiciness 'Gala' apples and to correlate it with the fresh firmness and enzymes activities involved in the pectins degradation. The apples were treated in preharvest with AVG (125g ha⁻¹ and control) 30 days before the first harvest, and picked in two times (131 and 138 days after full flowering-DAFF) and, then, stored in controlled atmosphere (CA - 1,2 kPa of O₂ and 2,5 kPa of CO₂, 0,5°C and relative humidity of 95%). After 8 months in CA and more 7 days under 20°C, the juiciness, fresh firmness, soluble pectin (SP) and enzymes pectinmethylesterase (PME) and polygalacturonase (PG) activity was evaluated. The results showed that apples treated with AVG were juicier and firmer after 8 months in CA. After 7 days to 20°C, however, there was no difference among the treatments for the parameters juiciness and firmness, neither in apples picked the 131 nor in those picked 138 DAPF. The PG activity was larger in fruits treated by AVG, while the PME activity and PS levels were not affected by AVG. The pectin solubilization and PME and PG activity were not responsible for the juiciness loss and fresh firmness loss in 'Gala' apples.

Key words: AVG, juiciness, Malus domestica.

REFERÊNCIAS

- AMARANTE, C. V. T. do; SIMIONI, A.; BLUM, L. E. B. et al. Fruit ripening of apples in delayed by preharvest treatment with aminoethoxyvinylglycine (AVG). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 8, 2001, Ilhéus. **CD-ROM...** Ilhéus: SBFV, 2001.
- ARTÉS, F.; CANO, A.; FERNÁNDEZ-TRUJILLO, J. P. Pectolytic enzyme activity during intermittent warming storage of peaches. **Journal of Food Science**, Chicago, v.61, n.2, p.311-321, 1996.
- AUTIO, W. R.; BRAMLAGE, W. J. Effects of AVG on maturation, ripening and storage of apples. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v.107, n.6, p.1074-1077, 1982.
- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114p.
- 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.
- BARREIRO, P.; CABELLO, J. R.; VALLE, M. E. F. et al. Mealiness assessment in apples using MRI techniques. **Magnetic Resonance Imaging**, Amsterdam, v.17, n.2, p.275-281, 1999.
- BICALHO, U. O.; CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. et al. Modificações texturais em mamões submetidos à aplicação pós-colheita de cálcio e embalagem de PVC. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.1, p.136-146, 2000.
- BITTER, T.; MUIR, H. M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Chemistry**, New York, v.34, p.330-334, 1962.
- BONGHI, C.; PAGNI, S.; VIDHIH, R. et al. Cell wall hydrolases and amylases in kiwifruit softening. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.9, n.1, p.19-29, 1996.
- BRACKMANN, A.; WACLAWOVSKY, A. J. Efeitos do Retain em pós-colheita. In: ENCONTRO NACIONAL DE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO - ENFRUTE, 3, 2000, Fraiburgo. **Anais...** Caçador: EPAGRI, 2000. p.93-98.
- BRAMLAGE, W. J.; GREENE, D. W.; AUTIO, W. R. et al. Effects of aminoethoxyvinylglycine on internal ethylene concentrations and storage of apples. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v.105, n.6, p.847-851, 1980.
- CHILD, R. D.; WILLIAMS, A. A.; HOAD, G. V. et al. The effects of aminoethoxyvinylglycine on maturity and post-harvest changes in Cox's Orange Pippin apples. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.35, n.7, p.773-781, 1984.
- DE SMEDT, V.; PAUWELS, E.; DE BAERDEMAEKER, J. et al. Microscopic observation of mealiness in apples: a quantitative approach. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.14, n.2, p.151-158, 1998.
- FRY, S. C. Polysaccharide: modifying enzymes in the plant cell wall. **Annual Review of Plant Physiological and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.46, p.497-520, 1995.
- HARKER, F. R.; HALLETT, I. C. Physiological changes associated with development of mealiness of apple fruit during cool storage. **HortScience**, Alexandria, v.27 n.12, p.1291-1294, 1992.
- JEN, J. J.; ROBINSON, M. L. P. Pectolytic enzymes in sweet bell peppers (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Food Science**, Chicago, v.49, n.4, p.1085-1087, 1984.

- MAJUNDER, 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.18, n.17, p.01-11, 2002.
- McCREADY, R. M.; McCOOMB, E. A. Extraction and determination of total pectic materials in fruits. **Analytical Chemistry**, Washington, v.24, n.12, p.1586-1588, 1952.
- MIR, N. A.; PEREZ, R.; SCHWALLIER, P. et al. Relationship between ethylene response manipulation and volatile production in Jonagold variety apples. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.47, n.7, p.2653-2659, 1999.
- NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v.135, n.1, p.136-175, 1944.
- PATHAK, N.; SANWAL, G. G. Multiple forms of polygalacturonase from banana fruits. **Phytochemistry**, Oxford, v.48, n.2, p.249-255, 1998.
- PAULL, R. E.; CHEN, N. J. Postharvest variation in cell wall-degrading enzymes of papaya (*Carica papaya* L.) during fruit ripening. **Plant Physiology**, Washington, v.72, p.382-385, 1983.
- PLOCHARSKI, W. J.; KONOPACKA, D. The relation between mechanical and sensory parameters of apples and pears. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.485, p.309-317, 1999.
- PRESSEY, R.; AVANTS, J. K. Separation and characterization of the exopolygalacturonase and endopolygalacturonase from peaches. **Plant Physiology**, Baltimore, v.52, n.3, p.252-256, 1973.
- RATNER, A. R.; GOREN, R.; MONSELISE, S. Activity of pectin esterase and cellulase in the abscission zone of citrus leaf explants. **Plant Physiology**, Washington, v.44, n.12, p.1717-1723, 1969.
- ROMANI, R.; PUSCHMANN, R.; FINCH, J. et al. Effects of preharvest applications of AVG on ripening of 'Bartlett' pears with and without cold storage. **HortScience**, Alexandria, v.17, n. 2, p. 214-215, 1982.
- SAQUET, A. A.; BRACKMANN, A.; STORCK, L. Armazenamento de maçã 'Gala' sob diferentes temperaturas e concentrações de oxigênio e gás carbônico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.27, n.3, p.399-405, 1997.
- SHELLIE, K. C. Muskmelon (*Cucumis melo* L.) fruit ripening and postharvest spray of aminoethoxyvinylglycine. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.17, n.1, p.55-62, 1999.
- SUZUKI, K.; YOSINAGA, T.; KANEKO, A. et al. Studies on the ripening acceleration of vapor-heat treated papaya. **Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology**, Tokyo, v.38, n.11, p.1057-1062, 1991.
- WILLIAMS, M. W. Retention of fruit firmness and increase in vegetative growth and fruit set of apples with aminoethoxyvinylglycine. **HortScience**, Alexandria, v. 15, n. 1, p. 76-77, 1980.
- ZHOU, H.-W.; LURIE, S.; LERS, A. et al. Delayed storage and controlled atmosphere storage of nectarines: two strategies to prevent woolliness. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.18, n.2, p.133-141, 2000.