

APLICAÇÃO DE ETHEPHON PRÉ-COLHEITA NA MANUTENÇÃO DA QUALIDADE DE MAÇÃS 'PINK LADY' ARMAZENADAS

Jéssica Mayumi Anami¹
Raquel Carlos Fernandes¹
Deyse Jhoana Camayo Mosquera¹
Laís Dieb Lima¹
Angélica Schmitz Heinzen²
Diana Carolina Lima Freitas¹

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses e épocas de aplicação de ethephon sobre a qualidade de maçãs 'Pink Lady' armazenadas. Os tratamentos utilizados foram: Controle (sem aplicação de ethephon), Ethephon 480 mg L⁻¹ (14/03) e Ethephon 120 mg L⁻¹ tardio (22/03). Os frutos foram colhidos em 20/04. Após o armazenamento refrigerado por 120 dias, os frutos ficaram expostos por sete dias em condições ambientes (23±5°C e 60±5% de UR), para simular o período de comercialização e, avaliados quanto à firmeza, cor de fundo (luminosidade, cromaticidade, ângulo *hue*), sólidos solúveis, acidez titulável, pH e teste de aceitação dos frutos. Não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos para as variáveis de luminosidade, ângulo *hue*, firmeza de polpa, pH e sólidos solúveis. Porém a aplicação de ethephon aumentou os valores de cromaticidade, indicando uma cor de fundo com menos saturação. A acidez titulável foi mais elevada nos frutos aplicados tardiamente com ethephon, diminuindo a relação entre sólidos solúveis e acidez titulável, que indica o equilíbrio no sabor dos frutos. A aplicação de ethephon 480 mg L⁻¹ e 120 mg L⁻¹ apresentaram resultados positivos na manutenção das características físico-químicas das maçãs 'Pink Lady', além de propiciar melhores resultados no teste de aceitação.

Palavras-chave: Pós-Colheita, Cripps Pink, *Malus domestica*

APPLICATION OF ETHEPHON PRE-HARVEST IN THE MAINTENANCE OF THE QUALITY OF 'PINK LADY' APPLES STORED

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the effect of different doses and times of application of ethephon on the quality of 'Pink Lady' apples stored. The treatments used were: Control (without application of ethephon), Ethephon 480 mg L⁻¹ (14/03) and Ethephon 120 mg L⁻¹ late (22/03). The fruits were harvested on 04/20.

1 Mestrandas em Produção Vegetal – CAV/UDESC
2 Doutoranda em Produção Vegetal – CAV/UDESC

After refrigerated storage for 120 days, the fruits were exposed for seven days at ambient conditions ($23 \pm 5^{\circ}\text{C}$ and $60 \pm 5\% \text{RH}$), to simulate the commercialization period and evaluated for firmness, background color (luminosity, chromaticity, hue angle), soluble solids, titratable acidity, pH and fruit acceptance test. There were no statistical differences between the treatments for the variables of luminosity, hue angle, flesh firmness, pH and soluble solids. However, the application of ethephon increased the values of chromaticity, indicating a background color with less saturation. The titratable acidity was higher in the later applied fruits with ethephon, reducing the relation between soluble solids and titratable acidity, indicating the equilibrium in the fruit flavor. The application of ethephon 480 mg L⁻¹ and 120 mg L⁻¹ showed positive results in the maintenance of the physicochemical characteristics of 'Pink Lady' apples, besides providing better results in the acceptance test.

Keywords: Post-harvest, Cripps Pink, *Malus domestica*

INTRODUÇÃO

A cultivar Pink Lady foi criada a partir do cruzamento entre as maçãs 'Golden Delicious' e 'Lady Willians', em 1973 por John Cripps, na Estação de Pesquisa de Stoneville, Austrália (IPLA, 2011). O intuito da criação dessa cultivar era de obter uma fruta com boa firmeza de polpa, potencial de armazenagem, com qualidade organoléptica e baixa incidência de escaldadura e *bitter pit*.

Maçãs 'Pink Lady' são muito atrativas, por apresentar coloração rosa-avermelhada, com cor de fundo verde-amarelado. A epiderme do fruto é fina, lisa, com lenticelas pouco evidentes, que as torna oleosa com o avanço da maturação (FIORAVANÇO et al., 2011). A cor da casca da maçã resulta da mistura de pigmentos de clorofila, carotenoides e antocianinas, sendo as antocianinas as principais responsáveis pela cor vermelha (LANCASTER, 1992).

A coloração vermelha da epiderme de maçãs é o atributo de maior importância na qualidade do fruto, sendo afetada positivamente pela aplicação exógena de etileno (STEFFENS; BRACKMANN, 2006). O etileno está envolvido no desenvolvimento da cor vermelha em maçã, e aplicação exógena de ethephon tem sido relatado para melhorar a formação de cor vermelha em muitas cultivares de maçã, incluindo maçãs 'Pink Lady' (LI et al., 2002; WHALE, 2005).

De acordo com Faust (1989), o ethephon é um regulador de crescimento recomendado para agricultura e seu uso é relativamente novo. Esse produto tem múltiplas atuações, podendo ser usado como raleante de maçãs, e quando absorvido pelas plantas, libera etileno, um hormônio natural das plantas, envolvido no processo de senescência, especialmente de frutos e folhas (EPAGRI, 2006).

A utilização de ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico) em pré-colheita visando

antecipar a colheita e/ou melhorar a coloração dos frutos é uma das técnicas mais utilizadas (FIORAVANÇO et al., 2007). Os reguladores de crescimento podem agir sobre as plantas de diversas formas, como melhorando o tamanho do fruto, a aparência e a qualidade interna dos mesmos, por seus defeitos diretos ou indiretos, regulando a produtividade, o vigor da planta e a arquitetura da copa (EPAGRI, 2006). O ethephon denominado comercialmente como Ethrel é um regulador de crescimento que pertence ao grupo químico do ácido fosfônico (ANDREI, 1990).

O etileno é um fitormônio gasoso, o que dificulta seu uso a campo. Porém, essa limitação tem sido superada com o emprego de substâncias que ao serem aplicadas sobre a planta, liberam etileno, sendo o ethephon o mais conhecido (EPAGRI, 2006). A aplicação de etileno exógeno melhora o sabor e o “flavor” por estimular as reações bioquímicas do amadurecimento (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O adiantamento da maturação pode ser uma ótima oportunidade para o produtor obter melhor preço na comercialização de suas frutas. O ethephon tem as seguintes vantagens: adianta a maturação por uma ou mais semanas, aumenta a coloração vermelha dos frutos, torna os frutos mais doces e mais aromáticos. Porém o período de armazenamento e de comercialização é reduzido, a produtividade é menor e os frutos perdem a textura mais rapidamente quando armazenados.

Segundo Chitarra; Chitarra (2005), o efeito potencial do ethephon sobre um determinado processo fisiológico depende de vários fatores, incluindo a concentração endógena de etileno, o estágio fisiológico do vegetal e a temperatura. O ethephon deve ser aplicado de sete a catorze dias antes do prazo que se deseja colher os frutos (Fortes; Camilo, 1982).

A utilização de ethephon visa melhorar a coloração dos frutos bem como antecipar a colheita, apresentando efeitos benéficos sobre a qualidade do fruto, acidez titulável, teor de sólidos solúveis e firmeza da polpa (SEIBERT et al., 2000). Entretanto, o ethephon acelera o processo de amadurecimento dos frutos, podendo reduzir o período de conservação da maçã (FAN et al., 1998). Em função disso, torna-se importante avaliar os efeitos da aplicação de ethephon em pré-colheita e suas implicações em pós-colheita.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses e épocas de aplicação de ethephon sobre a qualidade de maçãs ‘Pink Lady’ armazenadas.

MATERIAL E MÉTODOS

As maçãs cultivar 'Pink Lady' foram colhidas em 20 de abril de 2018, em pomar comercial localizado no município de Vacaria, RS (50°42' W; 28°33' S; 955 m de altitude). Em seguida, os frutos foram transportados ao laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós Colheita onde foram selecionados, eliminando-se aqueles com defeitos e realizada a homogeneização das amostras experimentais. Os tratamentos utilizados foram: Controle (sem aplicação de ethephon), Ethephon 480 mg L⁻¹ (14/03) e Ethephon 120 mg L⁻¹ tardio (22/03).

Após o armazenamento refrigerado por 3 meses, os frutos ficaram expostos por sete dias em condições ambiente (23±5°C e 60±5% de UR), para simular o período de comercialização e, avaliados quanto à firmeza, cor de fundo, sólidos solúveis, acidez titulável, pH e teste de aceitação.

A firmeza foi determinada na região equatorial dos frutos com auxílio de um penetrômetro eletrônico modelo TAXT-plus® (Stable Micro Systems Ltd., Reino Unido), em dois lados opostos, onde previamente foi retirado uma pequena porção da epiderme.

A cor de fundo foi avaliada utilizando um colorímetro Minolta, modelo CR-300, e os resultados expressos em luminosidade, ângulo de cor e cromaticidade.

Para a avaliação de acidez titulável e pH, foi utilizado 5ml de material previamente triturado e homogeneizado em 45 mL de água destilada, através de titulação com NaOH a 0,1 M padronizada, tendo-se como ponto de viragem o pH = 8,2. Os resultados foram expressos pelo equivalente em gramas de ácido málico por 100 gramas de amostra (met. 942.15 da AOAC, 1997).

Já para sólidos solúveis, os teores foram obtidos a partir de gotas do material triturado, medido em refratômetro digital marca Atago, modelo Pallette – 101, com os resultados expressos em °Brix (met. 932.12 da AOAC, 1997).

Para o teste de aceitação, foram escolhidos 5 frutos, aleatoriamente, de cada tratamento e, submetidas ao teste de aceitação quanto a aparência, sabor, crocância, aroma e a impressão global por 25 provadores selecionados aleatoriamente e não treinados. As amostras ofertadas foram devidamente codificadas e fatiados em tamanhos iguais. A escala hedônica utilizada no teste foi de 5 pontos, sendo: 1 – Desgostei muitíssimo, 2 – Desgostei, 3 – Nem gostei/ nem desgostei, 4 – Gostei, 5 – Gostei muitíssimo. A preferência da amostra foi

determinada por análise sensorial seguindo-se um questionário elaborado quanto os diferentes graus de sabor do fruto.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Cada tratamento foi composto de 3 repetições, sendo cada unidade experimental constituída de 8 frutos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), com o auxílio do programa SAS (SAS Institute, Cary, NC, EUA).

RESULTADOS

As variáveis de luminosidade, cromaticidade, ângulo *hue* e firmeza de polpa são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 – Luminosidade, cromaticidade, ângulo *hue* e firmeza em maçãs 'Pink Lady' após 90 dias de armazenamento refrigerado ($1 \pm 0,5$ °C e UR 92 ± 5 %), avaliados após sete dias em condições ambiente.
Table 1 – Brightness, chromaticity, hue angle and firmness in 'Pink Lady' apples after 90 days of refrigerated storage (1 ± 0.5 °C and UR 92 ± 5 %), evaluated after seven days at ambient conditions.

	L	C	Ângulo <i>hue</i>	Firmeza (N)
Controle	77,94 A	49,18 B	98,59 A	63,24 A
Ethephon 480 mg L ⁻¹	78,72 A	51,18 A	97,26 A	59,81 A
Ethephon 120 mg L ⁻¹ tardio	77,36 A	50,96 A	96,59 A	60,89 A
C.V. (%)	2,73	1,26	1,72	8,87

Médias não seguidas pela mesma letra na vertical diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Na tabela 2 são apresentados dados de pH, sólidos solúveis, acidez titulável e a relação sólidos solúveis/ acidez titulável.

Tabela 2 – pH, sólidos solúveis, acidez titulável e relação sólidos solúveis/acidez titulável em maçãs 'Pink Lady' após 90 dias de armazenamento refrigerado ($1 \pm 0,5$ °C e UR 92 ± 5 %), avaliados após sete dias em condições ambiente.
Table 2 – pH, soluble solids, titratable acidity and soluble solids / titratable acidity in 'Pink Lady' apples after 90 days refrigerated storage (1 ± 0.5 °C and UR 92 ± 5 %), evaluated after seven days in ambient conditions.

	pH	Sólidos solúveis (°Brix)	Acidez titulável (% ácido málico)	Relação SS/AT
Controle	3,31 A	14,1 A	0,16 AB	85,30 A
Ethephon 480 mg L ⁻¹	3,36 A	13,36 A	0,15 B	90,93 A
Ethephon 120 mg L ⁻¹ tardio	3,44 A	13,83 A	0,18 A	77,47 B
C.V. (%)	2,90	2,64	4,67	3,40

Médias não seguidas pela mesma letra na vertical diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Os resultados do teste de aceitação realizado com 25 pessoas não treinadas, quanto a aparência, sabor, crocância, aroma e impressão global dos frutos, estão descritos na tabela 3.

Tabela 3 – Teste de aceitação de maçãs 'Pink Lady' após 90 dias de armazenamento refrigerado ($1\pm 0,5$ °C e UR 92 ± 5 %), seguidos de sete dias em condições ambiente.

Table 3 – Acceptance test of 'Pink Lady' apples after 90 days refrigerated storage ($1\pm 0,5$ °C e UR 92 ± 5 %), followed by seven days at ambient conditions.

	Aparência	Sabor	Crocância	Aroma	Impressão Global
Controle	3,24 A	3,40 B	3,24 A	3,04 B	3,16 B
Ethephon 480 mg L ⁻¹	3,56 A	3,80 AB	3,88 A	3,68 A	3,76 A
Ethephon 120 mg L ⁻¹ tardio	3,76 A	4,20 A	3,80 A	3,08 AB	3,76 A
C.V. (%)	25,78	23,62	26,93	27,53	23,98

Médias não seguidas pela mesma letra na vertical diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

DISCUSSÃO

As variáveis de luminosidade, ângulo *hue* e firmeza de polpa não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos com aplicação de ethephon e o controle (Tabela 1). Os resultados obtidos estão de acordo com os apresentados por Whale et al. (2008), que avaliou a aplicação de ethephon na qualidade de maçãs 'Cripps Pink', onde os valores de cor de fundo (luminosidade e ângulo *hue*) e de firmeza de polpa não diferiram dos frutos controle. Singh; Safiq (2008) também não observaram diferenças entre os tratamentos com ethephon quando comparados com o controle, sobre a firmeza de polpa, em frutos armazenados 190 dias em atmosfera controlada. Porém, os frutos que não foram aplicados com o etileno exógeno apresentaram menores valores de cromaticidade, indicando cores com menor saturação, diferindo dos demais tratamentos.

O pH e os sólidos solúveis não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos (Tabela 2). Segundo Epagri (2006), o teor de sólidos solúveis pode aumentar com o teor de potássio, controle do vigor de plantas e o uso de reguladores de crescimento para o raleio de frutos. Whale et al. (2008) observou um aumento do conteúdo de sólidos solúveis nos frutos tratados com ethephon na pré colheita de maçãs 'Cripps Pink'. Já Macedo et al. (2016), não observou diferenças de firmeza de polpa e sólidos solúveis na aplicação de diferentes doses e épocas de ethephon em maçãs 'Pink Lady', acordando com os resultados obtidos no presente trabalho.

A acidez titulável foi mais elevada no tratamento com aplicação de ethephon tardio, não diferindo do tratamento controle (Tabela 2). Singh; Safiq (2008), observaram um aumento na acidez titulável com a aplicação de ethephon 480 g L⁻¹ três semanas antes da colheita, quando comparados com o controle. A relação sólidos solúveis/acidez titulável foi menor no tratamento com ethephon tardio, diferindo dos outros tratamentos. Numericamente, o tratamento com 480mg L⁻¹ teve maior valor, apresentando frutos com sabor mais equilibrado.

Com relação ao teste de aceitação (Tabela 3), os frutos tratados com ethephon na dose de 480 mg L⁻¹ e 120mg L⁻¹ aplicado tardiamente, apresentaram qualidade sensorial superior após o período de armazenamento em comparação com os frutos que não receberam aplicação de ethephon (controle), pois apresentaram melhor sabor, crocância e impressão global.

Apesar das maiores notas apresentadas para as variáveis de aparência e crocância terem sido de frutos tratados, eles não diferem estatisticamente do controle.

Os frutos tratados com a maior dose de ethephon apresentaram maiores notas de aroma, diferindo apenas do tratamento controle. Isso pode ser explicado pelo desenvolvimento do aroma devido à aplicação do regulador de crescimento, que ao entrar em contato com o pH ácido da célula acaba liberando etileno, aumentando a síntese dos compostos voláteis responsáveis pelo aroma, devido ao aumento na velocidade das reações metabólicas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Assim como a avaliação do sabor dos frutos também obteve maiores valores para os frutos que passaram por tratamento com ethephon na pré-colheita, que pode ser explicado pela atuação do etileno no fruto, induzindo a maturação do mesmo. Segundo Chitarra; Chitarra (2005), o etileno induz o metabolismo do fenilpropanóide, responsável pela síntese de fenólicos que atuam como defesa contra danos físicos e ataque de patógenos, modificando a textura, sabor e a coloração dos frutos.

A impressão global indica a nota final do fruto, somando todas as outras características avaliadas pelos provadores. Os frutos aplicados com ethephon apresentaram diferença estatística quando comparados com os frutos do tratamento controle. Esse resultado pode ser explicado pela aplicação do etileno, que leva a maturação dos frutos, que diminui a cor esverdeada do fundo, e aumenta a coloração vermelha, além de aumentar a síntese dos compostos responsáveis pelo aroma e pelo sabor dos frutos.

CONCLUSÃO

A aplicação de ethephon 480 mg L⁻¹ e 120 mg L⁻¹ apresentaram resultados positivos na manutenção das características físico-químicas das maçãs 'Pink Lady', além de propiciar melhores resultados no teste de aceitação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) pelo apoio financeiro a este projeto e a empresa produtora de maçã Schio, por apoiar a pesquisa fornecendo os frutos para o experimento.

REFERÊNCIAS

ANDREI, E. (Coord.). Compêndio de defensivos agrícolas. 3.ed. São Paulo: Andrei, 1990. p. 204-97

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutos e hortaliças. Lavras, MG: Escola Superior de Agricultura de Lavras - FAEPE, 2005.

EPAGRI. A cultura da macieira. Florianópolis, 2006. 743 p

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.

FIORAVANÇO, J. C.; PAIVA, M. C.; BIZZANI, E. Ethephon na antecipação da colheita e qualidade da ameixa cv. Reubennel. Scientia Agraria, v. 8, n. 2, p. 193-197, 2007.

FIORAVANÇO J. C. et al. Avaliação da cultivar de macieira Pink Lady® em Vacaria, RS. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2011. 8 p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 112).

INTERNATIONAL PINK LADY ALLIANCE (IPLA). Disponível em:
<<http://www.pinkladyapples.com/>>. Acesso em: 10 ago. 2018

LANCASTER, J.E. 1992. Regulation of skin color in apples. Crit. Rev. Plant Sci. 10:487-502.

LI, Z., GEMMA, H.; IWAHORI, S. Stimulation of 'Fuji' apple skin color by ethephon and phosphorus-calcium mixed compounds in relation to flavonoid synthesis. Scientia Hort. 94:193-199. 2002.

MACEDO, C. K. B.; HAWERROTH, F. J.; MAGRIN, F. P.; HOFER, A.; AMARANTE, C. V. T. uso de etefom para aumentar a coloração da epiderme de frutos e antecipar a colheita de maçãs 'Pink Lady®'. XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. 2016

SEIBERT, E.; BARRADAS, C. I. N.; ARAÚJO, P. J. de.; BENDER, R. J. Efeito do ethephon e da frigoconservação na maturação de pêras cv. Packham`s Triumph. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 35, n. 1, p. 55-62, jan. 2000.

SINGH, Z.; SHAFIQ, M.; Training systems and pre-harvest ethrel application affect fruit colour development and quality of 'Pink Lady™' apple at harvest and in controlled atmosphere storage. Acta Hort. 774, ISHS 2008.

STEFFENS, C. A.; BRACKMANN, A. Maturação da maçã 'Fuji' com aplicação pré-colheita de aminoethoxivinilglicina e ethephon. Revista da FZVA. Uruguaiana, v. 13, n. 2, p. 76-84. 2006.

WHALE, S.K. 2005. Regulation of Apple Fruit Colour Development. Ph D Thesis, Muresk Institute, Curtin University of Technology, Perth, WA, Australia. pp. 331.