

ARMAZENAMENTO DE MAÇÃ 'ROYAL GALA' SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ETILENO

BRACKMANN, Auri; STEFFENS, Cristiano A.; NEUWALD, Daniel A.; MELLO, Anderson M. de;

UFSM/CCR/Dept^o de Fitotecnia – Núcleo de Pesquisa em Pós-Colheita – Campus Universitário – CEP 97105-900

Tel. (0xx)55 2208179 – Santa Maria/RS.

(Recebido para publicação em 26/01/2000)

RESUMO

Avaliou-se o efeito de níveis de etileno sobre a manutenção da qualidade da maçã cv. Royal Gala durante o armazenamento em pressão parcial ultra-baixo oxigênio. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com três repetições e a amostra experimental composta por 50 frutos. Os tratamentos utilizados foram: $>20\mu\text{L.L}^{-1}$; $<1,0\mu\text{L.L}^{-1}$; $<0,4\mu\text{L.L}^{-1}$ e $<0,04\mu\text{L.L}^{-1}$ de etileno. A condição de AC adotada foi de 1kPa de O_2 e 3kPa de CO_2 , com temperatura de 0,5°C e UR de 96%. As avaliações foram feitas após oito meses de armazenamento e após sete dias de exposição dos frutos à temperatura de 20°C. Conforme os resultados, a firmeza de polpa, na abertura das câmaras, não apresentou diferença estatística entre os tratamentos, mas após sete dias de exposição dos frutos a 20°C, as concentrações $<0,4\mu\text{L.L}^{-1}$ e $<0,04\mu\text{L.L}^{-1}$ mantiveram a firmeza de polpa em valores mais elevados. Os valores de sólidos solúveis totais (SST), após sete dias, apresentou-se superior em frutos armazenados sem absorção de etileno. Também os tratamentos com eliminação de etileno proporcionaram frutos com valores mais elevados de acidez. A incidência de podridão e polpa farinhenta foi menor nos frutos submetidos às baixas concentrações de etileno. Não houve diferença estatística entre os tratamentos, na abertura das câmaras, para o parâmetro degenerescência senescente, sendo que, após sete dias, as concentrações de $<0,4$ e $<0,04\mu\text{L.L}^{-1}$ de etileno apresentaram menor incidência deste distúrbio.

Palavras-chave: atmosfera controlada, conservação, ultra-baixo oxigênio.

ABSTRACT

STORAGE OF 'ROYAL GALA' APPLES IN DIFFERENTS ETHYLENE CONCENTRATIONS. The objective of this work was to evaluate the effect of ethylene levels on the quality of 'Royal Gala' apples stored in ULO CA conditions (1kPa O_2). The treatments were: $>20\mu\text{L.L}^{-1}$; $<1,0\mu\text{L.L}^{-1}$; $<0,4\mu\text{L.L}^{-1}$ e $<0,04\mu\text{L.L}^{-1}$. The CA condition was 1kPa O_2 and 3kPa of CO_2 , at 0.5°C and 96% RH. The evaluations were done after 8 months of storage and after 7 days shelf life at 20°C. According results the firmness at the chambers opening did't show estatistic difference between treatments, but after 7 days shelf life, $<0,4\mu\text{L.L}^{-1}$ and $<0,04\mu\text{L.L}^{-1}$ ethylene concentrations maintained higher firmness. The totals solids solubles (TSS) after shelf life was higher in fruits stored without ethylene absorption. Incidence of rot and mealy fruits was lower in low ethylene concentrations. At opening of the chambers there was no estatistic difference between treatments for senescent breakdown, however after shelf life the lowest ethylene concentrations ($<0,4$ and $<0,04\mu\text{L.L}^{-1}$) fruits had lower breakdown incidence.

Key-words: controlled atmosphere, quality, ultra low oxygen.

INTRODUÇÃO

A maçã 'Royal Gala' por assemelhar-se a cv. Gala e possuir coloração vermelha da epiderme mais intensa, vem apresentando aumento de sua produção. Em decorrência do grande volume de produção, parte é armazenada para regular a oferta e o preço durante o ano.

A forma de armazenamento mais adequada para a conservação de maçãs é o armazenamento em atmosfera controlada (AC). Estudos indicam que a maçã 'Royal Gala' apresenta potencial de armazenamento em AC semelhante a 'Gala', podendo ser armazenada, neste sistema, por até sete meses (MELLO *et al.*, 1998). No entanto, períodos mais prolongados de armazenamento podem ocorrer perdas relacionadas à redução da firmeza de polpa, amarelecimento da epiderme e ocorrência de podridões e distúrbios fisiológicos. Segundo BRACKMANN (1991), a perda de firmeza de polpa, a redução da acidez e o amarelecimento da epiderme são os principais parâmetros de maturação e qualidade e que podem determinar a duração do período de armazenamento de maçãs.

Técnicas complementares ao uso de AC vem contribuindo para o aumento no período de armazenamento de maçãs 'Royal Gala'. Entre estas, a eliminação do etileno da câmara frigorífica parece ser a mais eficiente e já comercialmente utilizada em algumas empresas de Fraiburgo e Vacaria. O etileno é responsável pelo desencadeamento de diversos processos fisiológicos e bioquímicos ligados à maturação dos frutos. Sua eliminação proporciona redução na taxa respiratória e na produção autocatalítica de etileno, além de inibir a ocorrência de podridões e de distúrbios fisiológicos relacionados à senescência (NARDIN, 1990). Segundo STEFFENS *et al.* (1998) e BRACKMANN & SAQUET (1999), a eliminação do etileno em AC mantém as qualidades físico-químicas e diminui a incidência de frutos com polpa farinhenta em maçã 'Gala', após longos períodos de armazenamento. Resultados semelhantes foram obtidos com as cvs. Cox's Orange Pippin (KNEE & RATNAYAKE, 1977), McIntosh (LIU, 1985), Empire (BLANPIED 1986) e Royal Gala (LIMA, 1999). Entretanto, não se sabe até que níveis é necessário eliminar este gás, de forma a obter um efeito satisfatório sobre o controle da maturação.

O conhecimento da concentração ideal é de extrema importância, visto que, quanto mais baixa a concentração de etileno, maior deverá ser a eficiência do absorvedor e/ou maior o tempo de absorção de etileno, acarretando maior custo de armazenamento.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de níveis de etileno sobre a manutenção da qualidade da maçã cv. Royal Gala armazenada em AC.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Núcleo de Pesquisa em Pós-colheita (NPP) do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, RS. Os frutos da cultivar Royal Gala foram colhidos num pomar comercial pertencente a empresa Agropecuária Schio, localizada em Vacaria, RS. Ainda na empresa, os frutos foram selecionados e classificados, utilizando-se o calibre 135. Após o transporte dos frutos ao NPP/UFSM em Santa Maria, procedeu-se nova

seleção, eliminando-se os frutos com lesões e/ou defeitos. Posteriormente foram homogeneizadas as amostras experimentais de 50 frutos repetidas três vezes. No momento da instalação do experimento, os frutos possuíam os seguintes parâmetros de maturação: índice iodo-amido 5,46 (escala 1 a 10); firmeza de polpa 77,8N; sólidos solúveis totais (SST) 10,6°Brix; acidez titulável 6,87cmol.L⁻¹; e coloração da epiderme com índice 8,5 (escala 1 a 10).

Para o armazenamento dos frutos foram utilizadas minicâmaras experimentais de AC, com volume de 232 litros, as quais foram conectadas por tubulações plásticas a uma mesa de controle com analisadores de gases. As minicâmaras permaneceram no interior de uma câmara frigorífica com a temperatura controlada em 0,5°C.

O monitoramento da temperatura foi realizado diariamente utilizando termômetros introduzidos na polpa de frutos, havendo uma oscilação de $\pm 0,2^\circ\text{C}$. A umidade relativa (UR), determinada semanalmente com um psicrômetro, foi mantida em torno de 96% em todos os tratamentos. A condição de AC adotada foi 1kPa O₂ e 3kPa CO₂.

A instalação da atmosfera foi realizado 24 horas após a colheita, logo após o fechamento das câmaras. Para a manutenção constante dos níveis de O₂ e CO₂, que continuamente se modificavam em função do processo respiratório dos frutos, foi realizada diariamente uma análise e correção das pressões parciais dos gases. Esta análise foi feita com analisadores eletrônicos de fluxo contínuo, marca Agri-Datalog. O O₂ consumido pela respiração foi repostado através da injeção de ar atmosférico nas minicâmaras. O CO₂ em excesso foi absorvido por uma solução de hidróxido de potássio (40%), através da qual foram circulados os gases das minicâmaras.

Os tratamentos avaliados foram diferentes concentrações de etileno no ambiente da câmara frigorífica ($>20\mu\text{L.L}^{-1}$; $<1,0\mu\text{L.L}^{-1}$; $<0,4\mu\text{L.L}^{-1}$; e $<0,04\mu\text{L.L}^{-1}$). Para a eliminação de etileno, foi realizada a absorção química deste gás por meio de um filtro contendo substrato com permanganato de potássio. O ar da câmara foi constantemente circulado pelo filtro com uma bomba de membrana com fluxo de 240L.h⁻¹, de modo que a concentração de etileno ficou abaixo de 0,04 $\mu\text{L.L}^{-1}$. Para as concentrações $<1,0\mu\text{L.L}^{-1}$ e $<0,4\mu\text{L.L}^{-1}$, as bombas foram acionadas através de temporizadores, os quais foram regulados para manter estas concentrações de etileno na câmara. No tratamento sem eliminação de etileno, a concentração foi estabelecida através da síntese do gás pelos

próprios frutos, como acontece em câmaras de AC comerciais, onde a concentração pode oscilar entre 20 e 200 $\mu\text{L.L}^{-1}$. As determinações de etileno foram realizadas semanalmente por cromatografia gasosa, injetando-se 1mL de gás da atmosfera de cada câmara em um cromatógrafo a gás, marca Varian, equipado com detector de ionização de chama, coluna empacotada com Porapak N de 0,70m de comprimento e, como gás de arraste foi utilizado o nitrogênio. As temperaturas empregadas foram 90°C, 140°C e 200°C para coluna, injetor e detector, respectivamente.

Após oito meses de armazenamento, três amostras de 25 frutos foram analisadas no dia da abertura das câmaras e as outras três, após sete dias de exposição dos frutos à temperatura de 20°C, numa câmara de climatização. Para cada tratamento foi calculada a média e a variância para os parâmetros avaliados, sendo as médias comparadas pelo teste de Duncan. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado.

As variáveis avaliadas foram: teste iodo-amido (somente analisado na instalação do experimento), firmeza de polpa, sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável, podridões, polpa farinhenta e degenerescência senescente, conforme metodologia descrita por BRACKMANN & SAQUET (1995). Para a determinação da coloração de fundo da epiderme foi utilizado uma tabela de cores, elaborada no NPP, com escala variando de 1 a 10, sendo que o nível 1 corresponde a epiderme verde e o nível 10 a com amarelo-ouro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A firmeza de polpa, na abertura das câmaras, não apresentou diferença significativa entre os níveis de etileno (Tabela 1), porém após a exposição à temperatura de 20°C a concentração $<0,04\mu\text{L.L}^{-1}$ manteve a firmeza de polpa em valores mais elevados (Tabela 1). BRACKMANN & SAQUET (1999) também verificaram a eficiência da eliminação de etileno em 'Gala', na manutenção da firmeza de polpa. A concentração $<1,0\mu\text{L.L}^{-1}$ não diferiu estatisticamente da concentração $>20\mu\text{L.L}^{-1}$, no parâmetro firmeza de polpa (Tabela 1). Este resultado contraria o resultado obtido por BLANPIED (1986), onde verificou que a concentração de etileno $<1,0\mu\text{L.L}^{-1}$ melhora a retenção da firmeza de polpa da maçã cv. Empire.

TABELA 1 – Qualidade físico-químicas da maçã 'Royal Gala' após oito meses de armazenamento em atmosfera controlada com diferentes concentrações de etileno. Santa Maria, RS, 1998

Concentração de C ₂ H ₄	Firmeza de Polpa (N)		SST (°Brix)		Acidez titulável (cmol.L ⁻¹)		Cor (1 – 10)	
	Saída Câm.	7 dias	Saída Câm.	7 dias	Saída Câm.	7 dias	Saída Câm.	7 dias
$>20\mu\text{L.L}^{-1}$	62,51 a*	60,60 c	10,43 a	11,5 b	3,83 a	3,89 b	8,0 b	9,1 a
$<1,0\mu\text{L.L}^{-1}$	61,03 a	62,60 bc	10,37 a	11,2 a	3,76 a	4,35 a	8,2 b	8,6 b
$<0,4\mu\text{L.L}^{-1}$	64,54 a	67,76 ab	10,40 a	11,3 a	3,94 a	4,61 a	8,4 ab	8,7 ab
$<0,04\mu\text{L.L}^{-1}$	65,83 a	70,59 a	10,40 a	11,2 a	4,09 a	4,40 a	8,5 a	8,8 ab

* Médias não seguidas pela mesma letra, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan (5%)

Os sólidos solúveis totais (SST) não foram influenciadas pelas diferentes concentrações de etileno, na saída da câmara (Tabela 1). Após sete dias a 20°C, verificou-se que frutos armazenados sob eliminação do etileno, apresentaram os mais baixos índices de SST (Tabela 1), concordando com o resultado obtido por BRACKMANN (1991). Possivelmente este resultado possa ser explicado pelo menor grau de amadurecimento dos frutos nestes tratamentos e, com isso, um menor acúmulo de açúcares, decorrente da hidrólise de amilopectinas e também pela degradação da protopectina (CHITARRA1998).

A acidez titulável, na saída da câmara, não apresentou diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 1), sendo o mesmo verificado por LIMA (1999). Após sete dias, a eliminação do etileno manteve a acidez dos frutos em valores mais elevados (Tabela 1), concordando com STEFFENS *et al.*

(1998) e BRACKMANN (1991), que observaram que a eliminação de etileno diminui a perda de ácidos em maçãs.

A coloração de fundo da epiderme, na saída da câmara, não apresentou diferença entre os tratamentos (Tabela 1), entretanto, após sete dias, os frutos armazenados com eliminação de etileno apresentaram-se mais verdes (Tabela 1). STEFFENS *et al.* (1998) obtiveram estes mesmos resultados com a cv. Gala, tanto na saída da câmara como após sete dias de exposição à temperatura ambiente.

A ocorrência de podridões na saída da câmara, foi estatisticamente semelhante entre os tratamentos (Tabela 2), confirmando os resultados obtidos por BRACKMANN & SAQUET (1999). Após sete dias, a eliminação do etileno diminuiu a incidência de podridões (Tabela 2), confirmando os resultados obtidos por STEFFENS *et al.* (1998) e AYOUB *et al.* (1993).

TABELA 2 – Ocorrência de podridões e distúrbios fisiológicos em maçãs 'Royal Gala' após oito meses de armazenamento em atmosfera controlada com diferentes concentração de etileno. Santa Maria, RS, 1998

Concentração de C ₂ H ₄	Podridão (%)		Polpa Farinhenta (%)		Degenerescência Senescente (%)	
	Saída Câm.	7 dias	Saída Câm.	7 dias	Saída Câm.	7 dias
>20 µL.L ⁻¹	14,7a*	42,8a	13,2a	23,3a	17,9a	37,8a
<1,0 µL.L ⁻¹	4,7a	13,3b	9,6a	10,6b	7,8a	19,7b
<0,4 µL.L ⁻¹	8,4a	16,9b	5,8a	3,4b	9,7a	6,5c
<0,04 µL.L ⁻¹	3,4a	13,7b	11,8a	10,8b	18,5a	10,8b c

* Médias não seguidas pela mesma letra, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan (5%)

A incidência de frutos com polpa farinhenta e degenerescência senescente, não apresentou diferenças significativa entre os tratamentos, na abertura das câmaras (Tabela 2). Após sete dias, a concentração de etileno >20µL.L⁻¹ proporcionou maior incidência de frutos com polpa farinhenta e degenerescência senescente (Tabela 2). Isto pode ser explicado pelo fato de que a eliminação do etileno reduz a degradação dos componentes da parede celular, em especial a protopectina, e, com isso, evita a ocorrência de polpa farinhenta e degenerescência senescente. STEFFENS *et al.* (1998) também observaram efeito da eliminação de etileno na redução de frutos com polpa farinhenta.

CONCLUSÃO

A eliminação de etileno proporciona frutos com melhores qualidades físico-químicas e níveis mais baixos de podridões e distúrbios fisiológicos, quando comparado com o tratamento sem absorção (>20µL.L⁻¹). Quanto mais baixa a concentração de etileno maior a retenção da firmeza da polpa. Para os demais parâmetros a eliminação do etileno até nível de 1,0µL.L⁻¹ já é satisfatória.

AGREDECIMENTOS

À FAPERGS e a empresa Agropecuária Schio, pela colaboração na execução do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYOUB, J. A.; DRIVER, M. G.; KIM, H. J.; BARRET, A.; TAUB, I. A. Use of ethylene absorbers in extending produce shelf life. *Postharvest News and In-formation*, London, n. 6, Vol 4, p.328, 1993.

BLANPIED, G.D. A study of the relationship between fruit internal ethylene concentration and post-storage fruit quality of cv. Empire apples. *Journal of Horticultural Science*, London. v. 61, p.465-470, 1986.

BRACKMANN, A. Influência da pressão parcial de oxigênio e etileno sobre a qualidade de maçãs armazenadas em atmosfera controlada. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v. 12, n. 3, p. 235-242, 1991.

BRACKMANN, A.; SAQUET, A. A. Low ethylene and rapid CA storage of 'Gala' apples. *Acta Horticulturae*, Wageningen, n. 485, p. 79 – 83, 1999.

BRACKMANN, A.; SAQUET, A. A. Armazenamento de maçã cv. Gala em atmosfera controlada. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v.1, n.2, p. 55 – 60, 1995.

CHITARRA, M. I. F. Fisiologia e Qualidade de Produtos Vegetais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27. 1998, Poços de Caldas. *Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas*. Lavras:UFLA/SBEA, 1998, p. 1-59.

KNEE, M., RATNAYAKE, M. Ethylene removal during apple storage. *Rep. E. Malling Res. Stn. for 1976*, Maidstone, p.93, 1977.

LIMA, L. C. *Armazenamento de maçãs cv. Royal Gala sob refrigeração e atmosfera controlada*. Lavras, UFLA, 1999. 96p. Dissertação de Mestrado.

LIU, F.W. Low ethylene controlled atmosphere storage of McIntosh apples. In: ROBERTS, J.A. & TUCKER, G.A. (eds.). *Ethylene and Plant Development*. London: Butterworths, p.385-392, 1985.

MELLO, A. M. de; STEFFENS, C. A.; NEUWALD, D. A.; BRACKMANN, A. Avaliação de diferentes condições de armazenamento de maçã cv. Royal Gala em atmosfera controlada. In: JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA, XIII, 1998, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: UFSM, 1998, p.502.

NARDIN, C. Nuevas orientaciones en el empleo de la atmosfera controlada en la conservacion de las manzanas. In: *Jornadas Técnicas: Frigoconservación y Comercialización de la Fruta Dulce*, Barcelona, Fundacion Caja de Pensiones, 1990, p. 11-18.

STEFFENS, C. A.; HUNSCHE, M.; BRACKMANN, A. Armazenamento de maçã cv. Gala em atmosfera controlada e diferentes concentrações de etileno. In: JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA, XIII, 1998, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: UFSM, 1998, p. 635.