

# EFEITO DA UMIDADE RELATIVA E MOMENTO DA INSTALAÇÃO DA ATMOSFERA CONTROLADA SOBRE A QUALIDADE DA MAÇÃ 'FUJI'

EFFECT OF THE RELATIVE HUMIDITY AND ESTABLISHMENT MOMENT OF CONTROLLED ATMOSPHERE CONDITIONS ON THE QUALITY OF 'FUJI' APPLE

BRACKMANN, Auri<sup>1</sup>; VIZOTTO, Márcia<sup>2</sup>; MELLO, Anderson M. de<sup>3</sup>; FREITAS, Sergio T. de,<sup>3</sup>  
STEFFENS, Cristiano.<sup>4</sup>

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi de avaliar o efeito da umidade relativa do ar (UR) e do momento da instalação da atmosfera sobre a qualidade da maçã cv. Fuji. Os tratamentos originaram-se da combinação de dois níveis do fator momento da instalação da atmosfera (1º e 7º dia após o fechamento das câmaras) com dois níveis do fator UR (baixa UR no 1º mês de armazenamento e baixa UR durante todo o armazenamento). A análise dos frutos foi realizada após sete meses de armazenamento e após sete dias de exposição dos frutos a 25°C. Verificou-se interação entre os tratamentos para a maioria dos parâmetros avaliados. A firmeza de polpa manteve-se mais elevada com a instalação da atmosfera no 1º dia combinado com baixa UR durante todo o período de armazenamento. A acidez titulável permaneceu mais elevada com a instalação da atmosfera controlada no 7º dia após o fechamento das câmaras e com baixa UR somente no 1º mês de armazenamento. Frutos armazenados em baixa UR durante todo o período de armazenamento e com instalação da atmosfera no 7º dia apresentaram menor ocorrência de podridões.

Palavras-chave: pós-colheita, armazenamento, *Malus domestica*

## INTRODUÇÃO

A cultivar Fuji representa atualmente 38% da produção brasileira. É uma cultivar de maçã que apresenta alta qualidade, com excelente sabor, polpa crocante e suculenta e com excelente aceitação no mercado nacional e internacional (MEDEIROS, 1999). A forma de armazenamento mais

utilizada é o armazenamento refrigerado (AR), onde são controladas apenas a temperatura e a umidade relativa do ar das câmaras. Neste tipo de armazenamento ocorre uma rápida perda de qualidade, ocorrência de podridões, distúrbios fisiológicos e acentuada degradação da acidez, permitindo uma razoável manutenção da qualidade por até 6 meses de armazenamento.

O armazenamento em atmosfera controlada (AC) é uma alternativa eficiente para a conservação da maçã cv. Fuji, pois reduz a perda de firmeza da polpa e da acidez, permitindo uma conservação da qualidade dos frutos por períodos mais longos aos obtidos em AR. Entretanto as pressões parciais de CO<sub>2</sub> devem ser mantidas abaixo de 0,8 k Pa, pois altas concentrações deste gás, podem causar degenerescência de polpa, sendo que o O<sub>2</sub> deve ser mantido abaixo de 1,5 k Pa, a fim de reduzir maiores perdas de qualidade dos frutos (BRACKMANN et al., 1995).

No Brasil, em câmaras comerciais, a instalação da atmosfera nas câmaras de AC é tradicionalmente realizada após os frutos atingirem a temperatura de armazenamento, podendo demorar de 5 a 10 dias, período em que os frutos podem apresentar um rápido amadurecimento. Nos Estados Unidos, recomenda-se a instalação da atmosfera logo após o fechamento da câmara antes do resfriamento total dos frutos, o que retarda o processo de amadurecimento, mantendo a qualidade das maçãs (OLSEN, 1989). A manutenção da UR mais baixa no início do armazenamento e o retardamento da instalação da atmosfera são técnicas normalmente utilizadas pelos produtores brasileiros, pois supõe-se que estas condições aceleram a degradação de sorbitol, considerado

<sup>1</sup> Eng. Agr., Dr., Professor do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 97105-900. Autor para correspondência. E-mail: brackman@ccr.ufsm.br

<sup>2</sup> Eng. Agr., Msc. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

<sup>3</sup> Aluno de Graduação do Curso de Agronomia. Bolsista do CNPq, UFSM, Santa Maria, RS.

<sup>4</sup> Eng. Agr., aluno do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Bolsista CAPES.

(Recebido para publicação em 12/11/2001)

agente causador de pingo de mel e, conseqüentemente, podem reduzir a incidência de degenerescência da polpa. Entretanto, ainda não está suficientemente claro se o retardamento da instalação da atmosfera e a baixa umidade relativa do ar no início do armazenamento, têm efeito sobre a qualidade da maçã 'Fuji'. Também, é comum a utilização de baixa UR (90%) durante todo o período de armazenamento com o objetivo de reduzir a ocorrência de podridões. Segundo LIDSTER (1990), na degenerescência da polpa da cultivar McIntosh aumenta com UR entre 96 e 100%, porém, com UR muito baixa pode ocorrer perda de peso, prejudicando a aparência dos frutos, devido ao murchamento. Em maçã 'Gala', segundo BRACKMANN & CERETTA (1999), a alta UR durante o armazenamento em AC não causou degenerescência da polpa.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da baixa umidade relativa do ar durante o primeiro mês de armazenamento, bem como, o efeito da instalação da atmosfera controlada no primeiro e sétimo dia após o fechamento das câmaras, sobre a qualidade da maçã cv. Fuji.

## MATERIAL E MÉTODOS

A colheita dos frutos foi realizada no dia 03/04/97 em um pomar comercial do município de Vacaria, RS. O ponto de colheita foi baseado na determinação da firmeza de polpa, do teor de sólidos solúveis totais e no teste iodo-amido. Após a colheita, os frutos foram transportados ao laboratório do Núcleo de Pesquisa em Pós-Colheita da Universidade Federal de Santa Maria, onde foram selecionados e descartados aqueles com diâmetro inferior a 55mm e/ou com lesões mecânicas e homogêneas as amostras experimentais.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições, sendo a amostra experimental composta de 40 frutos. Os tratamentos avaliados originaram-se da combinação de dois níveis do fator momento da instalação da atmosfera (1<sup>o</sup> e 7<sup>o</sup> dia após o fechamento das câmaras) com dois níveis do fator UR (baixa UR no 1<sup>o</sup> mês de armazenamento e baixa UR durante todo o armazenamento). Os frutos foram armazenados aproximadamente 24 horas após a colheita, na temperatura de 2°C por 1 mês e 0,5°C durante o restante do armazenamento. Foram usadas minicâmaras de AC com capacidade de 232 litros, com uma pressão parcial de 1kPa de O<sub>2</sub> e <0,3kPa CO<sub>2</sub>. Para a instalação da atmosfera nas mini câmaras de AC, visando a obtenção das concentrações de O<sub>2</sub> desejados, foi injetado N<sub>2</sub> (gás) para diluir o O<sub>2</sub> atmosférico até os níveis preestabelecidos nos tratamentos. A análise diária das concentrações dos gases e o seu controle foi realizada com auxílio de analisadores de um equipamento automatizado da firma Kronenberger. As concentrações de CO<sub>2</sub> foram mantidas inferiores a 0,3kPa através da utilização de cal hidratada nas minicâmaras de AC.

A redução da umidade relativa foi feita através da utilização de cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>) no interior das minicâmaras de AC, ficando em torno de 91%. Foram efetuadas determinações semanais da umidade relativa com auxílio de um psicrômetro aspirado. Quando constatada a perda da eficiência do cloreto de cálcio, realizou-se sua substituição.

A análise da qualidade das maçãs foi realizada após sete meses de armazenamento, logo na abertura das câmaras, e após sete dias de exposição dos frutos à temperatura de 25°C, simulando o período de comercialização. Os parâmetros avaliados foram: firmeza de polpa, sólidos solúveis totais

(SST), acidez titulável, degenerescência interna e podridão segundo a metodologia descrita por BORTOLUZZI (1997), e cor, que foi determinada utilizando-se uma escala de cores elaborada no Núcleo de Pesquisa em Pós-Colheita, que varia de 1 a 10, onde 1 significa cor da epiderme totalmente verde e 10, amarelo-ouro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após sete meses de armazenamento seguido de sete dias de exposição dos frutos a 25°C, os resultados da análise da variância apresentaram significância da interação entre os fatores UR de armazenamento e momento de instalação da atmosfera para os parâmetros firmeza de polpa, sólidos solúveis totais, acidez titulável e podridões.

A firmeza de polpa, após sete meses de armazenamento, manteve-se mais elevada no tratamento com baixa umidade relativa durante todo o período de armazenamento e instalação da atmosfera no 1<sup>o</sup> dia. É possível que a baixa umidade relativa tenha ocasionado uma leve desidratação dos frutos, condizendo ao murchamento e, com isso, dificultando a entrada do penetrômetro na polpa dos frutos. Com a instalação da atmosfera no 7<sup>o</sup> dia, houveram diferenças entre a baixa UR no início e baixa UR durante o período de armazenamento, sendo que, após sete dias de exposição à temperatura de 25°C, os tratamentos foram semelhantes (Tabela 1). BRACKMANN & SAQUET (1999a) e BRACKMANN et al. (2000b), no entanto, observaram na cv. Gala, que a rápida instalação da atmosfera mantém a firmeza de polpa em valores mais elevados. LAU (1985) atribui este efeito da rápida instalação da atmosfera sobre a firmeza de polpa, à inibição da respiração dos frutos, redução na síntese de etileno e diminuição do metabolismo da parede celular. Entretanto, na cultivar Fuji, BRACKMANN et al. (2000a) e BRACKMANN & BORTOLUZZI-MAAG (2000) não verificaram efeito da rápida instalação da atmosfera sobre a retenção da firmeza de polpa. LIU (1986) também observou que o atraso no estabelecimento da atmosfera, causou pouca diminuição da firmeza de polpa durante o armazenamento de maçãs 'McIntosh'.

Os teores de sólidos solúveis totais (SST) foram mais elevados, em ambas as avaliações, nos tratamentos com baixa UR durante todo o período de armazenamento. Com a instalação da atmosfera realizada no 1<sup>o</sup> dia. Entretanto, com a instalação da atmosfera no 7<sup>o</sup> dia, os SST mostraram-se mais elevados com baixa umidade apenas no primeiro mês (Tabela 1). Os valores de SST elevados em baixa umidade relativa, são devidos provavelmente, à perda d'água dos frutos, podendo levar a uma concentração dos açúcares na polpa. Diversos trabalhos também verificaram que a velocidade da instalação da atmosfera não influencia os SST em maçã 'Gala' (BRACKMANN & SAQUET, 1999a; BRACKMANN et al., 2000b) e em maçã 'Fuji' (BRACKMANN & BORTOLUZZI-MAAG, 2000).

Maior acidez foi observada no tratamento com baixa umidade relativa de armazenamento durante o 1<sup>o</sup> mês de armazenamento e com a atmosfera controlada instalada no 7<sup>o</sup> dia, em ambas as avaliações (Tabela 1). BRACKMANN et al. (2000b) e BRACKMANN et al. (2000a) não verificaram efeito da velocidade de instalação da atmosfera e da UR de armazenamento sobre a acidez do suco dos frutos de maçãs 'Gala' e 'Fuji', respectivamente.

Os tratamentos não apresentaram diferenças significativas sobre a coloração da epiderme, tanto na abertura das câmaras, como na avaliação realizada após sete dias de

simulação de comercialização.(Tabela 1). Estes resultados estão de acordo com os obtidos por BRACKMANN & SAQUET (1999b), com a maçã cultivar Gala.

Na avaliação realizada na saída da câmara, houve uma maior ocorrência de podridões no tratamento com baixa umidade relativa durante todo o período de armazenamento e instalação da atmosfera controlada no 1<sup>o</sup> dia. Aos sete dias, a incidência de podridão foi maior nos frutos armazenados em baixa umidade relativa durante o primeiro mês de armazenamento e instalação da atmosfera no 7<sup>o</sup> dia, confirmando SCHWARZ (1994), que verificou maior desenvolvimento de podridões em alta umidade relativa. BRACKMANN & BORTOLUZZI-MAAG (2000) também verificaram maior incidência de frutos podres em maçãs 'Fuji', na saída da câmara, quando a instalação da atmosfera foi retardada. BRACKMANN et al. (2000a) verificaram na cv. Gala

uma drástica redução na ocorrência de podridões com a rápida instalação da atmosfera. Estes autores afirmam que a redução imediata da pressão parcial de O<sub>2</sub> diminui o metabolismo dos frutos, retardando o amadurecimento de forma mais eficiente, com isso, conferindo maior resistência dos frutos ao ataque de patógenos.

Os resultados obtidos neste trabalho, juntamente com os de outros estudos realizados com a maçã 'Fuji' (BRACKMANN et al., 2000a; BRACKMANN & BORTOLUZZI-MAAG, 2000), demonstram que esta cultivar não responde à rápida instalação da atmosfera como a cultivar Gala. Isto, deve-se possivelmente ao fato de que a maçã 'Fuji', comparativamente à maçã cultivar Gala, apresenta metabolismo bem mais baixo, com baixa intensidade respiratória e menor produção de etileno ( BRACKMANN, 1989; SAQUET et al., 2001).

Tabela 1 – Análises físico-químicas e ocorrência de podridões em maçãs cultivar 'Fuji' após sete meses de armazenamento em atmosfera controlada. Santa Maria, RS 1997.

UR%	Análise na saída da câmara									
	SST (°Brix)		Acidez titulável (cmol.L <sup>-1</sup> )		Firmeza de polpa (N)		Cor (1-10)		Podridão (%)	
	Instalação da AC		Instalação da AC		Instalação da AC		Instalação da AC		Instalação da AC	
	1 <sup>o</sup> dia	7 <sup>o</sup> dia	1 <sup>o</sup> dia	7 <sup>o</sup> dia	1 <sup>o</sup> dia	7 <sup>o</sup> dia	1 <sup>o</sup> dia	7 <sup>o</sup> dia	1 <sup>o</sup> dia	7 <sup>o</sup> dia
90/90%***	14,3aA*	13,8bA	2,6aB	2,8bA	85,0aA	65,4aB	8,7ns**	8,6ns	20,8aA	8,1aB
90/96%***	13,8bB	14,6aA	2,8bB	3,1aA	65,4bB	71,2aA	8,5	8,6	10,7bA	12,7aA
CV%	2,22		4,14		6,36		1,86		31,97	
Análise após sete meses de armazenamento mais sete dias a 25 °C										
90/90%	14,2aA	13,9bA	2,6aA	2,4bA	64,9aA	63,2aA	9,0ns	8,8ns	31,0aA	30,8bA
90/96%	13,8bB	14,5aA	2,5aB	2,9aA	62,3bA	64,5aA	8,7	9,0	36,2aB	46,1aA
CV%	1,68		6,26		2,38		1,41		12,84	

\* Tratamentos com médias não seguidas pela mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

\*\* ns = não significativo

\*\*\* 90/96% - 90% de UR durante o 1<sup>o</sup> mês de armazenamento e 96% de UR no restante do período de armazenamento.

## CONCLUSÃO

Para o armazenamento da maçã cultivar Fuji, a atmosfera controlada pode ser instalada até o 7<sup>o</sup> dia após o fechamento das câmaras, sem grandes perdas de qualidade. No entanto, mais pesquisa é necessária para compreender melhor o efeito da UR na câmara sobre a ocorrência de degenerescência da polpa.

## ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of the relative humidity (RH) and the moment of the establishment of controlled atmosphere (CA) conditions on the quality of the 'Fuji' apple. The treatment originated from the combination of two levels of the factor moment of the installation of the atmosphere (1<sup>st</sup> and 7<sup>th</sup> day after chamber closing) with two levels of the factor RH (low RH in the 1<sup>st</sup> month of storage and low RH during the whole storage period). Fruits were analyzed after 7 months of storage and after 7 days of shelf life at 25°C. Interaction was verified between the treatments for the majority of the evaluated parameters. Flesh firmness was higher with CA conditions established on the 1<sup>st</sup> day and with low RH during the whole storage period. Better titratable acidity was observed when the establishment of the CA conditions was carried out on the 7<sup>th</sup> day after storage beginning and with low RH only the 1<sup>st</sup> storage month. Fruits kept in low RH during the whole storage period with installation of the atmosphere on the 7<sup>th</sup> day showed lower occurrence of rot.

Key words: postharvest, storage, *Malus domestica*.

## REFERÊNCIAS

- BORTOLUZZI, G. **Efeito das temperatura de armazenamento e condições de atmosfera controlada sobre a qualidade da maçã 'Fuji'**. Santa Maria.1997. 93p. Dissertação (Mestrado e Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria.
- BRACKMANN, A.; BORTOLUZZI-MAAG, G. Efeito do período de instalação da atmosfera controlada sobre a qualidade de maçãs cv. Fuji. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.25, n.2, p.39-42, 2000.
- BRACKMANN, A.; CERETTA, M. Efeito da redução nos níveis de etileno e da umidade relativa no armazenamento de maçã 'Gala' em atmosfera controlada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.12, p.2169-2174, 1999.
- BRACKMANN, A.; HUNSCH, M.; STEFFENS, C.A. Conservação da maçã 'Fuji' sob diferentes temperaturas, umidades relativas e momentos da instalação da atmosfera de armazenamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n1, p.81-84, 2000a.
- BRACKMANN, A.; MAZARO, S.M.; BORTOLUZZI, G. Qualidade da maçã 'Fuji' sob condições de atmosfera controlada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.25, n.2, p.215-218, 1995.
- BRACKMANN, A.; SAQUET, A. A. Low ethylene and rapid CA storage of 'Gala' apples. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 485, p.79-83, 1999a.

- BRACKMANN, A.; SAQUET, A. A. Qualidade de maçã 'Gala' com rápido resfriamento e instalação da atmosfera controlada e eliminação do etileno da câmara. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.21, n.2, p.177-181, 1999b.
- BRACKMANN, A.; STEFFENS, C.A.; HUNSCHE, M. Influência da instalação das condições de atmosfera controlada e concentração de etileno sobre a qualidade da maçã 'Gala'. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.25, n.1, p.22-27, 2000b.
- LAU, O.L. Storage procedures , low-oxygen, and low carbon dioxide atmospheres on quality of 'Golden Delicious' and 'Delicious' apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.110, n.4, p.541-547, 1985.
- LIDSTER, P.D. Storage humidity influences fruit quality and permeability to ethane in 'McIntosh' apples stored in diverse controlled atmospheres. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.114, n.1, p.94-96, 1990.
- LIU, F.W. Effects of delayed cooling and delayed low-ethylene CA storage on the keeping quality of 'McIntosh' apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.111, n.5, p.719-723, 1986.
- MEDEIROS, E. A. A. **Efeito do tempo de resfriamento, temperatura de armazenamento e concentração de oxigênio sobre a qualidade da maçã 'Fuji' conservada em atmosfera controlada**. Santa Maria, 1999. 54p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal de Santa Maria.
- OLSEN, K. L. Low O<sub>2</sub> potential in reduction of energy cost and moisture loss in CA. In: INTERN. CONTROLLED ATMOSPHERES. CONF., 5, Wenatchee, Washington, **Proceedings...** v.1, p.449-455, 1989.
- SAQUET, A. A., STREIF, J., BANGERTH, F. On the involvement of adenine nucleotides in the development of brown heart in 'Conference' pears during delayed controlled atmosphere storage. **Gartenbauwissenschaft**, Stuttgart, v. 66, p. 140-144, 2001.
- SCHWARZ, A. Relative humidity in cool stores: measurement control and influence of discreet factors. **Acta Horticulturae, Leuven**, n.368, p.867- 892, 1994.
- SCOTT, K. J.; WILLS, R. B. H. Core flush of apples .I Effects of carbon dioxide ethylene and water removal from the storage atmosphere. **Journal Horticulture Science**, Alexandria, v.51, p.55-58, 1976.