

CONSERVAÇÃO DA MAÇÃ 'FUJI' SOB DIFERENTES TEMPERATURAS, UMIDADES RELATIVAS E MOMENTOS DE INSTALAÇÃO DA ATMOSFERA DE ARMAZENAMENTO

'FUJI' APPLES STORAGE UNDER DIFFERENT TEMPERATURES, RELATIVE HUMIDITY AND MOMENT OF ESTABLISHMENT OF CONTROLLED ATMOSPHERE CONDITIONS

Auri Brackmann¹, Maurício Hunsche², Cristiano André Steffens³

RESUMO

O experimento foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito da variação da temperatura e umidade relativa (UR) durante o armazenamento e, do momento de instalação das condições de atmosfera controlada sobre a qualidade de maçãs cv. Fuji. Após o resfriamento lento (11 dias - de 12°C até a temperatura de armazenamento), os frutos foram armazenados em atmosfera controlada (AC) com de 1kPa O₂ e 0,2kPa CO₂. Os tratamentos avaliados foram combinações de temperaturas (0,5 e 2,5°C), UR (91 e 96%) nos primeiros 40 dias de armazenamento e instalação da atmosfera no 1º ou 4º dia após o fechamento das câmaras de AC. No restante do período, a temperatura de armazenamento, foi de 0,5°C e UR de 96%. Após oito meses de armazenamento não houve diferenças significativas nos parâmetros firmeza de polpa, acidez titulável, sólidos solúveis totais, podridão e degenerescência entre os tratamentos. No teste de prateleira (sete dias em temperatura ambiente), teor de sólidos solúveis totais foi menor para o tratamento com instalação de atmosfera no 1º dia. A redução da UR (91%) nos primeiros 40 dias de armazenamento não reduziu a ocorrência de podridões. Por outro lado, a alta temperatura (2,5°C) no início do armazenamento apresentou eficiência no controle da podridão.

Palavras-chave: maçã 'Fuji', UR, temperatura, atmosfera controlada.

SUMMARY

The experiment was carried out with the objective to evaluate the effect of variation of the temperature and relative humidity (RH) during storage period and the rate of establishment of controlled atmosphere conditions on the quality of 'Fuji' apples. After cooling down during 11 days (12°C to storage temperature), the fruits were stored in controlled atmosphere (CA) with 1kPa O₂ and 0,2kPa CO₂. The evaluated treatments were combinations of initial temperatures (0,5°C and 2,5°C), initial RH (91 and 96%) during the first 40 storage days

and pull down of oxygen in the CA store (first or fourth day after CA chamber closing). Afterward the fruits were maintained at 0,5°C with 96% RH. After eight months storage treatments did not influence flesh firmness, titratable acidity, total soluble solids, rot and breakdown incidence. During shelf-life, TSS were lower when CA conditions was established on the first day. Low RH during first 40 storage days did not reduce rot incidence. On the other hand, higher initial temperature (2,5°C) was efficient on rot control.

Key words: 'Fuji' apples, Relative humidity, temperature, controlled atmosphere.

INTRODUÇÃO

A 'Fuji' é um dos cultivares de maçã mais plantados no Brasil, alcançando 43% da produção nacional. É uma maçã muito saborosa, de polpa crocante e suculenta, com boa aceitação pelo consumidor e tem bom potencial de armazenamento, podendo ser conservada em atmosfera controlada (AC) por até oito meses (ARGENTA & DENARDI, 1994). Conforme BRACKMANN (1991), o armazenamento em atmosfera controlada (AC) apresenta vantagens sobre o armazenamento refrigerado (AR), por reduzir a taxa respiratória e retardar a maturação. No entanto, mesmo em condições de AC, a maçã 'Fuji' é muito susceptível a perdas, principalmente devido à ocorrência de podridões e distúrbios fisiológicos, como escaldadura superficial e degenerescência de polpa. Em maçãs, as desordens fisiológicas decorrentes do armazenamento são devido à

¹ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor, Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS. Autor para correspondência. E-mail: brackmann@creta.ccr.ufsm.br.

² Acadêmico do Curso de Agronomia, CCR, UFSM. Bolsista PET/CAPES.

³ Acadêmico do Curso de Agronomia, CCR, UFSM.

baixa temperatura, altos níveis de etileno e concentrações de O₂ e CO₂ inadequadas (KADER, 1986) e, também, por fatores de pré-colheita, como o pingode-mel e deficiência de cálcio (FORTES & PETRI, 1982; FAN, 1992). Conforme constatado por BRACKMANN *et al.* (1995), a maçã 'Fuji' conserva-se melhor em baixas concentrações de CO₂ (0,5kPa), por ser esse gás um dos fatores responsáveis pela degenerescência de polpa, que ocorre com grande frequência nesse cultivar.

Melhor qualidade e menor ocorrência de desordens em maçãs são obtidas com resfriamento rápido (OLSEN, 1989) e com rápida instalação das condições de AC (LITTLE & PEGGIE, 1987). Isso foi confirmado por BRACKMANN & SAQUET (1995), que encontraram maior incidência de podridões e maior amadurecimento dos frutos do cv. Gala em decorrência do atraso da instalação das condições de AC.

Normalmente, as maçãs são armazenadas em uma temperatura constante durante o período de armazenamento (FIDLER, 1973). Existem, entretanto, outras alternativas que podem ser adotadas, como o resfriamento lento e/ou manutenção da temperatura mais elevada durante um período inicial do armazenamento, tendo como objetivo reduzir a incidência de distúrbios fisiológicos, principalmente degenerescência de polpa. LITTLE & BARRAND (1989) afirmam que o resfriamento gradativo diminui a susceptibilidade à baixa temperatura, uma vez que o estresse por baixa temperatura é mais crítico no início do armazenamento. Conforme WILKINSON & FIDLER (1973), a diminuição da temperatura de 3,5°C para 0°C, dentro de 6 a 8 semanas, pode reduzir as perdas por degenerescência de polpa, ocorrendo por outro lado rápido amadurecimento. LITTLE & PEGGIE (1987) verificaram uma redução no escurecimento da polpa de maçãs 'Jonathan' e 'Granny Smith' com temperaturas mais altas no início do armazenamento, seguido de uma diminuição gradual da temperatura até atingir 0°C.

Condições de alta UR são necessárias para evitar perda excessiva de peso, o que prejudica a aparência devido ao murchamento dos frutos (KADER, 1986). Mas a utilização de alta UR pode também ter aspectos negativos, como predispor a infecções por fungos patogênicos, impedir o desenvolvimento de aroma e promover rachaduras dos frutos (SCHWARZ, 1994). Vários trabalhos demonstram que a degenerescência de polpa em maçãs é menor com o uso de baixa UR durante o período de armazenamento (WILKINSON & FIDLER, 1973; BORTOLUZZI *et al.*, 1995). Do mesmo modo, condições de baixa UR (92%), associado com alta temperatura (2,5°C), durante os 2,5 meses iniciais do armazenamento, também diminuíram a ocorrência de degenerescência interna em maçã 'Fuji' (BRACKMANN & BORTOLUZZI, 1996).

Assim, o objetivo deste trabalho foi de avaliar a influência da alta temperatura e da baixa UR na fase inicial do armazenamento, bem como do momento de instalação das condições de atmosfera controlada nas qualidades físicas e químicas e, na ocorrência de distúrbios fisiológicos e podridões na maçã 'Fuji'.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Núcleo de Pesquisa em Pós-colheita do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, de abril a dezembro de 1997. Foram utilizadas maçãs do cv. Fuji, provenientes de um pomar comercial de Vacaria - RS. A colheita dos frutos foi realizada aos 03 de abril de 1997, tendo os seguintes parâmetros de maturação: índice de iodo-amido: 6,81; firmeza de polpa: 63,74N; sólidos solúveis totais 13,80 °Brix; acidez 3,53cmol/l. O experimento foi instalado em 24 de abril de 1997 e os frutos foram armazenados em minicâmaras de AC, com capacidade de 232 litros. O experimento foi constituído de cinco tratamentos, com três repetições de 40 frutos cada, utilizando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado. Os frutos de todos os tratamentos foram armazenados em AC com 1kPa O₂ e 0,2kPa CO₂ e temperatura de 0,5°C. A concentração inicial de gases foi obtida pela diluição do O₂ com injeção de N₂ até atingir o nível preestabelecido. As concentrações dos gases foram determinadas diariamente com o uso de analisadores de gases, marca Agridatalog e corrigidas para a concentração desejada. Os níveis de CO₂ mantiveram-se entre 0 e 0,2kPa, pelo uso de cal hidratada dentro das minicâmaras experimentais. Para a manutenção de baixa umidade relativa nos tratamentos, utilizou-se cloreto de cálcio como meio absorvente. Os frutos foram submetidos ao resfriamento lento (RL), que consistiu na diminuição da temperatura inicial da polpa (12°C) em 1°C por dia, até alcançar a temperatura desejada de 0,5°C ou 2,5°C, conforme o tratamento. Esse procedimento tentou simular o resfriamento dos frutos em câmaras frigoríficas comerciais.

Os tratamentos foram: a) testemunha com alta UR (96%); b) alta temperatura inicial (2,5°C durante 40 dias) com posterior armazenamento a 0,5°C; c) baixa UR inicial (91% durante 40 dias) com posterior armazenamento em alta UR (96%); d) alta temperatura (2,5°C) associada com baixa UR (91%) nos primeiros 40 dias, seguidos de 0,5°C e alta UR (96%). Para esses quatro tratamentos a instalação das condições de AC foi feita quatro dias após o fechamento das câmaras. O quinto tratamento foi semelhante ao tratamento testemunha, com alta UR (96%), mas com a instalação das condições de AC no dia posterior à instalação do experimento, ou seja, um dia após o fechamento da câmara.

Os frutos foram analisados após oito meses de armazenamento e, após sete dias em temperatura ambiente, simulando o período de comercialização. Os parâmetros avaliados foram: firmeza de polpa, determinada com o uso de penetrômetro motorizado com ponteira de 11mm de diâmetro; acidez titulável, através de titulação de 10mℓ de suco em 100mℓ de água destilada com solução de NaOH 0,1N até pH 8,1; sólidos solúveis totais (SST), determinados com o uso de refratômetro manual. Foram determinados ainda, através de avaliação visual, os percentuais de podridão, podridão carpelar, degenerescência com cortiça, caracterizada por pequenas lesões de aspecto corticento e seco localizadas próximas ao miolo dos frutos, e degenerescência senescente, caracterizada por regiões da polpa com escurecimento e de aspecto umedecido.

Os resultados observados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos oito meses de armazenamento, a firmeza de polpa e SST não diferiram entre os tratamentos (tabela 1). Não houve diferença entre a baixa UR e alta temperatura na fase inicial do armazenamento, considerando o parâmetro acidez titulável. Com relação ao controle das duas formas de degenerescência da polpa, não houve diferenças entre os tratamentos, sendo que a baixa UR e alta temperatura iniciais não tiveram efeito no controle desse distúrbio, conforme observado por WILKINSON & FIDLER (1973). Também não houve concordância com os resultados obtidos por BORTOLUZZI *et al.* (1995) e BRACKMANN & BORTOLUZZI (1996), que constataram menor incidência de degenerescên-

cia de polpa em tratamentos com o uso de baixa UR durante 2,5 meses iniciais do armazenamento. Os resultados encontrados neste trabalho, provavelmente, devem-se às condições climáticas atípicas, como excesso de chuvas e pouca radiação solar durante o período de crescimento, e maturação da maçã na safra 1996/1997, ou talvez pelo pequeno período de exposição dos frutos aos tratamentos, que foi de apenas 40 dias.

No controle de podridão, a baixa UR e a alta temperatura na fase inicial também não apresentaram efeito significativo. Inclusive, o tratamento com baixa UR inicial apresentou maior índice de podridão após o teste de prateleira, diferindo somente do tratamento com alta temperatura inicial (tabela 2). Esses resultados contrariam diversos autores (JOHNSON 1976a; JOHNSON 1976b; SCHWARZ 1994), que afirmam haver maior ocorrência de podridões em condições de alta umidade relativa, devido a maior germinação de esporos e predisposição dos frutos ao ataque fúngico.

Surpreendente foi o efeito da baixa UR e alta temperatura inicial sobre o controle da podridão carpelar. Assume-se que o início do ataque da podridão ocorre a nível de campo e que as condições de armazenamento possuem pouca influência sobre a evolução da doença. Neste experimento, porém, obteve-se um resultado positivo no controle dessa podridão.

A instalação rápida da atmosfera (1º dia) reduziu o teor de SST e o índice de podridão carpelar, não influenciando a firmeza de polpa, acidez titulável, degenerescência senescente, degenerescência de cortiça e podridão (tabela 2), demonstrando assim que o cv. Fuji não responde tão bem à instalação rápida de atmosfera quanto o cv. Gala (BRACKMANN & SAQUET, 1995).

Tabela 1 - Qualidade da maçã 'Fuji' aos oito meses de armazenamento em atmosfera controlada (AC), em função do resfriamento dos frutos, UR e instalação da atmosfera. Santa Maria, RS, 1997.

Tratamentos	Firmeza (N)	Acidez Titulável (cmol/L)	Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	Degen. Senescente (%)	Degen. de Cortiça (%)	Podridão (%)	Podridão Carpelar (%)
Testemunha (0,5°C + 96% UR)	62,84a*	2,52a	13,80a	3,42a	3,51a	9,16a	1,92a
Alta Temp. Inicial (2,5°C)**	62,74a	2,62a	13,97a	1,67a	0,85a	12,63a	0a
Baixa UR Inicial (91%)**	63,47a	2,66a	14,03a	2,48a	0,83a	16,54a	0a
Alta Temp + Baixa UR iniciais**	61,73a	2,72a	13,77a	0a	3,41a	14,96a	0a
Instalação AC no Início(1ºdia)	60,14a	2,63a	13,77a	1,67a	0a	14,17a	1,67a

* Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5%.

** Período inicial de 40 dias.

Tabela 2 - Qualidade da maçã 'Fuji', após oito meses de armazenamento em AC e sete dias em temperatura ambiente, em função do resfriamento dos frutos, UR e instalação da atmosfera. Santa Maria, RS, 1997.

Tratamentos	Firmeza (N)	Acidez Titulável (cmol/L)	Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	Degen. Senescente (%)	Degen. de Cortiça (%)	Podridão (%)	Podridão Carpelar (%)
Testemunha (0,5°C + 96% UR)	63,39a*	2,34a	14,37a	2,55a	2,55a	37,18ab	5,03a
Alta Temp. Inicial (2,5°C)**	61,96a	2,47a	13,84ab	2,22a	2,66a	23,93b	0b
Baixa UR Inicial (91%)**	61,49a	2,50a	13,94ab	4,28a	2,86a	47,14a	0b
Alta Temp + Baixa UR iniciais**	62,39a	2,44a	14,06ab	3,65a	1,43a	33,33ab	1,43ab
Instalação AC no Início(1º dia)	64,08a	2,50a	13,48b	3,65a	2,86a	39,71ab	0b

* Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5%.

** Período Inicial de 40 dias.

CONCLUSÃO

Alta temperatura (2,5°C) durante 40 dias iniciais de armazenamento reduz a ocorrência de podridões em maçãs 'Fuji'.

O retardamento da instalação das condições de atmosfera controlada em um dia não possui efeitos negativos na qualidade de maçã 'Fuji'.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARGENTA, L.C., DENARDI, F. Perdas físico-químicas mensais de maçã 'Gala' e 'Fuji' durante a armazenagem em atmosfera controlada e frio convencional. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 16, n. 3, p. 111-118, 1994.
- BORTOLUZZI, G., BORTOLUZZI, L., BRACKMANN, A. Armazenamento de maçã 'Fuji' em diferentes temperaturas e concentrações de CO₂ e O₂. In: JORNADA INTEGRADA DE PESQUISA, EXTENSÃO E ENSINO, 2, 1995, Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria: UFSM, 1995. 1036 p. p. 380.
- 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. 12, n. 3, p. 235-242, 1991.
- BRACKMANN, A., BORTOLUZZI, G. Influence of temperature, CA conditions and relative humidity on physiological disorders of 'Fuji' apples. In: PH 96 INTERNATIONAL POSTHARVEST SCIENCE CONFERENCE, 1996, Taupo. **Abstracts...** Taupo: ISHS, 1996. 232 p. p. 90.
- 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. Armazenamento de maçã cv. 'Gala' em atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 1, n. 2, p. 55-60, 1995.
- FAN, X. **Maturity and storage of 'Fuji' apples**. Washington, 1992. 201 p. Thesis (Master of Science in Horticulture)- Washington State University, 1992.
- FIDLER, J.C. Conditions of Storage. In: FIDLER, J.C., WILKINSON, B. G., EDNEY, K. L. *et al.* **The biology of apple and pear storage**. Maidstone, Kent: CAB, 1973. p. 1-61.
- FORTES, G.R.L., PETRI, J.L. **Distúrbios fisiológicos em macieira e seu controle**. Florianópolis: EMPASC/ACARESC, 1982. 34 p.(Boletim Técnico, 3).
- JOHNSON, D.S. **East Malling Research Station for 1975**. Maidstone: s.e., 1976a. Effect of humidity on the storage quality of Bramley's seedling. rep.: p.78-79.
- JOHNSON, D.S. Influence of watter loss on the storage quality of apples. **Chemical & Industry** v. 24, p. 104 1046, 1976b.
- KADER, A.A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 5, n. 40, p. 99-104, 1986.
- LITTLE, C.R., BARRAND, L. The effect of preharvest, postharvest and storage conditions on some fruits disorders. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 5, Washington, 1989. **Proceedings...** Washington: Washington State University, 1989. v. 1, 515 p. p. 185-192.
- LITTLE, C.R., PEGGIE, J.D. Storage injury of pome fruit caused by stress levels of oxygen, carbon dioxide, temperature and ethylene. **Hortscience**, Alexandria, v. 22, p.783-790, 1987.
- OLSEN, K.L. Low O₂ potential in reduction of energy cost and moisture loss in CA. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 5, Wenatchee, Washington, 1989. **Proceedings ...** Wenatchee, Washington: Washington State University, 1989. v. 1. 515 p. p. 449 - 455.
- SCHWARZ, A. Relative humidity in cool stores: measurement control and influence of discret factors. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 368, p.867 - 892, 1994.
- WILKINSON, B.G., FIDLER, J.C. Physiological disorders. In: FIDLER, J.C., WILKINSON, B.G., EDNEY, K.L. *et al.* **The biology of apple and pear storage**. Maidstone, Kent: C.A.B., 1973. p. 63 - 131.