

CONDIÇÕES DE ATMOSFERA CONTROLADA, TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA NO ARMAZENAMENTO DE MAÇÃS ‘FUJI’

Controlled atmosphere, temperature and relative humidity conditions on the storage of ‘Fuji’ apples

Auri Brackmann¹, Ricardo Fabiano Hettwer Giehl², Ivan Sestari³, Cristiano André Steffens⁴

RESUMO

Conduziu-se este trabalho com o objetivo de avaliar o efeito da temperatura de armazenamento, níveis de umidade relativa do ar (UR) e pressões parciais de O₂ sobre a qualidade de maçãs ‘Fuji’ conservadas em atmosfera controlada (AC). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições, contendo 25 frutos cada uma. Os tratamentos avaliados foram: armazenamento a 0,5°C sob AC com (1) 0,7 kPa de O₂ e (2) 1,0 kPa de O₂; armazenamento a -0,5°C sob AC com (3) 0,7 kPa de O₂; (4) 1,0 kPa de O₂; (5) 1,0 kPa de O₂ mais baixa UR na câmara; (6) 1,0 kPa de O₂, após 2 dias de exposição a 20°C e (7) 1,0 kPa de O₂ após 1 mês de armazenamento refrigerado (AR). Em todos os tratamentos as pressões parciais de CO₂ foram mantidas abaixo de 0,5 kPa. Os frutos foram expostos a uma UR de 96%, exceto no tratamento com baixa UR, em que os níveis permaneceram próximos a 90%. De modo geral, as condições de armazenamento avaliadas neste trabalho não proporcionaram diferenças significativas na qualidade de maçãs ‘Fuji’, após oito meses de armazenamento e exposição a 20°C durante sete dias. No entanto, o atraso no resfriamento, por meio da exposição dos frutos a 20°C por dois dias antes do armazenamento a -0,5°C sob AC com 1,0 kPa de O₂, e o retardamento na instalação das condições de AC (1,0 kPa de O₂ a -0,5°C) em um mês, apresentaram bons resultados no controle das podridões após sete dias a 20°C, especialmente quando comparados com o armazenamento a 0,5°C sob AC com 0,7 e 1,0 kPa de O₂ + <0,5 kPa de CO₂.

Termos para indexação: *Malus domestica* Borkh., degenerescência da polpa, distúrbios fisiológicos.

ABSTRACT

This experiment was carried out with the objective to evaluate the effect of temperature, relative humidity (RH) levels and O₂ partial pressures on the quality of ‘Fuji’ apples stored on controlled atmosphere (CA). The experimental design was entirely randomized with four replications of 25 fruits. Evaluated treatments were: storage at 0.5°C under CA with (1) 0.7kPa O₂ and (2) 1.0kPa O₂; storage at -0.5°C under CA with (3) 0.7kPa O₂; (4) 1.0kPa O₂; (5) 1.0kPa O₂ plus low RH - 90%; (6) 1.0kPa O₂ after 2 days at 20°C (delayed storage) and (7) 1.0kPa O₂ after 1 month of cold storage. Partial pressures CO₂ were maintained lower than 0.5kPa in all treatments. In general, storage conditions evaluated in this work did not allow significant differences on quality maintenance of ‘Fuji’ apples after 8 months of storage plus 7 days of shelf-life. However delayed storage, through the placing of fruits at 20°C during 2 days before transfer to CA with 1.0kPa O₂ + <0.5kPa CO₂ at -0.5°C, and cold storage of fruits during 1 month before CA storage, exhibited good results on rot control after 7 days of shelf-life at 20°C, especially when compared with storage at 0.5°C under CA with 0.7 and 1.0kPa O₂ + <0.5kPa CO₂.

Index terms: *Malus domestica* Borkh., flesh breakdown, physiological disorders.

Recebido para publicação em 21 de julho de 2004 e aprovado em 4 de março de 2005)

INTRODUÇÃO

Durante o armazenamento de maçãs ‘Fuji’ as baixas temperaturas reduzem o metabolismo dos frutos aumentando seu período de conservação. No entanto, abaixo de um nível crítico, podem provocar o colapso das células e a manifestação de distúrbios fisiológicos. De acordo com Little & Barrant (1989), a maçã ‘Fuji’ não é suscetível ao dano por baixa temperatura, podendo ser conservada satisfatoriamente sob refrigeração a -0,5°C (BRACKMANN et al., 1998).

O armazenamento em condições de atmosfera

controlada (AC) permite um aumento ainda maior da vida pós-colheita da maçã ‘Fuji’, em relação à refrigeração. Nas condições brasileiras, esta cultivar deve ser armazenada em uma atmosfera com baixa pressão parcial de CO₂ (<0,8 kPa) e com pressão parcial de O₂ inferior a 1,5 kPa (BRACKMANN et al., 1995). Condições inadequadas de AC promovem a incidência de distúrbios fisiológicos, principalmente de degenerescência da polpa, que é responsável por grandes perdas durante o armazenamento de maçãs ‘Fuji’. Esse distúrbio se caracteriza por um escurecimento na região do córtex, que não atinge a região

¹ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciências Agrárias – Professor Adjunto, Departamento de Fitotecnia – Universidade Federal de Santa Maria/UFSM – 97105-900 – Santa Maria, RS – brackman@ccr.ufsm.br

² Engenheiro Agrônomo, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/PPGA da UFSM – Bolsista CNPq – hetgiehl@yahoo.com.br

³ Engenheiro Agrônomo, mestrando do PPGA da UFSM – Bolsista CNPq – isestari@yahoo.com.br

⁴ Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, doutorando do PPGA da UFSM – Bolsista CAPES – cristianosteffens@bol.com.br

carpelar. Várias são as causas relacionadas a esse distúrbio fisiológico durante o armazenamento, destacando-se a alta umidade relativa do ar, baixa temperatura de armazenamento (LITTLE & BARRAND, 1989), alta incidência de pingo-de-mel (STAINER, 1990) e baixa pressão parcial de O₂ (LAU et al., 1987). Para Peppelenbos & Oosterhaven (1996), o dano causado em pressões parciais de O₂ muito baixas é devido a níveis insuficientes de ATP, necessários para manter os requerimentos de energia. Com isso, os processos de reparação das membranas celulares cessam e as células morrem, causando escurecimento e necrose dos tecidos.

Técnicas complementares de AC, como a utilização de pressões parciais ultra-baixas de O₂, situadas entre 0,5 kPa e 1,0 kPa (“ultra low oxygen” – ULO), têm sido estudadas em muitas cultivares. A esse respeito, Curry (1989) não verificou a ocorrência de degenerescência da polpa em maçãs ‘Fuji’ armazenadas em AC com pressões parciais de 0,5 kPa e 1,0 kPa de O₂. Já Bortoluzzi (1997) observou que a redução do O₂ de 1,5 kPa para 0,7 kPa aumentou a incidência de degenerescência da polpa nessa cultivar, sendo observados sinais de fermentação nos frutos armazenados na última condição.

A umidade relativa do ar (UR) é outro fator muito importante no armazenamento. A alta UR predispõe os frutos à ocorrência de degenerescência (LITTLE & BARRAND, 1989), ao ataque de fungos e a rachaduras (SCHWARZ, 1994). Brackmann et al. (1995) verificaram menor incidência de degenerescência na maçã ‘Fuji’ com a diminuição da UR de 97% para 75%. No entanto, os frutos apresentaram-se desidratados ao final do período de armazenamento. De acordo com Werner (1989), o armazenamento dos frutos por um período curto em baixa UR possibilita uma regressão na severidade de pingo-de-mel, reduzindo futuras ocorrências de degenerescência da polpa em frutos com alta incidência desse distúrbio fisiológico.

Tendo em vista a existência de divergências quanto às melhores condições de armazenamento de maçãs ‘Fuji’, objetivou-se avaliar o efeito da temperatura, da umidade relativa, de pressões ultra-baixas de O₂ e do retardamento do resfriamento e da instalação da atmosfera controlada sobre as qualidades físico-químicas dos frutos.

MATERIALE 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

utilizados foram colhidos em um pomar comercial do município de Vacaria, RS. Ao chegarem ao NPP, os frutos foram selecionados e descartados os danificados e com podridões. Posteriormente, as amostras experimentais foram homogeneizadas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado; com sete tratamentos com quatro repetições, sendo as unidades experimentais compostas por 25 frutos. As condições avaliadas foram: armazenamento a 0,5°C sob AC com (1) 0,7 kPa de O₂ e (2) 1,0 kPa de O₂; armazenamento a -0,5°C sob AC com (3) 0,7 kPa de O₂; (4) 1,0 kPa de O₂; (5) 1,0 kPa de O₂ mais baixa UR na câmara; (6) 1,0 kPa de O₂, após 2 dias de exposição a 20°C e (7) 1,0 kPa de O₂ após 1 mês de armazenamento refrigerado (AR).

Os frutos foram armazenados em minicâmaras experimentais com 80 L de volume, fechadas de forma hermética, nas quais instalou-se a condição de atmosfera referente a cada tratamento. Para a instalação da atmosfera, reduziu-se a pressão parcial de O₂ com a injeção de nitrogênio produzido por um gerador de N₂, que usa o princípio “Pressure Swing Adsorption” (PSA). Para evitar o acúmulo de CO₂ utilizou-se cal hidratada no interior das minicâmaras. Para manter baixa a umidade relativa durante o armazenamento dos frutos submetidos à baixa UR (90%), utilizou-se cloreto de cálcio (CaCl₂). Além disso, instalou-se um psicrômetro no interior dessa minicâmara, para acompanhar a UR de modo a determinar o momento de se efetuar a troca do CaCl₂, quando este saturava.

As minicâmaras de AC foram conectadas a um equipamento eletrônico de medição e controle automático de gases da marca Kronenberger, sendo realizadas as correções das pressões parciais dos gases diversas vezes ao dia. As temperaturas das câmaras frigoríficas foram reguladas automaticamente por meio de termostatos de alta precisão e acompanhadas diariamente por meio de termômetros com bulbo de mercúrio inseridos na polpa de alguns frutos.

Após oito meses foram realizadas as análises laboratoriais no momento da saída dos frutos das câmaras e após sete dias de exposição a 20°C. Os parâmetros avaliados foram: cor de fundo da epiderme: determinada com o auxílio de um colorímetro da marca Minolta, que utiliza o sistema tridimensional L*a*b* de cores e os resultados expressos pela soma de a* + b*, sendo que quanto maior esse valor mais amarela e menos verde é a coloração de fundo da epiderme; firmeza da polpa: avaliada na região equatorial dos frutos, em lados opostos, com um penetrômetro manual com ponteira de 11,5 mm de diâmetro

e os resultados expressos em Newton (N); sólidos solúveis totais (SST): determinados com o auxílio de um refratômetro manual com correção da temperatura e expressos em °Brix; acidez titulável: determinada pela titulação de uma solução contendo 10 mL de suco diluído em 100 mL de água destilada com NaOH (0,1N) até pH 8,1, sendo os resultados expressos em meq 100 mL⁻¹; degenerescência da polpa: avaliada pela contagem de frutos que apresentavam, internamente, sintomas característicos desse distúrbio fisiológico e os resultados expressos em porcentagem de frutos com esse distúrbio; incidência de podridões: determinada pela contagem dos frutos que apresentavam lesões com diâmetro superior a 5 mm e com sintomas característicos de ataques de fungos, sendo expressa em porcentagem de frutos podres.

Os dados, expressos em porcentagem, foram transformados pela fórmula $arc.\text{sen} \sqrt{x/100}$ antes de proceder a análise da variância. As médias foram comparadas entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após oito meses de armazenamento, independente dos tratamentos, os frutos não apresentaram diferença significativa na firmeza da polpa, na saída da câmara (Tabela 1). Esses resultados concordam com Brackmann & Saquet (1995), que não obtiveram diferenças significativas na firmeza da polpa de frutos armazenados em pressões parciais de 1,0 kPa, 1,5 kPa e 2,0 kPa de O₂ a 1°C e 2°C. No entanto, após sete dias de exposição a 20°C, firmeza da polpa mais elevada foi observada nos frutos submetidos à pressão parcial de 0,7 kPa de O₂ à temperatura de -0,5°C, diferindo estatisticamente apenas do tratamento em que as condições de AC foram instaladas após um mês de armazenamento refrigerado (Tabela 2). A retenção da firmeza da polpa em condições de oxigênio ultra-baixo deve-se à diminuição da respiração e conseqüente retardamento do amadurecimento. No entanto, Bortoluzzi (1997) não obteve diferença significativa na firmeza da polpa de maçãs 'Fuji' armazenadas a 0,7 kPa e 1,0 kPa de O₂ nas temperaturas de 0 e 1,0°C.

Os frutos armazenados a -0,5°C e submetidos a 1,0 kPa de O₂ e baixa UR (90%) apresentaram a maior acidez titulável e os maiores teores de SST na saída da câmara (Tabela 1). Esses frutos estavam com características visuais de murchamento (dados não apresentados), em função da

perda excessiva de água, o que deve ter concentrado os açúcares e os ácidos orgânicos no suco (BRACKMANN et al., 1999). Portanto, deve ser evitado o uso de baixa UR por tempo prolongado. O atraso no resfriamento também manteve teores mais elevados de SST, porém não diferindo dos frutos submetidos ao armazenamento a 0,5°C sob AC com 0,7 kPa de O₂ e ao atraso da instalação da AC (Tabela 1). Brackmann et al. (1998) não verificaram diferenças nos valores de SST em maçãs 'Fuji' em função do período de instalação da AC. No entanto, não há na literatura informações sobre o efeito do atraso do resfriamento sobre a manutenção dos teores de SST. Após sete dias de exposição a 20°C, os teores de SST dos frutos foram iguais, estatisticamente, entre os tratamentos (Tabela 2), concordando com Bortoluzzi (1997) e Brackmann et al. (1998), que não verificaram efeito das condições de armazenamento sobre esse parâmetro em maçãs 'Fuji'. Já em relação à acidez titulável, os frutos submetidos à baixa UR apresentaram novamente os maiores valores absolutos para esse parâmetro, diferindo estatisticamente apenas dos frutos submetidos a 1,0 kPa de O₂ após 1 mês em AR (Tabela 2). O atraso na instalação da AC promoveu uma redução mais pronunciada da acidez titulável, provavelmente pelo consumo mais acentuado de ácidos orgânicos durante o período em que os frutos permaneceram somente em condições refrigeradas.

Os frutos armazenados a -0,5°C sob AC com 0,7 kPa e 1,0 kPa de O₂ apresentaram epiderme mais verde e menos amarela, na saída da câmara, em comparação aos frutos submetidos a essas mesmas condições de AC a 0,5°C e ao uso de baixa UR (Tabela 1). Além disso, os frutos submetidos ao atraso do resfriamento e da instalação da AC, estavam mais verdes e menos amarelos que os submetidos à baixa UR (Tabela 1), sugerindo que a desidratação dos frutos pode ter acarretado um aumento no metabolismo ou na síntese de etileno, pois Nakano et al. (2003) observaram que a perda de água, em caquis colhidos imaturos, estimulou a biossíntese de etileno. Para Sharples (1982), a menor perda da cor verde da epiderme pode ser obtida com o uso de baixas pressões de O₂, pela inibição da degradação das clorofilas. Após sete dias de exposição a 20°C, os frutos submetidos a 1,0 kPa de O₂ à temperatura de 0,5°C apresentavam a epiderme mais verde e menos amarela, quando comparados a essa mesma pressão parcial de O₂ a -0,5°C (Tabela 2).

TABELA 1 – Qualidade de maçãs ‘Fuji’ em função da temperatura, pressões parciais de O₂, UR e retardamento da refrigeração e instalação da atmosfera controlada após 8 meses armazenamento, Santa Maria, RS.

Tratamentos			Firmeza da polpa (N)	Acidez Titulável (meq 100 mL ⁻¹)	SST (° Brix)	Cor (a* + b*)	Degenerescência da polpa (%)	Incidência de podridões (%)
Temperatura (°C)	O ₂ (kPa)	UR (%)						
0,5	0,7	96	70,3 a**	3,80 b	14,8 bc	42,8 ab	0,0 a	23,9 a
0,5	1,0	96	66,2 a	3,66 b	14,4 c	42,8 ab	4,8 a	14,3 abc
-0,5	0,7	96	71,5 a	3,78 b	14,4 c	40,9 c	0,0 a	14,3 abc
-0,5	1,0	96	69,3 a	3,79 b	14,5 c	41,0 c	0,0 a	20,7 ab
-0,5	1,0	90	68,7 a	4,28 a	15,8 a	44,4 a	5,0 a	5,0 bc
-0,5	1,0 ¹	96	70,5 a	3,77 b	15,0 b	42,4 bc	15,0 a	5,6 bc
-0,5	1,0 ²	96	67,7 a	3,46 b	14,7 bc	42,4 bc	14,7 a	2,5 c
C.V. (%)			4,66	6,96	2,09	2,66	78,11	57,60

¹ Os frutos foram submetidos por dois dias a 20°C antes do resfriamento;

² Os frutos foram submetidos por um mês ao armazenamento refrigerado antes da instalação da AC.

* As pressões parciais de CO₂ foram mantidas abaixo de 0,5 kPa;

**Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade de erro.

TABELA 2 – Qualidade de maçãs ‘Fuji’ em função da temperatura, pressões parciais de O₂, UR e retardamento da refrigeração e instalação da atmosfera controlada após 8 meses armazenamento mais sete dias a 20°C. Santa Maria, RS.

Tratamentos			Firmeza da polpa (N)	Acidez Titulável (meq 100 mL ⁻¹)	SST (° Brix)	Cor (a* + b*)	Degenerescência da polpa (%)	Incidência de podridões (%)
Temperatura (°C)	O ₂ (kPa)	UR (%)						
0,5	0,7	96	68,4 ab**	3,71 ab	14,8 a	44,0 ab	5,3 ab	75,0 a
0,5	1,0	96	68,4 ab	3,67 ab	15,2 a	41,6 b	6,7 ab	97,2 a
-0,5	0,7	96	69,1 a	3,75 ab	15,1 a	44,2 ab	2,5 b	45,0 ab
-0,5	1,0	96	67,8 ab	3,60 ab	14,9 a	45,4 a	12,3 a	41,8 ab
-0,5	1,0	90	66,2 ab	3,98 a	15,3 a	45,2 ab	5,0 ab	55,0 ab
-0,5	1,0 ¹	96	66,1 ab	3,67 ab	15,2 a	42,4 ab	7,5 ab	22,5 b
-0,5	1,0 ²	96	65,4 b	3,31 b	14,9 a	44,2 ab	12,5 a	35,0 b
C.V. (%)			3,23	7,73	2,69	5,08	69,65	48,85

¹ Os frutos foram submetidos por dois dias a 20°C antes do resfriamento;

² Os frutos foram submetidos por um mês ao armazenamento refrigerado antes da instalação da AC.

* As pressões parciais de CO₂ foram mantidas abaixo de 0,5 kPa;

**Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade de erro.

Em relação à degenerescência da polpa, não se constatou diferença significativa entre os frutos dos tratamentos testados, na saída da câmara (Tabela 1). O uso de baixa UR não foi eficiente no controle da degenerescência de polpa, contrariando Little & Barrand (1989). Segundo esses autores, o uso de umidade relativa elevada promove o desenvolvimento de degenerescência da polpa. Quanto ao uso de temperatura mais elevada no início do armazenamento, Little & Pegg (1987) observaram uma menor incidência de degenerescência da polpa em maçãs 'Jonathan' e 'Granny Smith', com a redução gradativa da temperatura de armazenamento até 0°C. De acordo com Little & Barrand (1989), a susceptibilidade de determinadas frutas à baixa temperatura pode ser diminuída mediante resfriamento gradativo, pois o estresse por baixa temperatura é mais crítico no início do armazenamento. Após sete dias a 20°C, os frutos armazenados à temperatura de -0,5°C sob AC com 0,7 kPa de O₂ apresentaram a menor incidência de degenerescência da polpa, especialmente quando comparados aos frutos submetidos ao atraso na instalação da AC e ao uso de 1,0 kPa de O₂ a -0,5°C (Tabela 2). Curry (1989) não observou variação na incidência de degenerescência da polpa em maçãs 'Fuji' com o abaixamento das pressões parciais de O₂ para 0,5 kPa. Também Bortoluzzi (1997) não encontrou diferença significativa entre frutos armazenados sob 1,0 e 0,7 kPa de O₂, quanto à incidência desse distúrbio.

A incidência de podridões, na saída da câmara, foi menor nos frutos mantidos em AR durante um mês antes da instalação da AC com 1,0 kPa de O₂, diferindo estatisticamente apenas do tratamento com 0,7 kPa de O₂ a 0,5°C e 1,0 kPa de O₂ a -0,5°C (Tabela 1). O uso de baixa UR e o atraso no resfriamento também apresentaram bons resultados nesse parâmetro, determinando menor incidência de podridões em comparação à AC com 0,7 kPa de O₂ a 0,5°C. De acordo com Schwarz (1994), a elevada incidência de podridões está relacionada à alta UR durante o armazenamento. No entanto, Brackmann et al. (1995) não obtiveram efeito significativo com o uso de baixa UR e de alta temperatura no início do armazenamento sobre o controle de podridões em maçãs 'Fuji'. Após sete dias à temperatura de 20°C, os frutos submetidos ao retardamento do resfriamento e ao atraso na instalação da AC, apresentaram menor ocorrência de podridões, diferindo estatisticamente dos frutos armazenados em AC a 0,5°C (Tabela 2).

CONCLUSÕES

De modo geral, as condições de armazenamento avaliadas neste trabalho não proporcionaram diferenças significativas na qualidade de maçãs 'Fuji', após oito meses de armazenamento e mais sete dias de exposição a 20°C. No entanto, o atraso no resfriamento, por meio da exposição dos frutos a 20°C por dois dias antes do armazenamento a -0,5°C sob AC com 1,0 kPa de O₂ + <0,5 kPa de CO₂, e o retardamento na instalação das condições de AC (1,0 kPa de O₂ + <0,5 kPa de CO₂ a -0,5°C) em um mês, apresentaram bons resultados no controle das podridões após sete dias a 20°C, especialmente quando comparados com o armazenamento a 0,5°C sob AC com 0,7 e 1,0 kPa de O₂ + <0,5 kPa de CO₂.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORTOLUZZI, G. **Efeito das temperaturas de armazenamento e condições de atmosfera controlada sobre a qualidade da maçã 'Fuji'**. 1997. 93 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1997.
- BRACKMANN, A.; BORTOLUZZI, G.; BORTOLUZZI, G. Frigoconservação de maçã 'Fuji' em duas temperaturas e em atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 4, n. 1, p. 26-30, 1998.
- BRACKMANN, A.; BORTOLUZZI, G.; BORTOLUZZI, L. Controle da degenerescência da polpa da maçã 'Fuji' com concentrações dinâmicas de O₂ e CO₂ e redução da umidade relativa durante o armazenamento em atmosfera controlada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 459-463, 1999.
- 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. Efeito das condições de atmosfera controlada sobre a ocorrência de degenerescência em maçã 'Fuji'. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 2, p. 263-267, 1995.
- CURRY, E. A. Effect of harvest date and oxygen level on storability of late season apple cultivars. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 5., 1989, Washington. **Proceedings...** Washington: [s.n.], 1989. p. 103-109.

- LAU, O. L.; YASTREMSKI, R.; MEHERIUK, M. Influence of maturity, storage procedure, temperature and oxygen concentration on quality and disorders of 'McIntosh' apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 111, n. 6, p. 93-99, 1987.
- LITTLE, C. R.; BARRAND, L. The effect of preharvest, postharvest and storage conditions on some fruit disorders. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 5., 1989, Washington. **Proceedings...** Washington: [s.n.], 1989. p. 185-192.
- LITTLE, C. R.; PEGGIE, I. D. Storage injury of pome fruit caused by stress levels of oxygen, carbon dioxide, temperature and ethylene. **HortScience**, Alexandria, v. 25, n. 5, p. 783-790, 1987.
- NAKANO, R.; OGURA, E.; KUBO, I.; INABA, A. Ethylene biosynthesis in detached young persimmon is initiated in calix and modulated by water loss from the fruit. **Plant Physiology**, Rockville, v. 131, p. 276-286, 2003.
- PEPPELENBOS, H. W.; OOSTERHAVEN, J. A theoretical approach on the role of fermentation in fruits and vegetables. In: INTERNATIONAL POSTHARVEST SCIENCE CONFERENCE, 1996, Taupo. **Abstracts...** Taupo: [s.n.], 1996. p. 99.
- SCWARZ, A. Relative humidity in cool stores: measurement control and influence of discreet factors. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 368, p. 867-892, 1994.
- SHARPLES, R. O. Effects of ultra-low oxygen conditions on the storage quality of English 'Cox's Orange Pippin' apples. In: SYMPOSIUM SERIES, 1982, Oregon. **Proceedings...** Oregon: Oregon State University-School of Agriculture, 1982.
- STAINER, R. Gala, Braeburn und Fuji. **Obstbau-Weinbau**, Bonn, v. 2, p. 40-42, 1990.
- WERNER, R. A. Current status of controlled atmosphere storage in Brazil. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 5., Wenatchee, 1989. **Proceedings...** Wenatchee: [s.n.], 1989. p. 509-515.