

## Temperatura, umidade relativa e atraso na instalação da atmosfera controlada no armazenamento de maçã 'Fuji'

Temperature, relative humidity and delay in installation of controlled atmosphere storage of the 'Fuji' apple

Auri Brackmann<sup>1\*</sup> Rogério de Oliveira Anese<sup>II</sup> Josuel Alfredo Vilela Pinto<sup>I</sup>  
Cristiano André Steffens<sup>II</sup> Affonso José Wietzke Guarienti<sup>III</sup>

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o atraso na instalação da atmosfera controlada, da exposição à temperatura mais elevada (3°C) e do uso de baixa umidade relativa no início do armazenamento sobre a qualidade da maçã da cultivar 'Fuji'. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 10 tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos avaliados consistiram de combinações de retardo na instalação da AC, por meio do AR, uso da alta temperatura (3°C) e baixa umidade relativa (85%), por um período de um mês e posterior armazenamento em AC, com 1,0kPa de O<sub>2</sub> + <0,5kPa de CO<sub>2</sub>, na temperatura de -0,5°C (UR 96%), do uso da AC em duas temperaturas (0,5°C e -0,5°C) e também pela exposição ao alto CO<sub>2</sub> no período inicial de armazenamento. Pelos resultados, o uso da baixa umidade associada ou não à temperatura de 3°C no primeiro mês de armazenamento reduziu a incidência de degenerescência e podridão e manteve a firmeza da polpa. A temperatura de -0,5°C foi eficiente na redução da incidência de degenerescência, podridões e manutenção da firmeza, quando comparada à temperatura de 0,5°C. O atraso da instalação da atmosfera controlada combinado com a temperatura de 3°C no período inicial de armazenamento não é recomendado, pois causa elevada incidência de podridões e baixa firmeza da polpa. A alta pressão parcial de CO<sub>2</sub> ou a baixa pressão parcial de O<sub>2</sub> causa maior incidência de degenerescência da polpa.

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

### ABSTRACT

The aim of this research was to evaluate the delay in installation of a controlled atmosphere, exposure to high temperature (3°C) at the beginning of the storage period and

use of low humidity also at the beginning of storage on the quality of apple 'Fuji'. The experimental design was a completely randomized with ten treatments and four replicates. The treatments evaluated were combinations of delay in installation of the CA, through RH, high temperature (3°C) and low humidity (85%) for a period of one month and later storage with AC 1.0kPa of O<sub>2</sub> + <0.5kPa of CO<sub>2</sub> in temperature of -0.5°C (RH 96%), use of AC in two temperatures (0.5 and -0.5°C), and also by exposure to high CO<sub>2</sub> in the initial period of storage. The results showed that the use of low humidity associated or not to the temperature of 3°C in the first month of storage reduced the incidence of breakdown, decay and maintained the firmness of flesh. The temperature of -0.5°C is effective in reducing the incidence of breakdown, decay and maintenance of firmness when compared to the temperature of 0.5°C. The delay of the controlled installation atmosphere combined with a temperature of 3°C in the initial period of storage is not recommended because it causes high incidence of decay and low pulp firmness. The high partial pressure of CO<sub>2</sub> or low O<sub>2</sub> partial pressure of relevant causes incidence of breakdown.

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

### INTRODUÇÃO

A maçã 'Fuji' apresenta excelente sabor, polpa crocante e suculenta, o que propicia boa aceitação no mercado consumidor brasileiro e também no exterior. Em razão disso, o Rio Grande do Sul apresentou, na safra 2007-08, uma produção da maçã 'Fuji' de aproximadamente 139 mil toneladas,

<sup>I</sup>Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Centro de Ciências Rurais (CCR). Av. Roraima, nº 1000, Cidade Universitária, Bairro Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: auriBrackmann@gmail.com. \*Autor para correspondência

<sup>II</sup>Departamento de Fitotecnia, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages, SC, Brasil.

<sup>III</sup>Soloeste Indústria e Comércio Importação e Exportação Ltda, Iomere, SC, Brasil.

representado cerca de 35% do total de maçã produzida pelo Estado (AGAPOMI, 2009). Devido ao curto período de colheita, ocorre uma oferta de produto muito superior à capacidade de absorção do mercado. Assim, as empresas utilizam o armazenamento em atmosfera controlada (AC) para manter a qualidade dos frutos durante longos períodos, o que permite o abastecimento do mercado interno na entressafra. Nesse período, no entanto, ocorrem perdas principalmente decorrentes da degenerescência da polpa e podridão que, em determinados casos, atinge cerca de 50% das maçãs armazenadas (BRACKMANN & SAQUET, 1995). A degenerescência da polpa e as podridões são decorrentes das inadequadas condições de umidade relativa, temperatura, pressão parcial de  $O_2$  e  $CO_2$ , em que os frutos são armazenados.

O armazenamento em AC combina baixas concentrações de oxigênio ( $O_2$ ) e altas concentrações de gás carbônico ( $CO_2$ ), juntamente com baixa temperatura e controle da umidade (BRACKMANN et al., 2005). Na maçã 'Fuji', as condições de AC inibem a biossíntese do etileno, fitohormônio responsável por desencadear os processos de amadurecimento (GORNY & KADER, 1997), reduzem a respiração, mantêm as características físico-químicas e, em alguns casos, controlam a incidência de podridões (KE et al., 1991). Com relação à temperatura, à medida que essa diminui, também ocorre redução na velocidade das reações bioquímicas no fruto, as quais são responsáveis pela maturação e senescência, que causam perda de qualidade. A temperatura não somente interfere nos processos metabólicos do fruto, como também modifica o efeito de outros fatores da atmosfera da câmara, como a umidade relativa (CHITARRA & CHITARRA, 2005). A umidade relativa (UR) afeta a transpiração, altera a atividade respiratória e produção de etileno (BENDER, 1986), além de quando muito elevada, causa degenerescência de polpa e propicia condições adequadas para o desenvolvimento de patógenos causadores de podridões (LUNARDI, 2003).

Durante o armazenamento, devido ao processo respiratório, há aumento no nível de  $CO_2$  dentro da câmara, o que pode causar grandes perdas por degenerescência de polpa em maçã 'Fuji'. A degenerescência é um distúrbio fisiológico que se caracteriza por um escurecimento generalizado da polpa do fruto, que adquire aspecto farináceo, podendo ainda apresentar pequenas cavidades, com a formação de tecido de cortiça na polpa (MAZARO et al., 1994). Na maçã 'Fuji', a degenerescência ocorre, principalmente, devido à difícil difusibilidade do  $CO_2$  do interior da polpa do fruto para a atmosfera externa, principalmente nas semanas iniciais de estocagem, em que a

suscetibilidade à degenerescência é maior (BRACKMANN et al., 1999), sendo a rápida instalação da AC um fator responsável por esse aumento (WATKINS et al., 1997). Em vista disso, uma opção para contornar tal problema seria o atraso na instalação das condições de AC (ARGENTA et al., 2000; BORTOLUZZI-MAAG & BRACKMANN, 2001). As empresas que estocam maçãs 'Fuji' fazem o uso da cal para reduzir o  $CO_2$  a um nível bem baixo (<0,8%), o que eleva os custos e ainda ocupa espaço dentro da câmara. Associada ao  $CO_2$ , a baixa temperatura também pode acarretar danos à célula do fruto, por alterar a permeabilidade das membranas celulares (FLORES-CANTILLANO & GIRARDI, 2004). Alguns autores sugerem o resfriamento gradativo como forma de minimizar essa injúria, visto que o estresse por temperatura é maior no início do armazenamento (LITTLE & BARRAND, 1989; FLORES-CANTILLANO & GIRARDI, 2004).

Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o atraso na instalação da atmosfera controlada, da exposição à temperatura mais elevada ( $3^\circ C$ ), do uso de baixa umidade relativa, da exposição a um alto nível de  $CO_2$  no início do período de armazenamento, bem como do efeito da temperatura e do nível de  $O_2$  sobre a qualidade físico-química da maçã da cultivar 'Fuji' durante o armazenamento 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, com maçãs da cultivar 'Fuji' provenientes de um pomar comercial de São Joaquim, Santa Catarina (SC). Após a colheita, os frutos foram transportados até o NPP, onde então foram selecionados, eliminando aqueles com lesões, defeitos e baixo calibre. Em seguida, as amostras experimentais foram homogeneizadas. Na instalação do experimento, os frutos apresentavam os seguintes parâmetros de maturação: índice de iodo-amido: 7,06; firmeza de polpa: 70,51N; sólidos solúveis totais: 12,13°Brix; e acidez: 3,62meq 100mL<sup>-1</sup>. O experimento foi constituído no delineamento inteiramente casualizado, com 10 tratamentos e quatro repetições, em que cada unidade experimental foi composta de 20 frutos.

As condições de armazenamento avaliadas foram: (1) 1,0kPa  $O_2$  + <0,5kPa  $CO_2$  na temperatura de  $0,5^\circ C$ ; (2) 1,0kPa  $O_2$  + <0,5kPa  $CO_2$  na temperatura de  $-0,5^\circ C$ ; (3) 0,8kPa  $O_2$  + <0,5kPa  $CO_2$  na temperatura de  $-0,5^\circ C$ ; (4) 1,0kPa  $O_2$  + <0,5kPa  $CO_2$  primeiro mês na temperatura de  $3^\circ C$  em AC e o restante do período a -

0,5°C em AC; (5) 1,0kPa O<sub>2</sub> + <0,5kPa CO<sub>2</sub>, primeiro mês na temperatura de 3°C em AR e o restante do período a -0,5°C em AC; (6) 1,0kPa O<sub>2</sub> + <0,5kPa CO<sub>2</sub>, primeiro mês em baixa UR (85%) a -0,5°C em AC e o restante do período em alta UR (96%) na temperatura de -0,5°C; (7) 1,0kPa O<sub>2</sub> + <0,5kPa CO<sub>2</sub>, primeiro mês em baixa UR (85%) a 3°C em AC e o restante do período em alta UR (96%) na temperatura de -0,5°C; (8) 1,0kPa O<sub>2</sub> + <0,5kPa CO<sub>2</sub>, primeiro mês em baixa UR (85%) a 3°C em AR e o restante do período em alta UR (96%) na temperatura de -0,5°C em AC; (9) 1,0kPa O<sub>2</sub> + 2,0kPa CO<sub>2</sub> na temperatura de -0,5°C; (10) 1,0kPa O<sub>2</sub> + 2,0kPa CO<sub>2</sub> nos três meses iniciais e o restante do período com <0,5kPa CO<sub>2</sub> a -0,5°C.

Os frutos foram acondicionados em caixas plásticas com capacidade para 20,0kg e então armazenados em minicâmaras experimentais de AC, com volume de 0,232m<sup>3</sup>, que permaneceram no interior de câmaras frigoríficas de 45m<sup>3</sup>. No interior das minicâmaras dos tratamentos com baixa umidade, a UR foi mantida em 85% (±3%) no primeiro mês e em 96% (±1%) no restante do período. Nos demais tratamentos, a UR também foi mantida em 96% (±1%). Para a manutenção da baixa UR no primeiro mês, foi utilizada uma bomba de membrana, que circula o ar do interior da minicâmara para dentro de um recipiente contendo sílica gel, a qual era substituída após sua saturação. A umidade relativa foi monitorada semanalmente, por meio de um psicrômetro. A temperatura das câmaras frigoríficas foi controlada automaticamente por termostatos de alta precisão (±0,1°C), sendo monitorada diariamente por meio de termômetros de mercúrio introduzidos na polpa de frutos. A instalação e o controle das condições de AC foram realizados conforme BRACKMANN et al. (2005).

Depois de transcorridos sete meses de armazenamento, os frutos foram retirados das minicâmaras, e cada amostra foi dividida em duas subamostras, uma para análise na saída da câmara e outra para análise aos sete dias de exposição a 20°C, simulando o período de comercialização. Os parâmetros analisados foram: firmeza de polpa, com auxílio de um penetrômetro com ponteira de 11,0mm; acidez titulável, pela titulação de 10,0mL de suco com NaOH 0,1N; sólidos solúveis totais (SST), medido com um refratômetro; incidência de podridões, pela observação e contagem dos frutos que apresentavam podridões; degenerescência, pela visualização e contagem dos frutos que apresentavam sintomas; e coloração, com um colorímetro.

Para cada variável avaliada, foi efetuada análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott-knott, com 5% de probabilidade de erro.

As variáveis expressas em porcentagem foram transformadas pela fórmula  $\text{arc. sen } \sqrt{x/100}$ , antes da análise de variância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após sete meses de armazenamento, o teor de SST e a acidez titulável na saída da câmara e aos sete dias de exposição a 20°C não diferiram, estatisticamente, entre os tratamentos (dados não apresentados), confirmando resultados de trabalhos anteriores (BRACKMANN et al., 1998).

O tratamento em que os frutos foram armazenados na temperatura de -0,5°C (T2) apresentou menores perdas da firmeza da polpa, menor incidência de podridões e degenerescência, quando comparado ao tratamento com temperatura de 0,5°C (T1), tanto na avaliação realizada na saída da câmara, quanto após sete dias na temperatura de 20°C (Tabelas 1 e 2). Entretanto, não houve diferença estatística para o parâmetro degenerescência na análise na saída da câmara e podridão na análise na saída da câmara e aos sete dias a 20°C. Provavelmente, na temperatura de -0,5°C, houve menor produção e acúmulo de CO<sub>2</sub> nos tecidos, já que a degenerescência é atribuída ao dano causado pelo acúmulo desse gás nos tecidos (CASTRO et al., 2008). Em trabalho anterior, BRACKMANN et al. (1998) também encontraram menor incidência de degenerescência com a redução da temperatura de 0,5°C para -0,5°C.

Com relação à concentração parcial de O<sub>2</sub> durante a armazenagem, na avaliação realizada na saída da câmara, não houve diferença nos parâmetros analisados entre as condições testadas (Tabela 1). Já após sete dias de exposição a 20°C, os frutos que foram submetidos a 1,0kPa de O<sub>2</sub> (T2) apresentaram menor incidência de degenerescência em comparação com os frutos submetidos a 0,8kPa (T3) (Tabela 2). CERETTA (2003) também encontrou maior incidência de degenerescência em maçãs 'Gala' armazenadas sob baixas pressões parciais de O<sub>2</sub> no início do período de estocagem. Durante o armazenamento, a baixa concentração de O<sub>2</sub> pode induzir a produção de energia pela rota anaeróbica, podendo ocorrer a formação de alcoóis e aldeído acético, o que causa sabor desagradável e danos aos frutos (GIL et al., 1998), podendo apresentar polpa marrom de aspecto úmido (CERETTA, 2003).

A alta temperatura no primeiro mês (3°C) em AC e o posterior armazenamento sob temperatura de -0,5°C (T4), na análise na saída da câmara, causaram alta incidência de podridões e maior perda de firmeza da polpa, em comparação com a temperatura de -0,5°C

Tabela 1 - Qualidade da maçã 'Fuji' em função da temperatura, das condições de atmosfera controlada e da umidade relativa após sete meses de armazenamento. Santa Maria - RS, 2004.

Tratamento	Temperatura	Firmeza da polpa	Podridão	Degenerescência	Cor
O <sub>2</sub> + CO <sub>2</sub> (kPa)	(° C)	(N)	(%)	(%)	Ângulo Hue
1,0 + <0,5	0,5	53,4 b <sup>I</sup>	7,00 b	10,0 a	101,4 a
1,0 + <0,5	- 0,5	55,9 a	3,00 b	7,88 a	103,5 a
0,8 + <0,5	- 0,5	56,0 a	4,00 b	8,00 a	100,7 a
1,0 + <0,5	- 0,5 <sup>II</sup>	53,4 b	22,0 a	6,50 a	102,4 a
1,0 + <0,5	- 0,5 <sup>III</sup>	51,6 b	20,3 a	6,00 a	100,6 a
1,0 + <0,5	- 0,5 <sup>IV</sup>	57,6 a	1,00 b	3,00 a	98,7 b
1,0 + <0,5	- 0,5 <sup>V</sup>	55,4 a	6,00 b	7,00 a	96,5 b
1,0 + <0,5	- 0,5 <sup>VI</sup>	51,2 b	20,6 a	5,50 a	98,8 b
1,0 + 2,0	- 0,5	59,0 a	11,9 a	8,42 a	102,5 a
1,0 + <0,5	- 0,5 <sup>VII</sup>	54,2 b	23,1 a	9,56 a	99,0 b
CV (%)		5,19	39,9	26,0	2,6

<sup>I</sup> Médias não seguidas pela mesma letra diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-knott, em nível de 5% de probabilidade de erro.

<sup>II</sup> Primeiro mês na temperatura de 3°C em AC.

<sup>III</sup> Primeiro mês na temperatura de 3°C em AR.

<sup>IV</sup> Primeiro mês em baixa umidade relativa (85%)

<sup>V</sup> Primeiro mês em baixa umidade relativa (85%) a 3°C, restante do período a 96% de UR.

<sup>VI</sup> Primeiro mês em baixa umidade relativa (85%) a 3°C em AR, restante do período a 96% de UR.

<sup>VII</sup> 2kPa de CO<sub>2</sub> nos três meses iniciais.

durante todo o período de estocagem (T2) (Tabela 1). O mesmo resultado foi observado quando se utilizaram a alta temperatura e o atraso em um mês na instalação da AC (T5). Provavelmente, a temperatura mais elevada e o atraso na instalação da AC por um mês contribuíram para a aceleração do metabolismo e a consequente degradação das paredes celulares, ocasionando menor firmeza e menor resistência ao ataque de patógenos causadores de podridões. Esses resultados contrariam os reportados por BRACKMANN et al. (2000), os quais afirmam que a alta temperatura (2,5°C) durante os 40 dias iniciais em AC reduziu a incidência de podridões em maçãs 'Fuji'. No entanto, aos sete dias de exposição a 20°C, a alta temperatura no mês inicial manteve a firmeza da polpa mais elevada quando armazenada em AC; porém, quando submetida ao atraso na instalação da AC por um mês (T5), houve menor retenção da firmeza da polpa (Tabela 2). Os demais parâmetros: podridão, degenerescência e cor não apresentaram diferença estatística entre as condições com alta temperatura (3°C) em AC no primeiro mês (T4) e alta temperatura em AR no primeiro mês (T5) com a testemunha (T2).

Quanto à baixa umidade relativa no primeiro mês (T6, T7 e T8), na avaliação realizada na saída da câmara, a cor da epiderme dos frutos se apresentou mais amarela em relação à testemunha (T2) (Tabela 1), provavelmente devido ao estresse hídrico ocasionado pela perda de umidade, que pode ter aumentado a

síntese de etileno e este aumentado a degradação da clorofila, pois BENDER (1986) e NAKANO et al. (2003) afirmam que o estresse hídrico aumenta a síntese de etileno em maçãs e caquis, respectivamente. A baixa umidade relativa, associada ou não com a temperatura de 3°C no primeiro mês (T6 e T7), proporcionou menor perda da firmeza da polpa e menor incidência de podridões; no entanto, não apresentou diferença estatística da testemunha (T2). A menor perda da firmeza pode ser decorrente da desidratação causada pela baixa umidade (MAZARO et al., 1994), e a menor incidência de podridão pode estar relacionada à baixa umidade, a qual causa uma condição adversa à proliferação de fungos, pois, de acordo com SCHWARZ (1994), a elevada incidência de podridões está ligada à alta umidade relativa durante o armazenamento. O tratamento com baixa umidade relativa na temperatura de 3°C, em AR, no mês inicial e posterior armazenamento em AC (T8), ocasionou alta incidência de podridão e maior perda da firmeza (Tabela 1). Certamente, o efeito do atraso na instalação da AC contribuiu para o aumento da incidência de podridão e diminuiu a firmeza da polpa pelo fato de ter havido maior metabolismo degradativo no período inicial de armazenagem. Na análise aos sete dias a 20°C, o comportamento dos frutos para os parâmetros analisados foi semelhante aos resultados obtidos na análise na saída da câmara, porém a incidência de podridão não apresentou diferença estatística da testemunha (Tabela 2). De modo

Tabela 2 - Qualidade da maçã 'Fuji' em função da temperatura, das condições de atmosfera controlada e da umidade relativa após sete meses de armazenamento mais sete dias de exposição à temperatura de 20° C. Santa Maria - RS, 2004.

Tratamento	Temperatura	Firmeza da polpa	Podridão	Degenerescência	Cor
O <sub>2</sub> + CO <sub>2</sub> (kPa)	(° C)	(N)	(%)	(%)	Ângulo Hue
1,0 + <0,5	0,5	54,4 b <sup>I</sup>	58,5 a	24,1 a	91,9 a
1,0 + <0,5	- 0,5	55,4 a	33,8 a	16,3 b	98,3 a
0,8 + <0,5	- 0,5	56,9 a	33,8 a	25,2 a	92,5 a
1,0 + <0,5	- 0,5 <sup>II</sup>	56,1 a	31,9 a	18,8 b	95,1 a
1,0 + <0,5	- 0,5 <sup>III</sup>	51,8 b	38,5 a	15,4 b	93,1 a
1,0 + <0,5	- 0,5 <sup>IV</sup>	56,3 a	30,3 a	19,0 b	92,8 a
1,0 + <0,5	- 0,5 <sup>V</sup>	58,6 a	21,8 a	16,1 b	95,3 a
1,0 + <0,5	- 0,5 <sup>VI</sup>	52,8 b	32,9 a	10,4 b	95,6 a
1,0 + 2,0	- 0,5	59,0 a	30,9 a	30,6 a	95,2 a
1,0 + <0,5	- 0,5 <sup>VII</sup>	56,3 a	53,6 a	30,8 a	94,6 a
CV (%)		3,46	28,1	24,2	2,74

<sup>I</sup> Médias não seguidas pela mesma letra diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-knott, em nível de 5% de probabilidade de erro.

<sup>II</sup> Primeiro mês na temperatura de 3°C em AC.

<sup>III</sup> Primeiro mês na temperatura de 3°C em AR.

<sup>IV</sup> Primeiro mês em baixa umidade relativa (85%)

<sup>V</sup> Primeiro mês em baixa umidade relativa (85%) a 3°C, restante do período a 96% de UR.

<sup>VI</sup> Primeiro mês em baixa umidade relativa (85%) a 3°C em AR, restante do período a 96% de UR.

<sup>VII</sup> 2 kPa de CO<sub>2</sub> nos três meses iniciais.

geral, a baixa umidade relativa causou baixa incidência de degenerescência, estando de acordo com resultados encontrados por LITTLE & BARRAND (1989).

A condição com alto CO<sub>2</sub> durante o período de estocagem (T9), na análise na saída da câmara, manteve a firmeza da polpa; no entanto, não houve diferença estatística da condição com baixo CO<sub>2</sub> (T2). O alto CO<sub>2</sub> nos três meses iniciais (T10) causou maior perda da firmeza da polpa, alta incidência de podridões e apresentou coloração mais amarela em relação à testemunha (T2). Aos sete dias de exposição a 20° C, o uso do alto CO<sub>2</sub>, tanto durante todo o período, quanto nos três primeiros meses (T10), causou maior incidência de degenerescência (Tabela 2). Esses resultados confirmam os reportados por BRACKMANN et al. (1998 e 1999), em que a sensibilidade da maçã 'Fuji' ao alto CO<sub>2</sub> e as condições de atmosfera controlada são maiores no início do período de armazenamento.

## CONCLUSÕES

Para o armazenamento de maçã 'Fuji', a temperatura de -0,5°C e a baixa umidade relativa associada ou não à temperatura de 3°C são mais eficientes, pois reduzem a incidência de degenerescência e podridões e mantêm a firmeza da polpa.

O atraso da instalação da atmosfera controlada por um mês eleva a incidência de podridões

e diminui a firmeza da polpa. A alta pressão parcial de CO<sub>2</sub> (2,0kPa) ou a baixa pressão parcial de O<sub>2</sub> (0,8kPa) causam maior incidência de degenerescência da polpa.

## REFERÊNCIAS

AGAPOMI – Associação Gaúcha dos Produtores de Maças. Disponível em: <<http://www.agapomi.com.br/arquivos/Res.safra.pdf>>. Acesso em 17 jun.2009.

ARGENTA, L.C. et al. Delaying establishment of controlled atmosphere or CO<sub>2</sub> exposure reduces 'Fuji' apple CO<sub>2</sub> injury without excessive fruit quality loss. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.20, p.221-229, 2000. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5214\(00\)00134-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00134-4)>. Acesso em 15 dez.2008. doi: 10.1016/S0925-5214(00)00134-4.

BENDER, J.R. Colheita e armazenagem. In: EMPASC. **Manual da cultura da macieira**. Florianópolis: EMPASC, 1986. p.521-562.

BORTOLUZZI-MAAG, G.; BRACKMANN, A. Qualidade da maçã 'Fuji' relacionada com a umidade relativa e a temperatura de armazenamento. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.6, n.1, p.01-05, 2001.

BRACKMANN, A. et al. Frigoconservação de maçã 'Fuji' em duas temperaturas e em atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.4, n.1, p.26-30, 1998. Disponível em: <<http://www.ufpel.tche.br/faem/agrociencia/v4n1/artigo05.pdf>>. Acesso em 23 fev.2008.

BRACKMANN, A. et al. Controle da degenerescência da polpa da maçã Fuji com concentrações dinâmicas de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> e redução da umidade relativa durante o armazenamento em atmosfera

- controlada. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.3, p.459-463, 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v29n3/a13v29n3.pdf>>. Acesso em 12 ago.2008. doi: 10.1590/S0103-84781999000300013.
- BRACKMANN, A. et al. Condições de atmosfera controlada, temperatura e umidade relativa no armazenamento de maçã 'Fuji'. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.4, p.803-809, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v29n4/a12v29n4.pdf>>. Acesso em 25 set.2008.
- BRACKMANN, A. et al. Conservação da maçã 'Fuji' sob diferentes temperaturas, umidades relativas e momentos de instalação da atmosfera de armazenamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.1, p.81-84, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v30n1/a13v30n1.pdf>>. Acesso em 13 out.2008. doi: 10.1590/S0103-8478200000100013.
- BRACKMANN, A.; SAQUET, A.A. Efeito das condições de atmosfera controlada sobre a ocorrência de degenerescência em maçãs 'Fuji'. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.52, n.2, p.263-267, 1995. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v52n2/10.pdf>>. Acesso em 18 out.2008. doi: 10.1590/S0103-90161995000200010.
- CASTRO, E. et al. Biochemical factors associated with a CO<sub>2</sub>-induced flesh browning disorder of Pink Lady apples. **Postharvest Biology and Technology**, Califórnia, v.48, p.182-191, 2008.
- CERETTA, M. **Tolerância de maçãs 'Gala' e 'Fuji' a baixas temperaturas e extremas pressões parciais de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> durante o armazenamento em atmosfera controlada**. 2003. 70f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. V1.
- FLORES-CANTILLANO, F.; GIRARDI, C.L. **Maçã pós-colheita: distúrbios fisiológicos**. Bento Gonçalves: Empresa brasileira de pesquisa agropecuária, 2004. 109p.
- GORNY, G.R.; KADER, A.A. Low oxygen and elevated carbon dioxide atmospheres inhibit ethylene biosynthesis in preclimacteric and climacteric apple fruit. **Journal American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.122, n.4, p. 542-546, 1997.
- GIL, M.I. et al. Responses of 'Fuji' apples to ascorbic acid treatments and low oxygen atmosphere. **HortScience**, Alexandria, v.33, n.2, p.305-309, 1998.
- KE, D. et al. Physiology and prediction of fruit tolerance to low-oxygen atmosphere. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.116, n.2 p.253-260, 1991.
- 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: Washington State University, 1989. V.1, p.185-192.
- LUNARDI, R. et al. Suculência e solubilização de pectinas em maçãs 'Gala', armazenadas em atmosfera controlada, em dois níveis de umidade relativa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.3, p.743-747, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v34n3/a14v34n3.pdf>>. Acesso em 22 nov.2008. doi: 10.1590/S0103-84782004000300014.
- MAZARO, S.M. et al. Condições de atmosfera controlada para o armazenamento de maçã 'Fuji'. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13., 1994, Salvador, Ba. **Anais...** Salvador, Ba: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1994. V.2. 760p.
- NAKANO, R. et al. Ethylene biosynthesis in detached young persimmon is initiated in calyx and modulated by water loss from the fruit. **Plant Physiology**, Rockville, v.131, p.276-286, 2003.
- SCHWARZ, A. Relative humidity in cool stores: measurement control and influence of discrete factors. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.368, p.867-892, 1994.
- WATKINS, C.B. et al. A comparison of two carbon dioxide-related injuries of apple fruit. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 7, 1997, Davis, EUA. **Proceedings...** Davis: University of California, 1997. V.2, 308p, p.119-124.