

# EFEITO DA TEMPERATURA E CONDIÇÕES DE ATMOSFERA CONTROLADA NA ARMAZENAGEM DE MAÇÃS 'FUJI' COM INCIDÊNCIA DE PINGO DE MEL

EFFECT OF TEMPERATURE AND CONTROLLED ATMOSPHERE CONDITIONS IN THE STORAGE OF 'FUJI' APPLES WITH WATERCORE INCIDENCE

BRACKMANN, Auri; BENEDETTI, Marlova; STEFFENS, Cristiano André; MELLO, Anderson M. de

## RESUMO

Com o objetivo de avaliar condições de armazenamento de maçãs foram conduzidos dois experimentos com a cv. Fuji com incidência de pingo de mel. A unidade experimental foi composta por amostras de 70 frutos. O experimento 1 constituiu-se de um bifatorial 2 x 3 (temperatura x condições de armazenamento) com três repetições. As condições de armazenamento foram: armazenamento refrigerado - AR (21,0 kPa O<sub>2</sub>/0,0 kPa CO<sub>2</sub>) ; 0,8 kPa O<sub>2</sub>/0,0 kPa CO<sub>2</sub> e 1,1 kPa O<sub>2</sub>/0,0 kPa CO<sub>2</sub>, combinados com as temperaturas de 0 e -0,5°C. No experimento 2 foram avaliados os seguintes tratamentos: AR (21,0 kPa O<sub>2</sub>/0,0 kPa CO<sub>2</sub>); 1,1 kPa O<sub>2</sub>/0,0 kPa CO<sub>2</sub> e 0,8 kPa O<sub>2</sub>/0,0 kPa CO<sub>2</sub> e 1 kPa O<sub>2</sub>/2,0 kPa CO<sub>2</sub>, todos na temperatura de 0°C. A UR, em ambos os experimentos, foi de 96%. As avaliações foram realizadas após sete meses de armazenamento, na saída da câmara, e após sete dias de exposição dos frutos a 20°C. No experimento 1, o uso de atmosfera controlada diminuiu a degradação dos ácidos, manteve a cor verde da epiderme, diminuiu a produção de etileno e a respiração, porém aumentou a incidência de degenerescência senescente. A condição de 0,8 kPa de O<sub>2</sub> manteve a firmeza da polpa mais elevada, tanto na saída da câmara, quanto após sete dias. Na saída da câmara, a temperatura de 0°C apresentou menores valores de acidez titulável que a de -0,5°C. No experimento 2, o uso de AC manteve a firmeza de polpa, a acidez titulável mais elevada e a cor da epiderme mais verde, além de promover menores valores de produção de etileno e respiração, porém a ocorrência de degenerescência senescente foi maior principalmente na condição de 1 kPa de O<sub>2</sub> e 2 kPa de CO<sub>2</sub>.

Palavras-chave: *Mallus domestica* Borkh, distúrbio fisiológico, armazenamento refrigerado, atmosfera controlada.

## INTRODUÇÃO

A maçã cv. Fuji apresenta excelente sabor e boa suculência tendo, por isso, grande aceitação no mercado nacional e internacional. Atualmente a cv. Fuji representa 45% do total de maçãs produzidas no Brasil. Segundo ARGENTA et al. (1994), é a cultivar em maior expansão na produção brasileira sendo, portanto, necessário o seu armazenamento refrigerado para regular a oferta e colocar o produto no mercado na entressafra. A conservação desta cv. é bastante

variada em função das condições climáticas durante o desenvolvimento dos frutos. Um dos problemas que pode se manifestar antes da colheita e durante o armazenamento refrigerado e que interfere no potencial de armazenamento é a presença de pingo de mel. Este distúrbio fisiológico caracteriza-se pela formação de áreas duras com aspecto vítreo e encharcado na polpa, em regiões próximas aos feixes vasculares, podendo afetar todo o fruto e ser externamente visível (CHITARRA & CHITARRA, 1990). O pingo de mel é causado pela presença de sorbitol e sacarose que se acumulam nos espaços intercelulares das maçãs não sendo absorvidos pelas células e, conseqüentemente, metabolizados. O distúrbio ocorre com mais freqüência nos frutos maiores e naqueles de colheita mais tardia. Os frutos maiores, normalmente, têm baixo poder de conservação, e a parte afetada durante o armazenamento pode tornar-se de uma coloração escura. As maçãs com incidência de pingo de mel apresentam problemas no armazenamento em condições de atmosfera controlada (AC), devido aos maiores índices de degenerescência da polpa. A manifestação de degenerescência de polpa é influenciada pelo clima, solo, nutrição do fruto, idade da planta e manejo (FAN, 1992). A intensidade de ocorrência varia, portanto, em função do ano e local de produção. Outro fator responsável pela suscetibilidade à degenerescência é a colheita tardia, com um ponto de maturação muito avançado, motivado pela exigência do mercado consumidor de maçãs com maior cobertura de coloração vermelha nos frutos o que só é conseguido na cv. Fuji Standard com maturação mais avançada.

O uso de AC em comparação à AR, aumenta consideravelmente o período de armazenamento, principalmente quando se utiliza técnicas complementares ao sistema de AC convencional. Entre estas práticas destacam-se o rápido resfriamento dos frutos, uso de concentração ultra baixa de oxigênio e baixa umidade relativa da câmara. Segundo a literatura, a degenerescência da polpa e a escaldadura, duas grandes causas de perdas da cv. Fuji, são influenciadas por uma série de fatores, entre eles o tempo de resfriamento dos frutos, temperatura de armazenamento, concentração de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> em AC e umidade relativa da

UFSM/CCR/Dept<sup>o</sup> de Fitotecnia – Núcleo de Pesquisa em Pós-Colheita – Campus Universitário – CEP 97105-900 – Tel. (0xx)55 2208179 – Santa Maria/RS.

(Recebido para publicação em 12/07/2001)

câmara (FORTES & PETRI, 1982; LAU et al., 1987).

Em virtude da falta de informações técnicas sobre armazenamento, cada empresa de maçã adota uma tecnologia própria de armazenamento das maçãs 'Fuji'. Há dúvidas dos produtores quanto a diferença do potencial de armazenamento entre maçãs com e sem incidência de pingo de mel. Visando obter informação para a redução das perdas em função da alta incidência de pingo de mel e objetivando avaliar condições de conservação de maçãs cv. Fuji com incidência de pingo de mel foi realizado o presente trabalho.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no ano de 2000 com maçãs 'Fuji' colhidas em três pomares comerciais de São Joaquim – SC. Parte das maçãs foi armazenada durante sete meses em minicâmaras de AC com 0,233 m<sup>3</sup> do Núcleo de Pesquisa em Pós-Colheita da Universidade Federal de Santa Maria - RS (NPP/UFSM), e a outra parte das maçãs foi armazenada em ar refrigerado (AR) a 0 e -0,5°C. As amostras experimentais foram compostas de 70 frutos, com três repetições em cada tratamento. Uma amostra (35 frutos) foi analisada no dia da saída da câmara e outra amostra (35 frutos) foi mantida durante sete dias em uma câmara de climatização à 20°C, e posteriormente analisada. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso. Os frutos foram colhidos com a maturação um pouco avançada, pois são estes frutos que apresentam maior índice de pingo de mel e que, por isso, apresentam maiores dificuldades na conservação. Os frutos no momento da colheita apresentavam firmeza de polpa de 76,4 N ; acidez titulável de 3,52 cmol.L<sup>-1</sup> e sólidos solúveis totais de 13,3°Brix.

O índice de pingo de mel (IPM) foi obtido pelo somatório dos produtos do número de frutos (nf) e respectivo nível de incidência do distúrbio (1 – sem incidência de pingo de mel; 2 – incidência inicial, com até 5% da polpa afetada; 3 – incidência leve com mais de 5% até 10% da polpa afetada; 4 – incidência moderada com mais de 10% até 20% da polpa afetada e 5 – incidência severa com mais de 20% da polpa afetada) e dividido pelo número total de frutos (ntf), conforme a fórmula  $IPM = (nf \times 1 + nf \times 2 + nf \times 3 + nf \times 4 + nf \times 5) / ntf$ . Sendo considerado fruto com distúrbio aquele que, cortado ao meio, apresentou áreas de tecido aquoso com aparência translúcida. O índice de pingo de mel médio entre as amostras calculado foi de 2,87 na colheita.

A atmosfera foi instalada nas câmaras de AC após a estabilização da temperatura de armazenamento. A instalação da atmosfera foi feita através da injeção de N<sub>2</sub>, produzido por um gerador de nitrogênio, que funciona pelo princípio de membrana de separação ("Pressure Swing Adsorption – PSA"). A pressão parcial dos gases (O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>) das câmaras de AC foi monitorada com um equipamento totalmente automatizado da marca Kronenberger, o qual permitiu uma oscilação máxima de ±0,1 kPa da pressão parcial desejada.

No experimento 1 avaliou-se diferentes pressões parciais de O<sub>2</sub> em duas temperaturas, enquanto que, no experimento 2, avaliou-se diferentes pressões parciais de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>. As condições de armazenamento no experimento 1 foram: AR (21,0 kPa O<sub>2</sub>/ 0,0 kPa CO<sub>2</sub>); 0,8 kPa O<sub>2</sub>/0,0 kPa CO<sub>2</sub>; e 1,1 kPa O<sub>2</sub>/0,0 kPa CO<sub>2</sub>, combinados com as temperaturas de 0 e -0,5°C. Já no experimento 2 foram avaliados os seguintes tratamentos: AR (21,0 kPa O<sub>2</sub>/0,0 kPa CO<sub>2</sub>); 1,1 kPa O<sub>2</sub>/0,0 kPa CO<sub>2</sub> e 0,8 kPa O<sub>2</sub>/0,0 kPa CO<sub>2</sub> e 1 kPa O<sub>2</sub>/2,0 kPa CO<sub>2</sub>,

todos na temperatura de 0°C.

Os parâmetros avaliados foram: firmeza da polpa, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), degenerescência senescente e ocorrência de podridões, obtidas de acordo com a metodologia descrita em MEDEIROS (1999). Também avaliou-se a cor de fundo da epiderme, a produção de etileno e CO<sub>2</sub>.

A cor da epiderme foi determinada com um colorímetro, marca MINOLTA, modelo CR-310, com a leitura de cores pelo sistema tridimensional CIE L\* a\* b\*. A leitura foi realizada no lado do fruto que apresentava ausência de coloração vermelha, uma vez em cada fruto, nas duas análises, uma na saída das câmaras e outra após exposição dos frutos por sete dias à temperatura de 20°C. Foram feitas as leituras da cor da epiderme para avaliar a evolução da degradação da clorofila e os resultados expressos em a\* + b\*.

A produção de etileno foi obtida por cromatografia gasosa através de cromatógrafo, marca Varian Star 3400X. Como fase estacionária foi usada uma coluna empacotada com Porapak N de 0,70 m de comprimento e tendo como fase móvel o Nitrogênio. As temperaturas empregadas foram 90°C, 140°C e 200°C para coluna, injetor e detector, respectivamente. A partir de uma massa conhecida de frutos, acondicionada em recipientes de vidro com volume de 5 L hermeticamente vedados por um período de tempo conhecido, retirou-se duas amostras de 1 mL dos gases contidos em cada recipiente com auxílio de seringas descartáveis, volume este posteriormente injetado individualmente no injetor do equipamento. Os valores médios foram obtidos em ppm e posteriormente convertidos e expressos em  $\mu\text{LC}_2\text{H}_4 \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ . As leituras, em cada frasco foram repetidas duas vezes.

A respiração dos frutos também foi obtida a partir de uma massa conhecida de frutos acondicionada em recipientes de vidro com volume de 5 L e hermeticamente vedados, por um período de tempo de aproximadamente duas horas. Para o cálculo do CO<sub>2</sub> produzido considerou-se o volume interno livre do recipiente, bem como a massa de frutos neles contida. As determinações da respiração e produção de etileno dos frutos foram realizadas 24 horas após a saída dos frutos das câmaras e após sete dias de exposição dos mesmos à temperatura de 20°C.

Os resultados de cada experimento foram analisados separadamente, sendo que os dados expressos em percentagem foram transformados pela fórmula  $\sqrt{x}$  antes da análise da variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Duncan a 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### EXPERIMENTO 1

Não houve diferença estatística, para o parâmetro firmeza de polpa, entre as temperaturas e entre as condições de armazenamento na saída da câmara (Tabela 1). Após sete dias houve uma redução considerável na firmeza dos frutos na condição de armazenamento em atmosfera refrigerada (Tabela 2). Maior retenção da firmeza de polpa em condições de AC, para maçãs 'Fuji', também foi constatada por WERNER (1989) e FAN (1992). Entre as condições de atmosfera controlada (AC) a condição de 0 kPa de CO<sub>2</sub>/0,8 kPa de O<sub>2</sub> apresentou maiores valores de firmeza de polpa após sete dias.

TABELA 1 - Teores de firmeza de polpa, acidez titulável e sólidos solúveis totais de maçãs cv. Fuji com incidência de pingo de mel após 7 meses de armazenamento refrigerado e em atmosfera controlada. Santa Maria, RS. 2000.

Condição de Armazenamento (kPa CO <sub>2</sub> /kPa O <sub>2</sub> )	Firmeza de Polpa (N)			Acidez Titulável (cmol.L <sup>-1</sup> )			SST (°Brix)		
	Temperatura (°C)			Temperatura (°C)			Temperatura (°C)		
	0	-0,5	Média	0	-0,5	Média	0	-0,5	Média
AR**	61,31	60,43	60,72a	1,15	1,63	1,39b	15,7	15,5	15,62a
0,0/0,8	65,66	64,61	64,62a	2,00	2,15	2,01a	14,4	14,1	14,13b
0,0/1,1	63,37	66,18	64,98a	1,80	2,21	2,08a	14,2	14,0	14,25b
Média	63,29 A	63,59 A		1,65B	2,00A		14,77 A	14,57 A	
CV(%)		5,03			15,42			2,77	

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

\*\* 21,0 kPa O<sub>2</sub>/0,0 kPa CO<sub>2</sub>

TABELA 2 - Teores de firmeza de polpa, acidez titulável e sólidos solúveis totais de maçãs cv. Fuji com incidência de pingo de mel após 7 meses de armazenamento + 7 dias a 20°C. Santa Maria, RS. 2000.

Condição de Armazenamento (kPa CO <sub>2</sub> /kPa O <sub>2</sub> )	Firmeza de Polpa (N)			Acidez Titulável (cmol.L <sup>-1</sup> )			SST (°Brix)		
	Temperatura (°C)			Temperatura (°C)			Temperatura (°C)		
	0	-0,5	Média	0	-0,5	Média	0	-0,5	Média
AR**	52,30	55,34	53,82b	0,94	1,61	1,27b	15,63	15,20	15,42a
0,0/0,8	58,91	57,01	57,96a	2,01	2,01	2,01a	13,93	14,43	14,18b
0,0/1,1	55,06	58,06	56,56ab	2,16	1,87	2,01a	14,47	14,37	14,42b
Média	55,42 A	56,80 A		1,70A	1,83A		14,68 A	14,67 A	
CV(%)		4,56			17,36			3,78	

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

\*\* 21,0 kPa O<sub>2</sub>/0,0 kPa CO<sub>2</sub>

Na saída da câmara a AC proporcionou maior manutenção dos valores de acidez total titulável em comparação com o armazenamento em AR (Tabela 1). ARGENTA & DENARDI (1994) observaram que em maçãs 'Fuji' armazenadas em AC, há uma perda acentuada da acidez a partir do 7º mês de armazenamento, enquanto que em AR, a perda se acentua no 3º mês. Com relação ao fator temperatura verificou-se que -0,5°C promoveu uma menor degradação de ácidos nos frutos, na avaliação na saída da câmara, enquanto que após sete dias não houve diferença entre temperaturas na manutenção da acidez e a condição de AC continuou se mostrando mais eficiente em relação a AR (Tabela 2).

Os valores de SST na saída da câmara foram menores nos frutos armazenados na condição de AC em comparação com a condição de AR (Tabela 1). A mesma situação foi observada na análise após sete dias (Tabela 2).

BRACKMANN & SAQUET (1995) afirmam que normalmente não se percebe grandes alterações nos SST durante o armazenamento em AC, pois os açúcares são substratos de respiração, cujo início de utilização ocorre após acentuado consumo dos ácidos orgânicos.

Na ocorrência de podridões não houve diferença, na saída da câmara, entre condições de armazenamento e entre temperaturas (Tabela 3). Após sete dias a condição de 0 kPa CO<sub>2</sub>/0,8 kPa de O<sub>2</sub> apresentou maiores valores de frutos com podridão (Tabela 4). Possivelmente, a pressão parcial de 0,8 kPa de O<sub>2</sub> causou estresse aos frutos já bastante maduros facilitando o ataque de patógenos. Também se verificou maiores valores de podridão na temperatura de -0,5°C. Após exposição dos frutos à temperatura ambiente ocorreu um rápido desenvolvimento de podridões.

TABELA 3 - Ocorrência de podridões, distúrbios fisiológicos e cor em maçãs cv. Fuji com incidência de pingo de mel após 7 meses de armazenamento refrigerado e em atmosfera controlada. Santa Maria, RS. 2000.

Condição de Armazenamento (kPa CO <sub>2</sub> /kPa O <sub>2</sub> )	Degenerescência senescente (%)			Podridão (%)			Cor (a* + b*)		
	Temperatura (°C)			Temperatura (°C)			Temperatura (°C)		
	0	-0,5	Média	0	-0,5	Média	0	-0,5	Média
AR**	3,04	11,60	7,32a	36,19	31,90	34,04a	53,00Aa	50,55Aa	51,77
0,0/0,8	13,63	11,31	12,47a	37,13	27,62	32,37a	44,11Ab	45,18Ab	44,64
0,0/1,1	6,25	10,79	8,52a	25,71	27,62	26,66a	46,07Ab	44,50Ab	45,28
Média	7,64A	11,23A		33,33A	29,05A		47,73	46,74	
CV(%)		51,47			18,16			4,10	

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

\*\* 21,0 kPa O<sub>2</sub>/0,0 kPa CO<sub>2</sub>

TABELA 4- Ocorrência de podridões e distúrbios fisiológicos em maçãs cv. Fuji com incidência de pingo de mel após 7 meses de armazenamento refrigerado e em atmosfera controlada + 7 dias a 20°C. Santa Maria, RS. 2000.

Condição de Armazenamento (kPa CO <sub>2</sub> /kPa O <sub>2</sub> )	Degenerescência senescente (%)			Podridão (%)			Cor (a* + b*)		
	Temperatura (°C)			Temperatura (°C)			Temperatura (°C)		
	0	-0,5	Média	0	-0,5	Média	0	-0,5	Média
AR**	6,37	4,44	5,41b	53,62	69,11	61,37b	50,75Aa	51,88Aa	51,31
0,0/0,8	11,05	15,71	13,39a	81,17	76,43	78,80a	48,29Aa	44,58Bb	46,43
0,0/1,1	25,59	16,86	21,22a	55,05	65,21	60,13b	44,87Aa	44,90Ab	44,88
Média	14,34A	12,34A		63,28A	70,25A		47,97	47,12	
CV(%)		25,38			17,20			4,09	

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

\*\* 21,0 kPa O<sub>2</sub>/0,0 kPa CO<sub>2</sub>

Na análise após sete dias (Tabela 4), o armazenamento em AC resultou em maior incidência de degenerescência senescente. Estando de acordo com as afirmações de BRACKMANN et al., (1995) e BRACKMANN & SAQUET (1995) de que o armazenamento em AC predispõe à degenerescência da polpa de maçã 'Fuji'. Para o fator temperatura não se observaram diferenças contrariando ARGENTA & DENARDI (1994) ao afirmarem que a maçã 'Fuji', produzida no Brasil não tolera temperaturas de -0,5 ou 0°C.

Na saída da câmara os frutos conservados em AR apresentaram maior produção de etileno em comparação com os armazenados em AC (Tabela 3); sendo que após sete dias não foram observadas diferenças para tal variável (Tabela 6). Quanto à respiração dos frutos observou-se uma considerável diferença entre as condições de armazenamento na saída da câmara. Sendo que a condição de AR apresentou maiores valores para este parâmetro, seguida pela condição de AC de maior concentração de oxigênio ; enquanto que a condição com menos oxigênio apresentou menores valores de respiração.

Tabela 5 - Produção de etileno e respiração em maçãs cv. Fuji com incidência de pingo de mel, na saída da câmara, após 7 meses de armazenamento refrigerado e em atmosfera controlada. Santa Maria, RS. 2000.

Condição de Armazenamento (kPa CO <sub>2</sub> /kPa O <sub>2</sub> )	Etileno ( $\mu$ L C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> . kg <sup>-1</sup> .h <sup>-1</sup> )			Respiração (ml CO <sub>2</sub> . kg <sup>-1</sup> .h <sup>-1</sup> )		
	Temperatura (°C)			Temperatura (°C)		
	0	-0,5	Média	0	-0,5	Média
AR**	18,85	12,86	15,86 a	11,53	10,26	10,88 a
0,0/0,8	1,13	1,04	1,08 b	4,76	6,19	5,48 c
0,0/1,1	3,99	1,39	2,69 b	7,72	7,24	7,48 b
Média	7,99 A	5,10 A		8,00 A	7,89 A	
CV(%)		76,74			16,81	

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

\*\* 21,0 kPa O<sub>2</sub>/0,0 kPa CO<sub>2</sub>

TABELA 6. Produção de etileno e respiração em maçãs cv. Fuji com incidência de pingo de mel após 7 meses de armazenamento refrigerado e em atmosfera controlada + 7 dias de exposição a 20°C. Santa Maria, RS. 2000.

Condição de Armazenamento (kPa CO <sub>2</sub> /kPa O <sub>2</sub> )	Etileno ( $\mu$ L C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> . kg <sup>-1</sup> .h <sup>-1</sup> )			Respiração (ml CO <sub>2</sub> . kg <sup>-1</sup> .h <sup>-1</sup> )		
	Temperatura (°C)			Temperatura (°C)		
	0	-0,5	Média	0	-0,5	Média
AR**	22,42	13,20	17,81 a	10,09	10,25	10,17 a
0,0/0,8	10,89	3,26	7,07 a	11,38	3,50	7,44 a
0,0/1,1	3,50	49,76	17,81 a	9,00	24,18	16,59 a
Média	12,27 A	22,07 A		10,16 A	12,64 A	
CV(%)		116,52			64,42	

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

\*\* 21,0 kPa O<sub>2</sub>/0,0 kPa CO<sub>2</sub>

Os resultados das análises da variância, para coloração da epiderme, apresentaram significância da interação entre os fatores temperatura e condição de armazenamento, nas duas avaliações realizadas (Tabelas 3 e 4). Tanto na saída da câmara quanto após sete dias a condição de AC manteve os frutos com coloração mais verde.

Sendo que após sete dias a condição de 0 kPa CO<sub>2</sub> / 0,8 kPa de O<sub>2</sub> em -0,5°C apresentou frutos mais verdes do que na temperatura de 0°C. Segundo SHARPLES (1982) a baixa concentração de O<sub>2</sub> durante o armazenamento inibe a degradação da clorofila.

## EXPERIMENTO 2

Na saída da câmara as condições de AR e de 0 kPa CO<sub>2</sub>/1,1 kPa O<sub>2</sub> promoveram menores valores de firmeza de polpa, não se observando diferenças entre as demais condições (Tabela 7). Após sete dias observou-se ainda maior redução de firmeza de polpa na condição de AR e de 0 kPa CO<sub>2</sub>/1,1 kPa O<sub>2</sub>, além de uma menor firmeza na condição de 0 kPa CO<sub>2</sub>/0,8 kPa O<sub>2</sub>, enquanto que a condição de 2,0 kPa

CO<sub>2</sub>/1,0 kPa O<sub>2</sub> proporcionou melhor manutenção dos valores de firmeza de polpa (Tabela 8). LAU (1985) justifica este resultado afirmando que o armazenamento em AC inibe a respiração e a produção de etileno pelos frutos, contribuindo para uma maior retenção da firmeza de polpa. Enquanto KE et al. (1991) afirmam que a redução no nível de O<sub>2</sub> e a elevação da concentração de CO<sub>2</sub> tendem a reter ainda mais o processo de perda de firmeza.

Tabela 7 - Teores de firmeza de polpa, acidez titulável, sólidos solúveis totais, cor e ocorrência de distúrbios fisiológicos e podridões, respiração e produção de etileno de maçãs cv. Fuji com incidência de pingo de mel após 7 meses de armazenamento refrigerado e em atmosfera controlada. Santa Maria, RS. 2000.

Condição de Armazenamento	Firmeza (N)	Acidez Titulável (cmol/L)	SST (°Brix)	Podridão (%)	Degenerescência Senescente (%)	Cor (a* +b*)	Respiração (ml CO <sub>2</sub> . k <sup>-1</sup> .h <sup>-1</sup> )	Etileno (μ L C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> . kg <sup>-1</sup> .h <sup>-1</sup> )
AR**	61,31b	1,15b	15,70a	36,19a	3,04b	53,00a	11,53 a	18,85 a
0% CO <sub>2</sub> / 1,1% O <sub>2</sub>	63,37ab	1,80a	14,23b	25,71a	6,25ab	44,11b	7,72 ab	3,99 b
0% CO <sub>2</sub> / 0,8% O <sub>2</sub>	65,66a	2,00a	14,37b	37,13a	13,63ab	46,07b	4,76 b	1,13 b
2% CO <sub>2</sub> / 1,0% O <sub>2</sub>	64,61a	2,16a	14,07b	34,29a	41,84a	43,87b	5,04 b	0,23 b
CV (%)	1,92	12,77	3,26	17,95	55,60	3,17	27,90	83,40

- Médias não seguidas pela mesma letra na vertical diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5%.
- \*\* 21,0 kPa O<sub>2</sub>/0,0 kPa CO<sub>2</sub>

Tabela 8 - Teores de firmeza de polpa, acidez titulável, sólidos solúveis totais, cor, ocorrência de distúrbios fisiológicos e podridões, respiração e produção de etileno de maçãs cv. Fuji com incidência de pingo de mel após 7 meses de armazenamento refrigerado e em atmosfera controlada + 7 dias a 20°C. Santa Maria, RS. 2001.

Condição de Armazenamento	Firmeza (N)	Acidez Titulável (cmol/L)	SST (°Brix)	Podridão (%)	Degenerescência Senescente (%)	Cor (a*+b*)	Respiração (ml CO <sub>2</sub> .k <sup>-1</sup> .h <sup>-1</sup> )	Etileno (μ L C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> . kg <sup>-1</sup> .h <sup>-1</sup> )
AR**	52,30c	0,94b	15,63a	53,62a	6,37b	50,75a	10,09a	21,23a
0% CO <sub>2</sub> / 1,1% O <sub>2</sub>	55,06bc	2,16a	14,47ab	55,05a	25,59ab	48,29a	11,38a	8,59b
0% CO <sub>2</sub> / 0,8% O <sub>2</sub>	58,91ab	2,01a	13,93b	81,17a	11,05b	44,87b	9,00a	2,71c
2% CO <sub>2</sub> / 1,0% O <sub>2</sub>	59,80a	2,09a	14,00b	67,78a	51,35a	43,76b	4,85a	1,36c
CV (%)	3,80	17,44	4,28	59,44	39,57	3,40	51,03	19,30

- Médias não seguidas pela mesma letra na vertical diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5%.
- \*\* 21,0 kPa O<sub>2</sub>/0,0 kPa CO<sub>2</sub>

As condições de AC mantiveram maiores os valores de acidez titulável em comparação com o armazenamento em AR (Tabela 7). Isto sendo verificado também após sete dias, quando a redução nos valores de acidez titulável foi ainda mais pronunciada na condição de AR (Tabela 8). A mais rápida redução da acidez de maçãs em AR comparando com AC foi também verificada por CHEN et al. (1985) e ARGENTA & DENARDI (1994).

Os níveis de SST foram, na saída da câmara, mais elevados nos frutos armazenados na condição de AR em comparação com a AC (Tabela 7). Contrariando BENDER (1989) quando este afirma que as condições de AC mantém mais altos os valores de SST, devido a uma menor degradação dos açúcares em consequência da redução da atividade respiratória e metabolismo dos frutos. Já após sete dias foi verificado novamente a presença de maiores valores de SST em AR, porém a condição de AC de 0 kPa CO<sub>2</sub>/1,1 kPa O<sub>2</sub> também apresentou valor maior de SST em comparação às demais condições de AC (Tabela 8).

Na saída da câmara e após sete dias a condição de AR promoveu frutos menos verdes. Porém após sete dias as condições de 2,0 kPa CO<sub>2</sub>/1,0 kPa O<sub>2</sub> e de 0 kPa CO<sub>2</sub>/0,8 kPa O<sub>2</sub> mantiveram os frutos mais verdes (Tabelas 7 e 8).

Os frutos armazenados na condição de AC de 2,0 kPa CO<sub>2</sub>/1,0 kPa O<sub>2</sub> apresentaram maior incidência de degenerescência senescente, na saída da câmara; as demais condições de AC não diferiram entre si, enquanto que a

condição de AR foi a que menos estimulou a ocorrência deste distúrbio (Tabela 7). BORTOLUZZI (1997) também observou aumento na incidência deste distúrbio, em maçãs 'Fuji', com a elevação do CO<sub>2</sub>. Após sete dias, a condição de 0 kPa CO<sub>2</sub>/0,8 kPa O<sub>2</sub> em AC, também promoveu menor ocorrência deste distúrbio não diferindo da condição de AR.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados dos dois experimentos conclui-se que o armazenamento em AC é mais satisfatório que o armazenamento em AR, para maçãs 'Fuji' com incidência de pingo de mel. A condição de AC de 2,0 kPa CO<sub>2</sub>/1,0 kPa O<sub>2</sub> causou uma grande ocorrência de degenerescência senescente. Quanto à temperatura de armazenamento, ambas (0 e -0,5°C) têm efeito semelhante na manutenção de qualidade e ocorrência de distúrbios fisiológicos e podridões.

## ABSTRACT

Two experiments were carried out with the objective of evaluating storage conditions of 'Fuji' apples with watercore incidence. In the first experiment two temperatures (-0,5 and 0°C) were combined with three storage conditions (cold storage and 1,1kPa O<sub>2</sub>, 0,8kPa O<sub>2</sub> with 0kPa CO<sub>2</sub>). In the second experiment different controlled atmospheres (CA) were evaluated: cold storage, 1,1 kPa O<sub>2</sub>/0 kPa CO<sub>2</sub>; 0,8 kPa O<sub>2</sub> with 0 kPa CO<sub>2</sub> and 1 kPa O<sub>2</sub>/2 kPa CO<sub>2</sub>, at

0°C. The RH, in both experiments, was around 96%. The fruit quality evaluations were performed after 7 months of storage and after 7 days at 20°C. In the first experiment, the CA conditions reduced the loss of titratable acidity, maintained the greener peel color, reduced the ethylene production and respiratory activity, but increased the incidence of flesh breakdown. 0,8 kPa O<sub>2</sub> maintained higher flesh firmness of apples at retrieval from CA storage and after 7 days of shelf life. At chamber opening, the temperature of 0°C showed lower titratable acidity than 0,5°C. In the second experiment, CA conditions maintained higher flesh firmness and titratable acidity, resulted in greener peel color and lower ethylene and CO<sub>2</sub> production rates, however, the incidence of flesh breakdown was higher, specially at the 1 kPa O<sub>2</sub> and 2 kPa CO<sub>2</sub> atmospheres.

*Key words:* *Mallus domestica* Borkh, physiological disorders, cold storage, controlled atmosphere.

## REFERÊNCIAS

- ARGENTA, L. C., BRACKMANN, A., MONDARDO, M. Qualidade pós-colheita de maçãs armazenadas sob diferentes temperaturas e concentrações de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>. **Rev. Bras. Fisiol. Veg.**, São Carlos, v.6, n.2, p.121-126, 1994.
- ARGENTA, L. C., DENARDI, F. Perdas físico-químicas mensais de maçãs 'Gala' e 'Fuji' durante a armazenagem em atmosfera controlada e frio convencional. **Rev. Bras. Frutic.**, Cruz das Almas, v.16, n.3, p.111-118, 1994.
- BENDER, R. J. Frigoconservação convencional e em atmosfera controlada de maçã cv. Gala. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Cruz das Almas, v.11, n.1, p.45-50, 1989.
- BORTOLUZZI, G. **Efeito das temperaturas de armazenamento e condições de atmosfera controlada sobre a qualidade da maçã 'Fuji'**. Santa Maria: UFSM, 1997. 93p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, 1997.
- BRACKMANN, A.; MAZARO, S.M.; BORTOLUZZI, G. Qualidade da maçã 'Fuji' sob condições de atmosfera controlada. **Revista 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.
- CHEN, P. M., OLSEN, K. L., MEHERIUK, M. Effect of low-oxygen atmosphere on storage scald and quality preservation of 'Delicious' apples. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, Alexandria, USA, v.110, n.1, p.16-20, 1985.
- CHITARRA, M. I. F., CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320p.
- FAN, X. **Maturity and storage of 'Fuji' apples**. Washington State University, 1992, 203 p. M. Sc. Thesis in Horticulture - Department of Horticulture and Landscape Architecture, Washington State University, 1992.
- FORTES, G.R.L.; PETRI, J.L. **Distúrbios fisiológicos em macieira e seu controle**. Florianópolis: EMPASC/ACARESC, 1982. 34p. (Boletim Técnico, 3).
- KE, D., RODRIGUEZ-SINOBAS, L., KADER, A. A. Physiology and prediction of fruit tolerance to low-oxygen atmospheres. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, Alexandria, USA, v.116, n.2, p.253-260, 1991.
- LAU, O.L. Storage procedures, low oxygen and low carbon dioxide atmospheres on storage quality of 'Golden Delicious' and 'Delicious' apples. **Journal Amer. Soc. Hort. Sci.**, Alexandria, USA, v.110, n.4, p.541-547, 1985.
- LAU, O.L.; YASTREMSKI, R.; MEHERIUK, M. Influence of maturity, storage procedure, temperature and oxygen concentration on quality and disorders of 'McIntosh' apples. **Journal Amer. Soc. Hort. Sci.**, Alexandria, v.111, n.6, p.93-99, 1987.
- 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, RS: UFSM, 1999. 54p. Dissertação de Mestrado.
- SHARPLES, R. O. Effects of ultra-low oxygen conditions on the storage quality of English Cox's Orange Pippin apples. In: SYMPOSIUM SERIES. **Anais...** Oregon State University, School of Agriculture, 1982.
- WERNER, R. A. Current status of controlled atmosphere storage in Brazil. In: INTERN. CONTROLLED ATMOSPHER. RES. CONF., 5, Wenatchee, Washington, 1989. **Proceedings...** Wenatchee, Washington, 1989. v.1, p.509-515.