



Ciência Rural

ISSN: 0103-8478

cienciarural@mail.ufsm.br

Universidade Federal de Santa Maria

Brasil

Brackmann, Auri; Wietzke Guarienti, Affonso José; Arriel Saquet, Adriano; Hettwer Giehl, Ricardo
Fabiano; Sestari, Ivan

Condições de atmosfera controlada para a maçã 'Pink Lady'

Ciência Rural, vol. 35, núm. 3, maio-junho, 2005, pp. 504-509

Universidade Federal de Santa Maria

Santa Maria, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33135303>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Condições de atmosfera controlada para a maçã 'Pink Lady'

Controlled atmosphere storage conditions for 'Pink Lady' apples

**Auri Brackmann¹ Affonso José Wietzke Guarienti² Adriano Arriel Saquet³
Ricardo Fabiano Hettwer Giehl⁴ Ivan Sestari⁵**

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de diferentes temperaturas e pressões parciais de O_2 e CO_2 sobre a manutenção da qualidade da maçã (*Malus domestica* Borkh.) cultivar Pink Lady durante o armazenamento em atmosfera controlada. Os tratamentos avaliados foram 1,5kPa de O_2 + 1,0kPa de CO_2 na temperatura de -0,5°C, e 1,5kPa de O_2 + 1,0kPa de CO_2 ; 1,5kPa de O_2 + 2,0kPa de CO_2 ; 1,0kPa de O_2 + 1,0kPa de CO_2 ; 1,0kPa de O_2 + <0,5kPa de CO_2 ; armazenamento refrigerado (20,8kPa de O_2 + <0,5kPa de CO_2) na temperatura de +0,5°C. As avaliações foram realizadas após nove meses de armazenamento, seguidos de sete dias de exposição dos frutos a 20°C. Os frutos mantidos em atmosfera controlada apresentaram menor ocorrência de podridões, maior firmeza de polpa e maior teor de sólidos solúveis totais, em comparação com os frutos conservados em armazenamento refrigerado. As melhores condições de atmosfera controlada para conservação da qualidade da maçã 'Pink Lady' foram 1,5kPa de O_2 + 1,0kPa de CO_2 na temperatura de -0,5°C, e 1,5kPa de O_2 + 1,0kPa de CO_2 ; 1,5kPa de O_2 + 2,0kPa de CO_2 na temperatura de +0,5°C, já as pressões parciais 1,0kPa de O_2 + 1,0kPa de CO_2 e 1,0kPa de O_2 + <0,5kPa de CO_2 apresentaram maiores valores de podridão e degenerescência senescente, respectivamente. A atmosfera controlada, com exceção da atmosfera refrigerada, mantém conservada a qualidade da maçã 'Pink Lady'.

Palavras-chave: temperatura, oxigênio, dióxido de carbono, qualidade.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of temperatures and O_2 and CO_2 partial pressures on the quality of 'Pink Lady' apples (*Malus domestica* Borkh.) during controlled atmosphere storage. The following treatments were evaluated: 1.5kPa of O_2 + 1.0kPa of CO_2 at -0.5°C, and 1.5kPa of O_2 + 1.0kPa of CO_2 ; 1.5kPa of O_2 + 2.0kPa of CO_2 ; 1.0kPa of O_2 + 1.0kPa of CO_2 ; 1.0kPa of O_2 + <0.5kPa of CO_2 ; cold atmosphere (20.8kPa of O_2 + <0.5kPa of CO_2) at +0.5°C. Quality evaluations were carried out after nine months of storage followed by seven days of shelf-life at 20°C. Fruits kept at controlled atmosphere conditions showed the lowest occurrence of rots, the highest flesh firmness and the highest total soluble solid, compared to cold stored fruits. The best partial pressure to keep the quality of 'Pink Lady' apple were 1.5kPa of O_2 + 1.0kPa of CO_2 at -0.5°C, and 1.5kPa of O_2 + 1.0kPa of CO_2 ; 1.5kPa of O_2 + 2.0kPa of CO_2 at +0.5°C. On the other hand, the partial pressures 1.0kPa of O_2 + 1.0kPa of CO_2 and 1.0kPa of O_2 + <0.5kPa of CO_2 showed the highest occurrence of rots and senescent breakdown incidence, respectively. Controlled atmosphere conditions, compared to cold stored, kept higher quality of the 'Pink Lady' apple.

Key words: temperature, oxygen, carbon dioxide, quality.

¹Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. Autor para correspondência. E-mail: brackman@ccr.ufsm.br

²Acadêmico do curso de Agronomia, bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Brasil. E-mail: affonsoguarenti@bol.com.br

³Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor do Centro Federal de Educação Tecnológica de São Vicente do Sul, Brasil. E-mail: adrianosaquet@hotmail.com

⁴Acadêmico do curso de Agronomia, bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Brasil. E-mail: hetgiehl@yahoo.com.br

⁵Engenheiro Agrônomo, Aluno do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Brasil. E-mail: isestari@yahoo.com.br.

INTRODUÇÃO

A cultivar de maçã Pink Lady foi desenvolvida na década de 70, na Austrália, a partir do cruzamento das cultivares Golden Delicious e Lady Williams, buscando-se a combinação da boa firmeza de polpa, bom potencial de armazenamento e baixa suscetibilidade ao 'bitter pit' da cultivar Lady Williams, com a boa qualidade organoléptica e baixa ocorrência de escaldadura da cv. Golden Delicious (KELLERHALS & RAPILLARD, 2002). Somente há poucos anos iniciaram-se os cultivos comerciais em diversos países como Austrália, França, Itália, Áustria, Suíça, Brasil e outros. É uma cultivar com maturação tardia, tendo sua época de colheita depois da 'Granny Smith', 'Fuji' e 'Braeburn'. Apresenta frutos com polpa branca, firme, suculenta e moderadamente ácida, de tamanho médio a grande, com coloração da epiderme rosa intenso, podendo apresentar coloração alaranjada.

A maçã 'Pink Lady' apresenta boa capacidade de conservação em armazenamento refrigerado à temperatura entre 0 e 3°C, podendo ser armazenada por até quatro meses (JOBLING, 2002). Entretanto, em função de eventuais surgimentos de escurecimento da polpa quando armazenada a 0°C, é conveniente armazená-la em temperatura próxima de 1°C (MOGGIA & PEREIRA, 2003). Em condições de atmosfera controlada, a maçã 'Pink Lady', pode ser armazenada por até oito meses, dependendo das combinações de oxigênio e dióxido de carbono na câmara (MOGGIA & PEREIRA, 2003). Pressões parciais de oxigênio entre 1 e 3kPa e de dióxido de carbono entre 0,5 e 3kPa podem ser recomendadas (BAAB, 1999; JOBLING, 2002; MOGGIA & PEREIRA, 2003; CROUCH, 2003). Tendo em vista que esta cultivar é sensível ao CO₂, sendo o dano intensificado em frutos colhidos tardiamente (DRAHORAD, 1998; BAAB, 1999), recomenda-se, independendo do ponto de maturação, manter as pressões parciais de CO₂ abaixo de 1kPa (JOBLING, 2002; CROUCH, 2003; MOGGIA & PEREIRA, 2003). No entanto, pode existir diferença entre locais e anos pesquisados quanto à suscetibilidade ao dióxido de carbono. Na Nova Zelândia, a cultivar 'Braeburn' pode ser armazenada com pressões parciais de 3,0kPa de O₂ + 1,0kPa de CO₂ e temperatura de 0,5°C, enquanto nos Estados Unidos, recomendam-se pressões parciais de 2,0kPa de O₂ + <0,5kPa de CO₂ e temperatura de 1,5°C (KUPFERMAN, 1997).

A 'Pink Lady' representa aproximadamente 5% do volume de maçãs exportadas pelo Brasil (ABPM, 2002). Atualmente, novos pomares vêm sendo implantados nas regiões produtoras de maçã do Rio Grande do Sul. Por ser uma cultivar

recentemente introduzida no país, dispõe-se de poucas informações sobre seu comportamento durante o armazenamento refrigerado e em atmosfera controlada, fazendo-se necessário o desenvolvimento de trabalhos de pesquisa sobre condições de armazenamento.

O objetivo do presente trabalho foi de avaliar o comportamento da maçã 'Pink Lady' submetida a diferentes temperaturas e pressões parciais de O₂ e CO₂ durante o armazenamento em atmosfera controlada.

MATERIALE MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Núcleo de Pesquisa em Pós-Colheita da Universidade Federal de Santa Maria. Os frutos foram colhidos em um pomar comercial da empresa Agropecuária Schio de Vacaria, RS. No Núcleo de Pesquisa em Pós-Colheita, os mesmos foram selecionados e divididos em dois estádios de maturação (verde e maduro), levando-se em consideração a coloração de fundo da epiderme. As amostras experimentais foram homogeneizadas antes do armazenamento. Os tratamentos originaram-se da combinação de dois fatores (condições de armazenamento e estádio de maturação), sendo o delineamento experimental utilizado o inteiramente casualizado com quatro repetições contendo 20 frutos cada.

As condições de armazenamento avaliadas, para ambos os estádios de maturação, foram: 1,5kPa de O₂ + 1,0kPa de CO₂; 1,5kPa de O₂ + 2,0kPa de CO₂; 1,0kPa de O₂ + 1,0kPa de CO₂; 1,0kPa de O₂ + <0,5kPa de CO₂; e o armazenamento refrigerado a +0,5°C e a combinação de 1,5kPa de O₂ + 1,0kPa de CO₂ com a temperatura de -0,5°C. O emprego da combinação 1,5kPa de O₂ + 1,0kPa de CO₂ em duas temperaturas foi devido a esta condição, segundo a literatura existente, ser a mais adequada para o armazenamento desta cultivar, sendo importante avaliá-la em diferentes temperaturas. As amostras foram armazenadas em minicâmaras experimentais de atmosfera controlada de 233 litros, as quais foram conectadas, por tubulações plásticas, a um equipamento de controle automático das pressões parciais de CO₂ e O₂, marca Kronenberger Sistemtechnik. As pressões parciais de O₂ referentes a cada tratamento, foram obtidas pela injeção, nas minicâmaras, do gás nitrogênio proveniente de um gerador, que utiliza o princípio "Pressure Swing Adsorption" (PSA). Os níveis de CO₂ foram obtidos mediante a injeção deste gás puro, a partir de cilindros de alta pressão. O equipamento de controle automático realizava medições diárias das pressões parciais de gases nas minicâmaras e manteve os níveis preestabelecidos no início dos experimentos.

A temperatura das câmaras frigoríficas foi controlada automaticamente por termostatos de alta precisão ($\pm 0,1^\circ\text{C}$), sendo monitorada diariamente através de termômetros de mercúrio introduzidos na polpa de frutos. Depois de transcorridos nove meses de armazenamento, seguido de um dia de acondicionamento dos frutos a 20°C , os parâmetros produção de etileno, respiração (expressa pela produção de CO_2) e ocorrência de podridões foram analisados. Após sete dias da permanência dos frutos a 20°C , foram avaliados os demais parâmetros, inclusive a produção de etileno, respiração (expressa pela produção de CO_2) e ocorrência de podridões.

Os parâmetros analisados foram: firmeza de polpa, determinada através de um penetrômetro, com ponteira de 11mm de diâmetro, nos dois lados dos frutos (colorido e verde), na região equatorial, onde previamente foi retirada a epiderme; cor de fundo da epiderme, determinada com um colorímetro, marca Minolta, pelo sistema tridimensional de cores CIE $L^*a^*b^*$, onde, a^* representa as cores do verde ao vermelho e b^* representa as cores do azul ao amarelo. Os resultados foram expressos pelo somatório do valor de a^* e b^* ; acidez titulável, determinada através da titulação, até pH 8,1, de uma solução contendo 10mL de suco diluídos em 100mL de água destilada. Os resultados foram expressos em meq 100mL^{-1} ; sólidos solúveis totais, determinados por refratometria, sendo os valores expressos em graus Brix com correção da temperatura ambiente; incidência de podridões, expressa em porcentagem de frutos podres, sendo que foram considerados podres os frutos que apresentavam lesões características de ataque de fungos e superiores a 5mm de diâmetro;

degenerescência senescente e com cavernas, expressos em porcentagem de frutos que apresentavam sintomas característicos na polpa; suculência, determinada através da prensagem de uma amostra de aproximadamente 20g de polpa, dos frutos de cada unidade experimental, em uma prensa experimental construída no Núcleo de Pesquisa em Pós-Colheita com 15Kgf cm^{-2} . Subtraindo-se o peso de polpa prensada, do peso inicial da amostra, foi obtido o peso de suco extraído. Posteriormente, foi calculada a porcentagem de suco na polpa.

Os dados expressos em porcentagem foram transformados pela fórmula $\text{arc}.\text{sen} \sqrt{x/100}$ antes de serem submetidos, junto com os demais, à análise da variância. Para a comparação das médias, adotou-se o teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após nove meses de armazenamento, não foi observada interação entre os fatores condições de armazenamento e estádios de maturação (Tabelas 1, 2, 3 e 4). A cor da epiderme é um dos parâmetros de qualidade mais usados pelos consumidores para auxiliar na avaliação da qualidade e maturação de maçãs. A cor de fundo da epiderme dos frutos da cultivar Pink Lady, armazenada em atmosfera controlada, não apresentou diferença estatística entre as condições de atmosfera controlada, com exceção dos frutos mantidos em armazenamento refrigerado, os quais apresentaram coloração mais amarela, por estarem mais maduros que os frutos armazenados em atmosfera controlada (Tabela 1).

Tabela 1 - Cor de fundo da epiderme, firmeza de polpa e acidez titulável da maçã 'Pink Lady', colhida em dois estádios de maturação e após nove meses de armazenamento refrigerado e atmosfera controlada e mais sete dias de exposição a 20°C . Santa Maria, RS, 2003.

Condições de Armazenamento		Cor ($a^* + b^*$) ¹			Firmeza de polpa (Newton)			Acidez titulável (meq 100mL^{-1})		
$\text{O}_2 + \text{CO}_2$ (kPa)	Temperatura ($^\circ\text{C}$)	Verde	Maduro	Média	Verde	Maduro	Média	Verde	Maduro	Média
1,5 + 1,0	- 0,5	37,6	40,0	38,9 b ²	73,5	64,6	69,1 b	6,06	6,34	6,20 a b
1,5 + 1,0	+ 0,5	38,1	40,2	39,2 b	71,9	68,7	70,4 a b	5,98	6,20	6,10 b
1,5 + 2,0	+ 0,5	37,6	38,4	38,0 b	71,44	68,7	70,1 a b	5,90	5,94	5,92 b
1,0 + 1,0	+ 0,5	37,6	39,7	38,7 b	72,90	71,05	72,0 a b	6,00	6,52	6,26 a b
1,0 + <0,5	+ 0,5	38,0	40,4	39,2 b	74,27	71,34	72,8 a	6,40	6,54	6,47 a
Refrigerado	+ 0,5	46,7	50,5	48,7 a	53,14	52,35	52,3 c	4,41	4,30	4,35 c
Média		39,3 B	41,5A		69,53 A	66,01 B		5,79A	5,97 A	
Coeficiente de variação (%)		4,43			4,15			5,43		

¹ Quanto maiores os valores de $a^* + b^*$, mais amarelada estava a cor de fundo da epiderme dos frutos.

² Tratamentos com médias não seguidas pelas mesmas letras, minúsculas nas colunas ou maiúsculas nas linhas, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

A atmosfera controlada proporcionou frutos com maior firmeza de polpa e acidez titulável em relação ao armazenamento refrigerado, porém não houve diferença estatística entre os tratamentos de atmosfera controlada (Tabela 1). Esse efeito da atmosfera controlada sobre a firmeza de polpa e acidez em maçãs é devido à redução da respiração e à menor degradação das pectinas da parede celular (BRACKMANN & WACLAWSKY, 2000). A manutenção da acidez mais elevada em atmosfera controlada deve-se, principalmente, quando em baixo O_2 , à inibição da atividade da enzima málica (HULME & RHODES, 1971). Altas pressões parciais de CO_2 apresentam efeito sobre a oxidação do malato (SHIPWAY & BRAMLAGE, 1973) e/ou sobre a inibição de enzimas do ciclo dos ácidos tricarboxílicos (ciclo de Krebs) (MONNING, 1983) e algumas enzimas glicolíticas (KADER, 1989). Entre as condições de atmosfera controlada avaliadas, verificaram-se pequenas diferenças entre os frutos em relação à firmeza de polpa e acidez titulável.

Os níveis de sólidos solúveis totais em maçãs 'Pink Lady' armazenadas em atmosfera controlada e expostas durante sete dias a 20°C foram superiores aos frutos submetidos ao armazenamento refrigerado, não ocorrendo diferença estatística entre os tratamentos de atmosfera controlada (Tabela 2). Normalmente não são percebidas grandes alterações nos sólidos solúveis totais durante o armazenamento em atmosfera controlada, pois os açúcares são substratos da respiração, cujo início de utilização ocorre somente depois de acentuado consumo de ácidos

orgânicos (BRACKMANN & SAQUET, 1995). Também deve ser evidenciado que a concentração de açúcares de um fruto é mais influenciada pelas condições de nutrição na planta do que pelas condições de armazenamento.

A ocorrência de podridões nos frutos na saída da câmara (Tabela 2) foi estatisticamente igual entre os tratamentos, com exceção do armazenamento refrigerado, confirmando os resultados de BRACKMANN & SAQUET (1999). Após sete dias de exposição a 20°C, os frutos armazenados em atmosfera refrigerada apresentaram maior ocorrência de podridão, seguido do tratamento com 1,0kPa de O_2 + 1,0kPa de CO_2 , não diferindo do tratamento com 1,0kPa de O_2 + <0,5kPa de CO_2 (Tabela 2).

A suculência foi maior nos frutos dos tratamentos com pressões parciais de 1,5kPa de O_2 + 1,0kPa de CO_2 ; 1,5kPa de O_2 + 2,0kPa de CO_2 e 1,0kPa de O_2 + 1,0kPa de CO_2 na temperatura de +0,5°C (Tabela 3). Em maçãs 'Gala', maior suculência foi obtida com o uso de pressões parciais de 1,0kPa de O_2 + 2,0kPa de CO_2 e 0,8kPa de O_2 + 2,0kPa de CO_2 , além de ter sido observada uma relação direta entre a manutenção da firmeza da polpa e a suculência em maçãs (LUNARDI, 2003).

A ocorrência de degenerescência senescente foi maior nos frutos submetidos ao armazenamento refrigerado e às pressões parciais 1,0kPa de O_2 + 1,0kPa de CO_2 e 1,0kPa de O_2 + <0,5kPa de CO_2 , o que pode ser decorrente da maturação avançada desses frutos (Tabela 3). ELGAR et al. (1999) e WATKINS (1996) consideram que a degenerescência da maçã cv. Braeburn está associada ao armazenamento em atmosfera controlada. No entanto, há

Tabela 2 - Sólidos solúveis totais e ocorrência de podridões na maçã 'Pink Lady', colhida em dois estádios de maturação, após nove meses de armazenamento refrigerado e atmosfera controlada. Santa Maria, RS, 2003.

Condições de Armazenamento	Sólidos solúveis totais (Grau Brix)						Podridão (% de frutos)			
	Sete dias a 20°C			Saída da câmara			Sete dias a 20°C			
	$O_2 + CO_2$ (kPa)	Temperatura (°C)	Verde	Maduro	Média	Verde	Maduro	Média	Verde	Maduro
1,5 + 1,0	- 0,5	15,7	16,3	16,0 a ¹	1,67	10,00	5,80 a b	3,33	11,6	7,5 c
1,5 + 1,0	+ 0,5	15,8	15,8	15,8 a	1,67	1,67	1,67 b	5,00	13,3	9,1 c
1,5 + 2,0	+ 0,5	15,9	16,4	16,2 a	0,00	1,67	0,83 b	3,33	6,6	5,0 c
1,0 + 1,0	+ 0,5	15,8	16,0	15,9 a	5,00	11,67	8,33 a b	24,29	41,8	33,1 b
1,0 + <0,5	+ 0,5	15,5	16,0	15,8 a	1,67	3,33	2,50 b	10,0	27,0	18,5 b c
Refrigerado	+ 0,5	15,0	15,4	15,2 b	8,33	15,00	11,7 a	59,52	80,5	70,0a
Média		15,6B	15,9 A		3,05B	7,22 A		17,58B	30,1A	
Coeficiente de variação (%)				3,38			73,75			41,01

¹Tratamentos com médias não seguidas pelas mesmas letras, minúsculas nas colunas ou maiúsculas nas linhas, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 3 - Suculência, ocorrência de degenerescência senescente e com cavernas na maçã 'Pink Lady', colhida em dois estádios de maturação, após nove meses de armazenamento refrigerado e atmosfera controlada mais sete dias a 20°C. Santa Maria, RS, 2003.

Condições de armazenamento		Suculência (% suco)			Degenerescência senescente (% de frutos)			Degenerescência com cavernas (% de frutos)		
		Verde	Maduro	Média	Verde	Maduro	Média	Verde	Maduro	Média
O ₂ + CO ₂ (kPa)	Temperatura (°C)									
1,5 + 1,0	- 0,5	73,8	73,9	73,9c ¹	15,0	15,0	15,0b c	0,00	1,67	0,84 b
1,5 + 1,0	+ 0,5	77,4	79,2	78,4a	13,3	20,0	16,7b c	5,00	1,67	3,34 a
1,5 + 2,0	+ 0,5	78,1	78,3	78,2a	7,3	18,3	12,8b c	0,00	3,33	1,67 a
1,0 + 1,0	+ 0,5	78,2	78,4	78,4a	5,0	10,0	17,5a b	0,00	0,00	0,00 b
1,0 + <0,5	+ 0,5	74,8	76,9	75,9b	33,3	26,6	30,0a	0,00	1,67	0,84 b
Refrigerado	+ 0,5	69,1	71,9	70,5d	33,3	33,3	33,3 a	0,00	0,00	0,00 b
Média		75,3 B	76,5 A		12,8 A	15,5 A		0,83 A	1,39 A	
Coeficiente de variação (%)		1,99			41,23			64,10		

¹ Tratamentos com médias não seguidas pelas mesmas letras, minúsculas nas colunas ou maiúsculas nas linhas, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

maior ocorrência desse distúrbio em atmosfera refrigerada na cultivar Braeburn (BRACKMANN & WACLAWOVSKY, 2000). Os frutos submetidos às pressões parciais de CO₂ inferiores a 0,5kPa apresentaram elevada ocorrência de degenerescência, contrariando KNEE (1973), que afirma que altas concentrações de CO₂ atuam sobre enzimas do metabolismo respiratório, tais como a succinato desidrogenase, conduzindo a uma acumulação de succinato nas células, que causaria o escurecimento da polpa.

A produção de etileno foi estatisticamente igual em todos os tratamentos de atmosfera controlada, logo após a retirada dos frutos das câmaras (Tabela 4). No entanto, após sete dias de climatização dos frutos a 20°C, houve uma menor produção de etileno pelos frutos do tratamento com baixo CO₂, embora não diferindo

estatisticamente do tratamento com 2kPa de CO₂. As enzimas envolvidas da biosíntese de etileno, ACC oxidase e ACC sintase, são influenciadas de forma diferenciada pelas concentrações de O₂ e CO₂. ACC oxidase tem sua atividade diminuída em baixas concentrações de O₂, visto que realiza uma reação de oxidação e necessita deste elemento para a produção de etileno a partir do ACC. A ACC sintase pode ser afetada tanto pela baixa concentração de O₂, quanto pelo CO₂ da atmosfera controlada. Sendo assim, existe um efeito acumulado do baixo O₂ e também do CO₂, usados na atmosfera controlada, sobre a atividade destas enzimas (SAQUET, 2001).

A respiração dos frutos apresentou um comportamento similar ao do etileno. Logo na abertura

Tabela 4 - Síntese de etileno e respiração da maçã 'Pink Lady', após nove meses de armazenamento refrigerado e atmosfera controlada mais sete dias a 20°C. Santa Maria, RS, 2003.

Condições de armazenamento	Síntese de etileno (μL kg ⁻¹ h ⁻¹)				Respiração (mL CO ₂ kg ⁻¹ h ⁻¹)	
	Saída da câmara		Sete dias a 20°C		Sete dias a 20°C	Sete dias a 20°C
O ₂ + CO ₂ (kPa)	Temperatura (°C)					
1,5 + 1,0	- 0,5	1,53 b ¹	5,78 b		5,79 b	7,29 b
1,5 + 1,0	+ 0,5	2,77 b	5,21 b		5,21 b	8,26 b
1,5 + 2,0	+ 0,5	2,11 b	5,05 b		5,05 b c	7,46 b
1,0 + 1,0	+ 0,5	2,39 b	5,36 b		5,36 b	6,16 b c d
1,0 + <0,5	+ 0,5	4,64 b	4,98 b		4,98 b c	6,27 b c
Refrigerado	+ 0,5	24,6 a	10,2 a		10,2 a	10,9 a
Média		6,34	6,16		6,10	7,72
Coeficiente de variação (%)		149,35	58,91		30,07	24,23

¹ Tratamentos com médias não seguidas pelas mesmas letras, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

das câmaras, a atividade respiratória foi menor nos frutos armazenados em atmosfera controlada, em especial, nas pressões parciais de 1,0kPa de O₂ + 2,0kPa de CO₂ e 1,0kPa de O₂ + <0,5kPa de CO₂ (Tabela 4). Após sete dias de climatização dos frutos a 20°C, foi observado um aumento na evolução da respiração em todos os tratamentos. Entretanto, os menores valores foram observados nos tratamentos de atmosfera controlada com 1,0kPa de O₂ + 1,0kPa de CO₂ e 1,0kPa de O₂ + <0,5kPa de CO₂ (Tabela 4). O efeito da atmosfera controlada sobre a respiração celular localiza-se, basicamente, sobre enzimas do ciclo de Krebs, bem como sobre enzimas glicolíticas. Tanto as baixas concentrações de O₂, bem como as concentrações de CO₂ usadas na atmosfera controlada, diminuem a atividade de várias enzimas destas rotas metabólicas (SAQUET, 2001).

CONCLUSÃO

A atmosfera controlada melhora a conservação da qualidade da maçã 'Pink Lady' e aumenta o período de armazenamento. As condições avaliadas, com exceção da atmosfera refrigerada, mantiveram conservada a qualidade da maçã cv. Pink Lady. As temperaturas de +0,5°C e -0,5°C, testadas em atmosfera controlada, se equivalem, ocorrendo apenas uma diminuição da suculência com a redução da temperatura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABPM. Informações estatísticas. **Associação Brasileira dos Produtores de Maçã**, 18 out 2002. Capturado em 20 jan. 2003. Online. Disponível na Internet: <http://www.abpm.org.br/estatisticas/informacoestatisticas.htm>.
- BAAB, G. 'Cripps Pink' (cov) die Sorte, 'Pink Lady' die Frucht. **Obstbau**, Bonn, n.5, p.266-269, 1999.
- 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.
- BRACKMANN, A.; SAQUET, A.A. Low ethylene and CA storage of 'Gala' apples. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.485, p.79-83, 1999.
- BRACKMANN, A.; WACLAWSKY, A.J. Conservação da maçã (*Malus domestica* Borkh.) cv. Braeburn. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.2, p.229-334, 2000.
- CROUCH, I. Postharvest apple practises in South Africa. In: WASHINGTON TREE FRUIT POSTHARVEST CONFERENCE, 2003, Wenatchee. **Proceedings...**
- Wenatchee : Washington State, Horticultural Association, 2003. p.1-3.
- DRAHORAD, W. Apfel – Qualität, markt und konsum. **Obstbau-Weinbau**, Schweiz, v.6, p.222-223, 1998.
- ELGAR, H.J. et al. CO₂ and O₂ effects on a browning disorder in 'Braeburn' apple. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 1997, Davis. **Proceedings...** Davis : University of California, 1999. V.2, p.198-203.
- HULME, A.C.; RHODES, M.J.C. Pome fruits. In: HULME, A.C. (Ed). **The biochemistry of fruits and their products**. London : Academic, 1971. V.2, p.333-373.
- JOBLING, J. **Harvest maturity is critical for Pink Lady fruit quality**. Sydney : Sydney Postharvest Laboratory Information Sheets, 2002. p.1-5.
- KADER, A.A. Mode of action of oxygen and carbon dioxide on postharvest physiology of Bartlett pears. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 258, p.161-167, 1989.
- KELLERHALS, M.; RAPILLARD, C. Sortenbewertung Tafeläpfel 2002. **Obstbau**, Wädenswil, v.9, p.1-9, 2002.
- KNELLER, M. Effects of controlled atmosphere storage on respiratory metabolism of apple fruit tissue. **Journal of Science of Food and Agriculture**, v.24, p.1289-1298, 1973.
- KUPFERMAN, E. Controlled atmosphere storage of apples. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 7., 1997, Davis, California. **Proceedings...** Davis : University of California, 1997. V.2, p.1-30.
- LUNARDI, R. **Desenvolvimento e avaliação de um novo método para determinação da suculência em maçãs**. 2003. 67f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas.
- MOGGIA, C.; PEREIRA, M. **Manzanas Pink Lady**. Talca: Pomáceas, 2003. V.3, p.1-3. (Boletim Técnico, 4).
- MONNING, A. **Mitochondriale Atmungsaktivitäten von Früchten der Sorten Cox Orange und Alexander Lucas nach Belastung mit erhöhten CO₂- bzw. erniedrigten O₂-Konzentrationen**. 1983. 180f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universität Bonn, Bonn.
- SAQUET, A.A. **Untersuchungen zur Entstehung physiologischer Fruchterkrankungen sowie zur mangelhaften Aromabildung von 'Conference' Birnen und 'Jonagold' Äpfeln unter verschiedenen CA-Lagerbedingungen**. 2001. 191p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universität Hohenheim, Stuttgart: Verlag Grauer.
- SHIPWAY, M.R.; BRAMLAGE, W.J. Effects of carbon dioxide on activity of apple mitochondria. **Plant Physiology**, Lancaster, v.51, p.1095-1098, 1973.
- WATKINS, C.B. Mechanism for beneficial and deleterious responses of fruit to elevated carbon dioxide concentrations during storages. In: INTERNATIONAL POSTHARVEST SCIENCE CONFERENCE, 1996, Taupo. **Abstracts...** Taupo: ISHS, 1996. p.86.