

ARMAZENAMENTO DE MAÇÃ 'GALA' SOB DIFERENTES TEMPERATURAS E CONCENTRAÇÕES DE OXIGÊNIO E GÁS CARBÔNICO¹

STORAGE OF 'GALA' APPLE UNDER DIFFERENT TEMPERATURES AND CARBON DIOXIDE AND OXYGEN CONCENTRATIONS

Adriano Arriel Saquet² Auri Brackmann^{3*} Lindolfo Storck³

RESUMO

Durante o ano de 1995, foi conduzido um experimento com maçãs da cultivar Gala, no Núcleo de Pesquisa em Pós-colheita (NPP) da Universidade Federal de Santa Maria. Os frutos foram armazenados em condições de atmosfera controlada, nas seguintes concentrações: 4% de CO₂ e 1% de O₂; 3% de CO₂ e 1% de O₂; 2% de CO₂ e 1% de O₂; <0,2% de CO₂ e 0,75% de O₂; <0,2% de CO₂ e 1% de O₂; <0,2% de CO₂ e 1,25% de O₂ e <0,2% de CO₂ e 20,8% de O₂. As temperaturas de armazenamento foram de 0°C e 1°C e umidade relativa de 97%. A avaliação foi realizada aos oito meses de armazenamento, na abertura das câmaras e após sete dias de exposição dos frutos à temperatura ambiente. Observou-se que os frutos armazenados com 2% a 3% de CO₂ e 1% de O₂, na temperatura de 1°C, apresentaram maior firmeza de polpa e acidez titulável. Na temperatura de 0°C o aumento das concentrações de CO₂, de 2% até 4%, causou degenerescência da polpa. Os tratamentos com CO₂ próximo de zero por cento, nas duas temperaturas, causaram acelerado amadurecimento e o surgimento de rachaduras com polpa farinhenta, acompanhado de degenerescência da polpa.

Palavras-chave: maçã, amadurecimento, atmosfera controlada, qualidade

SUMMARY

The experiment with 'Gala' apple was conducted during 1995 at Federal University of Santa Maria. Apple fruits were stored in controlled atmosphere with: 4% of CO₂ and 1% of O₂; 3% of CO₂ and 1% of O₂; 2% of CO₂ and 1% of O₂; <0.2% of CO₂ and 0.75% of O₂; <0.2% of CO₂ and 1% of O₂; <0.2% of CO₂

and 1.25% of O₂ and <0.2% of CO₂ and 20.8% of O₂. Storage temperatures were 0°C and 1°C and 97%RH. The evaluation was made after eight months of storage after seven days of shelf life and chamber opening. After this storage period was verified that the fruits stored with 2% to 3% CO₂ and 1% O₂ at 1°C showed higher flesh firmness and titratable acidity. At 0°C, the increased of CO₂ level from 2% to 4% proporcionated flesh breakdown. The treatments with <0.2% of CO₂, in both temperatures, proporcionated fruits over ripe with mealiness and flesh breakdown.

Key words: apple, ripening, controlled atmosphere, quality

INTRODUÇÃO

Aproximadamente 50% da maçã produzida no Brasil, para consumo interno e/ou para exportação, é da cv. Gala (FRUPEX, 1994). Em função deste grande volume, é necessário o armazenamento para regularização da oferta do produto. A maior parte da produção da 'Gala' é conservada com armazenamento refrigerado (AR), técnica que permite apenas três a quatro meses de conservação. Após longos períodos de armazenamento, a polpa perde a suculência e firmeza, tornando-se farinhenta, com sintomas de degenerescência. O armazenamento em atmosfera controlada (AC) é uma alternativa para prolongar o período de conservação da cv. Gala.

¹Parte da dissertação desenvolvida pelo primeiro autor para obtenção do grau de Mestre em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

²Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, UFSM.

³Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor do Departamento de Fitoecnia, UFSM. 97119-900 Santa Maria, RS. Bolsista do CNPq. * Autor para correspondência.

As condições de armazenamento podem variar em função da cultivar, local de cultivo e ano (SMOCK, 1979). Conforme HANSEN & ZANON (1982), o armazenamento da cv. Gala com 6% de CO₂ e 3% de O₂ mantém a qualidade dos frutos. A cv. Gala comporta-se muito bem em temperaturas entre 0°C e 2°C, não apresentando perdas acentuadas na firmeza da polpa quando em condições de ultra baixo O₂ (1,5%) ou hiper baixo O₂ (0,7% a 1%) (LITTLE & PEGGIE, 1987). BENDER (1989b) recomenda concentrações de CO₂ e O₂ abaixo de 2% e temperatura de 0°C, para um período máximo de cinco meses de armazenamento. MEHERIUK (1993) recomenda para o armazenamento da cv. Gala, nas condições de cultivo do Brasil, concentrações de 2,5% a 3% de CO₂ e 1,5% a 2% de O₂, na temperatura de 1°C a 2°C. Conforme STREIF (1994) a temperatura de armazenamento da cv. Gala em AR é de 1°C e, em AC, a temperatura deve permanecer entre 1°C e 2°C, nas condições de 3% a 4% de CO₂ e 1% a 3% de O₂. BRACKMANN & SAQUET (1995) verificaram, após 8,5 meses de armazenamento que, 3% de CO₂ e 1% de O₂ em temperatura de 1°C, apresentou os melhores resultados de qualidade dos frutos, na avaliação realizada no momento da retirada dos frutos da câmara. No entanto, após cinco dias em AR seguido de cinco dias de exposição em temperatura ambiente, os melhores valores de firmeza e acidez foram obtidos com 0% de CO₂ e 1% de O₂.

Os objetivos deste trabalho foram de verificar os efeitos de temperaturas e concentrações de CO₂ e O₂ sobre a qualidade da maçã cv. Gala armazenada em AR e AC, visando prolongar o período de armazenamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento de armazenamento de maçã foi conduzido no Núcleo de Pesquisa em Pós-colheita (NPP) do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, RS, durante o ano de 1995. Os frutos, da cultivar Gala, foram colhidos num pomar comercial pertencente a empresa Rasip, localizada em Vacaria, RS. Na colheita, os frutos apresentaram os seguintes índices de maturação: Teste iodo-amido igual a 5,0; firmeza de polpa de 84,1N; sólidos solúveis totais de 11,9°Brix; e, acidez titulável de 5,5meq/100ml. Ainda na empresa, os frutos foram selecionados e classificados, utilizando-se o calibre 135, que representa o peso médio de 133g por fruto. Após o transporte até o NPP, Santa Maria, os frutos foram selecionados novamente, eliminando aqueles com lesões e/ou defeitos e posteriormente homogeneizadas as amostras experimentais.

Os frutos foram armazenados em 14 minicâmaras experimentais de AC, com volume de 232 litros. As minicâmaras permaneceram sobre prateleiras metálicas, no interior de câmaras frigoríficas de 45m³ cada, com sistema de refrigeração por ar forçado, isolamento térmico de poliuretano expandido e temperatura controlada. Foram colocados 150 frutos em cada minicâmara. Sete minicâmaras permaneceram em uma câmara a 0°C e outras sete em câmara a 1°C. As minicâmaras foram conectadas por tubulações plásticas a uma mesa de controle com analisadores de CO₂ e O₂.

De início, o CO₂ e O₂ foram regulados conforme os tratamentos: 4% de CO₂ e 1% de O₂; 3% de CO₂ e 1% de O₂; 2% de CO₂ e 1% de O₂; <0,2% de CO₂ e 1,25% de O₂; <0,2% de CO₂ e 1% de O₂; <0,2% de CO₂ e 0,75% de O₂; e, <0,2% de CO₂ e 20,8% de O₂.

Logo após o enchimento das minicâmaras, foram instaladas as atmosferas conforme as concentrações de CO₂ e O₂ estabelecidas nos tratamentos. As concentrações iniciais de O₂ foram estabelecidas pelo princípio da diluição do O₂, com a injeção de N₂ proveniente de cilindros de alta pressão, até a obtenção das concentrações pré-estabelecidas. As concentrações de CO₂ foram obtidas através da injeção de CO₂ puro nas minicâmaras.

Para a manutenção constante dos níveis de CO₂ e O₂, que continuamente se modificavam em função da respiração dos frutos, foi realizada diariamente uma análise e correção das concentrações dos gases conforme estabelecidos pelos tratamentos. Esta análise foi feita com analisadores eletrônicos de fluxo contínuo marca Agri-Datalog. O O₂ consumido pela respiração foi repostado através da injeção de ar nas minicâmaras. O CO₂ em excesso, foi absorvido por uma solução de hidróxido de potássio (40%), através da qual foram circulados os gases das minicâmaras. Para a manutenção das concentrações de CO₂ próximas de zero, foi utilizada cal hidratada.

Os frutos mantidos em AR permaneceram em minicâmaras parcialmente lacradas, a fim de manter as trocas gasosas com o ambiente, porém, com a UR elevada, semelhante às minicâmaras de AC.

O monitoramento da temperatura foi realizado diariamente utilizando termômetros introduzidos na polpa de frutos, com oscilação de $\pm 0,2^\circ\text{C}$. A umidade relativa do ar (UR) foi aferida semanalmente com um psicrômetro, que foi mantida em torno de 97% em todos os tratamentos.

Após oito meses de armazenamento os frutos foram retirados das minicâmaras e separados em seis amostras de 25 frutos. Três amostras foram analisadas no mesmo dia e as outras três, após uma semana de

exposição à temperatura ambiente. Para cada tratamento foi calculada a média e a variância, para as variáveis avaliadas, sendo as médias comparadas pelo teste de Duncan usando a variância média dentro dos tratamentos.

As variáveis avaliadas foram: teste iodo-amido, firmeza de polpa, sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável, podridões e rachadura dos frutos conforme metodologia descrita por BRACKMANN & SAQUET (1995). A degenerescência senescente foi avaliada através de vários cortes na secção transversal dos frutos e determinada através da contagem dos frutos com sintomas típicos do distúrbio, que se caracteriza por regiões da polpa com escurecimento e de aspecto umedecido. A ocorrência de degenerescência com cortiça foi caracterizada por pequenas lesões de aspecto corticento e seco, às vezes com pequenas cavernas, localizadas próximas ao miolo dos frutos.

Para a determinação da coloração de fundo da epiderme foi utilizado uma tabela de cores, elaborada no NPP, descrita por OSTER (1995). A avaliação organoléptica foi feita por um painel composto por cinco pessoas que degustaram os frutos visando detectar sabores e/ou aromas estranhos e identificando frutos aceitáveis e não aceitáveis para o consumo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A firmeza de polpa e a acidez titulável (Tabela 1) dos frutos mantiveram-se mais elevadas com CO₂ entre 2% e 4%. A firmeza apresentou-se mais elevada com temperatura de 1°C, tanto na abertura da câmara, como após sete dias de exposição à temperatura ambiente. Vários trabalhos demonstram que o uso de CO₂ mantém melhor firmeza durante o armazenamento de maçãs (ANDERSON, 1967; NORTH & COCKBURN, 1978). Segundo KADER (1986) o uso de altas concentrações de CO₂ tem maior efeito sobre a inibição da respiração do que baixas concentrações de O₂. Trabalho realizado por BRACKMANN *et al.* (1994) com a cv. Gala confirma estes resultados. Os frutos submetidos ao AR sofreram acentuada perda de firmeza, apresen-

tando valores muito baixos comparados aos demais tratamentos. A rápida perda de qualidade em AR deve estar relacionado com a alta taxa respiratória e alta produção de etileno desta cultivar (BRACKMANN, 1992).

Os SST dos frutos que foram armazenados em AC não apresentaram diferenças significativas em função da variação da temperatura e concentrações de CO₂ e O₂ durante o armazenamento (Tabela 2). Provavelmente, isto é devido ao fato de que os SST iniciam a degradação pela respiração após uma acentuada degradação dos ácidos e, além disso, a degradação é mais lenta em AC do que em AR (BRACKMANN, 1990).

A ocorrência de degenerescência senescente foi mais intensa nos frutos armazenados a 0°C e com altas concentrações de CO₂ (Tabela 3), sendo que após sete dias de exposição à temperatura ambiente, o percentual de frutos afetados atingiu 24% no tratamento com 4% de CO₂. Conforme TROMP & WERTHEIM (1979) a degenerescência do miolo em maçãs é agravada pela baixa temperatura e uso de CO₂, sendo confirmado por FORTES & PETRI (1982) que afirmam que a susceptibilidade de maçãs ao CO₂ aumenta com a redução da temperatura. De acordo com

Tabela 1 - Firmeza de polpa e acidez titulável da maçã cultivar Gala submetida a oito meses de armazenamento em atmosfera controlada, em duas épocas de avaliação. Santa Maria, RS, 1995.

Avaliações	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	Firmeza de polpa (N)		Acidez titulável (meq/100ml)	
			0°C	1°C	0°C	1°C
Na abertura das câmaras	4	1	50,20 b A	63,20a B	4,70 ab A	4,98 a A
	3	1	54,23 a A	58,53 b B	5,00 a A	5,04 a A
	2	1	56,47 a A	59,61 b A	4,90 a A	5,07 a A
	<0,2	1,25	46,61 bc A	50,20 c B	4,50 b A	4,55 b A
	<0,2	1	49,30 bc A	48,40 c B	4,90 a A	4,46 b A
	<0,2	0,75	47,06 c A	50,20 c A	4,90 a A	4,98 a A
	<0,2	20,8	45,27 c A	42,13 dA	2,90 c A	2,28 c A
C.V.(%)			4,19		4,08	
Após 7 dias em temperatura ambiente (20,3°C)	4	1	54,23 a b A	58,26 a B	4,60 a A	4,41 b A
	3	1	57,37 a A	58,98 a A	4,80 a A	4,58 ab A
	2	1	57,37 a A	58,71 a A	4,70 a A	4,81 a A
	<0,2	1,25	38,54 d A	43,16 c A	4,00 b A	3,87 c A
	<0,2	1	43,92 c A	43,03 c B	4,20 b A	4,10 c A
	<0,2	0,75	49,30 bc A	47,51 b A	4,40 b A	4,33 bc A
	<0,2	20,8	38,54 d A	35,67 d A	2,10 c A	1,94 d A
C.V.(%)			4,96		4,24	

* Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, diferem pelo teste de Duncan (5%).

Tabela 2 - Sólidos solúveis totais da maçã cultivar Gala submetida a oito meses de armazenamento em atmosfera controlada, em duas épocas de avaliação. Santa Maria, RS, 1995.

Avaliações	CO ₂	O ₂	0°C		1°C	
	(%)	(%)				
Na abertura das câmaras	4	1	12,00 a	A	12,86 a	B
	3	1	12,50 a	A	12,30 a	A
	2	1	12,60 a	A	12,66 a	A
	<0,2	1,25	12,40 a	A	12,53 a	A
	<0,2	1	12,50 a	A	12,50 a	A
	<0,2	0,75	12,40 a	A	12,66 a	A
	<0,2	20,8	11,80 b	A	11,66 b	A
C.V.(%)			1,94			
Após 7 dias em temperatura ambiente (20,3°C)	4	1	12,60 a	A	12,30 a	A
	3	1	12,70 a	A	12,76 a	A
	2	1	12,90 a	A	12,86 a	A
	<0,2	1,25	12,70 a	A	12,53 a	A
	<0,2	1	12,50 a	A	12,73 a	A
	<0,2	0,75	12,55 a	A	12,70 a	A
	<0,2	20,8	11,70 b	A	11,63 b	A
C.V.(%)			1,90			

* Tratamentos com médias não seguidas pela mesma letra, minúscula na vertical

LITTLE & PEGGIE (1987) a cv. Gala pode apresentar danos por baixa temperatura. Segundo BRACKMANN & SAQUET (1995) o aumento das concentrações de CO₂ até 6% ocasiona degenerescência interna na cv. Gala, após 8,5 meses de armazenamento.

A degenerescência com cortiça não esteve relacionada com as condições de armazenamento pois ocorreu em pouca intensidade e de maneira generalizada em todos os tratamentos (Tabela 3). A ocorrência desta desordem pode ser atribuída, provavelmente, ao desequilíbrio nutricional, que segundo BRAMLAGE *et al.* (1985), está relacionada com a baixa concentração de cálcio. De acordo com FAUST (1975) o cálcio regula a respiração celular, retardando a senescência, pois quando em

altas concentrações, diminui a atividade respiratória em maçãs. Outros nutrientes podem estar relacionados com o surgimento desta desordem, bem como, a relação com o cálcio.

Não foi observada ocorrência de rachaduras com polpa farinhenta nos tratamentos com altas concentrações de CO₂, em ambas as temperaturas, tanto na abertura da câmara, como após sete dias de exposição dos frutos à temperatura ambiente (Tabela 4). Percebeu-se, porém, grande percentual de frutos afetados nos tratamentos que aceleram o amadurecimento, sendo mais intenso após sete dias de exposição dos frutos à temperatura ambiente, confirmando os resultados de BRACKMANN & SAQUET (1995). De acordo com EBERT (1986) este dano pode ocorrer na cv. Gala após longos períodos de armazenamento, sendo que a mudança bioquímica mais importante no tecido afetado é o acúmulo de acetaldeído, que induz a degenerescência da polpa.

Escaldadura foi observada somente em frutos armazenados na temperatura de 1°C, seguido de sete dias de exposição à temperatura ambiente (Tabela 4). Verificou-se que o dano ocorreu em maior intensidade nos tratamentos com CO₂ próximo de zero, sendo controlada totalmente com 4% de CO₂. Estes resultados são confirmados por BLANPIED & CREASY

Tabela 3 - Ocorrência de degenerescência senescente e degenerescência com cortiça na maçã da cultivar Gala submetida a oito meses de armazenamento em atmosfera controlada, em duas épocas de avaliação. Santa Maria, RS, 1995.

Avaliações	CO ₂	O ₂	Degenerescência senescente (%)		Degenerescência com cortiça (%)	
	(%)	(%)	0°C	1°C	0°C	1°C
Na abertura das câmaras	4	1	24,00 b	A	1,33 b	A
	3	1	9,33 a	A	4,00 a	A
	2	1	1,33 b	A	9,33 a	A
	<0,2	1,25	0 b	A	2,66 b	A
	<0,2	1	0 b	A	2,66 b	A
	<0,2	0,75	2,66 b	A	0 b	A
	<0,2	20,8	2,66 b	A	0 b	A
C.V.(%)			34,75		75,36	
Após 7 dias em temperatura ambiente (20,3°C)	4	1	24,00 b	A	1,33 a b	A
	3	1	17,33 c	A	4,00 a	A
	2	1	0 d	A	0 b	A
	<0,2	1,25	56,00 a	A	0 b	A
	<0,2	1	36,00 b	A	2,66 a b	A
	<0,2	0,75	0 d	A	5,33 a	A
	<0,2	20,8	33,00 b	A	2,66 a b	A
C.V.(%)			25,63		65,28	

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

Tabela 4 - Percentual de frutos com rachaduras e escaldadura na maçã da cultivar Gala submetida a oito meses de armazenamento em atmosfera controlada, em duas épocas de avaliação. Santa Maria, RS, 1995.

Avaliações	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	Frutos rachados (%)				Escaldadura (%)			
			0°C		1°C		0°C		1°C	
Na abertura das câmaras	4	1	0	b A	0	b A	0		0	
	3	1	0	b A	0	b A	0		0	
	2	1	0	b A	0	b A	0		0	
	<0,2	1,25	1,33	a b A	1,30	b A	0		0	
	<0,2	1	6,66	b A	2,66	b B	0		0	
	<0,2	0,75	1,33	b A	0	b A	0		0	
C.V.(%)	<0,2	20,8	9,33	a A	34,66	a B	0		0	
			52,53							
Após 7 dias em temperatura ambiente (20,3°C)	4	1	0	b A	0	b A	0 A		0	b A
	3	1	0	b A	0	b A	0 A		1,33	b A
	2	1	0	b A	0	b A	0 A		5,33	b B
	<0,2	1,25	14,66	a A	1,33	b B	0 A		8,00	a B
	<0,2	1	2,66	b A	2,66	b A	0 A		8,00	a B
	<0,2	0,75	8,00	a b A	1,33	b B	0 A		8,00	a B
C.V.(%)	<0,2	20,8	4,00	b A	42,66	a B	0 A		0	b A
			42,01				24,07			

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

(1993) que verificaram controle da escaldadura através do uso de CO₂ durante o armazenamento das cvs. Bramley's Seedling e Cortland, respectivamente. Em AR não foi observado dano, provavelmente, devido a estes frutos se apresentarem muito prejudicados por podridões e senescência.

As podridões (Tabela 5) apareceram em todos os tratamentos, porém, houve uma tendência de ocorrerem em maior intensidade quando em presença de CO₂. Observou-se também que, na temperatura de 1°C, os tratamentos que tiveram a concentração de O₂ reduzida até 0,75%, também estimularam o desenvolvimento dos fungos, mantendo o comportamento na avaliação realizada após sete dias de exposição dos frutos à temperatura ambiente. Estes resultados contrariam os de

SOMMER *et al.* (1981) que afirmam que *Penicillium expansum* sofre redução no crescimento com O₂ abaixo de 2%. Os maiores percentuais de frutos podres foram observados em AR, na temperatura de 1°C, devido a maturação muito avançada, e desta forma, se tornarem mais sensíveis ao ataque dos fungos. Segundo KADER (1986) o armazenamento em AC retarda a maturação o que mantém os frutos menos sensíveis ao ataque dos fungos.

Não foram observadas diferenças significativas na coloração de fundo da epiderme entre os tratamentos de AC na abertura da câmara (Tabela 5). Após sete dias de exposição dos frutos à temperatura ambiente houve uma tendência dos tratamentos com altas concentrações de CO₂ manterem a coloração de fundo mais verde do que os frutos armazenados com as concentrações de CO₂ próximas a zero. De acordo com DILLEY (1970), maçãs no pré-climatério expostas ao CO₂ podem ter a degradação das clorofilas bloqueada pelo atraso da síntese

Tabela 5 - Podridões e coloração de fundo da epiderme da maçã da cultivar Gala submetida a oito meses de armazenamento em atmosfera controlada, em duas épocas de avaliação. Santa Maria, RS, 1995.

Avaliações	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	Podridões (%)				Cor de fundo (índice)			
			0°C		1°C		0°C		1°C	
Na abertura das câmaras	4	1	4,00	b A	12,00	b B	8,61	b A	8,40	b A
	3	1	8,00	a A	5,33	a A	8,06	b A	8,57	b A
	2	1	6,66	a b A	2,66	a A	8,69	b A	8,65	b A
	<0,2	1,25	9,33	a A	2,66	a B	8,98	b A	9,10	b A
	<0,2	1	4,00	b A	2,66	a A	8,78	b A	8,86	b A
	<0,2	0,75	4,00	b A	4,00	a A	8,70	b A	8,95	b A
C.V.(%)	<0,2	20,8	0	c A	13,33	b B	10,00	a A	10,00	a A
			54,58				2,95			
Após 7 dias em temperatura ambiente (20,3°C)	4	1	17,33	a A	14,66	a A	8,91	b A	9,13	b A
	3	1	16,00	a b A	13,33	a A	8,83	b A	8,99	b A
	2	1	8,00	b A	13,33	a A	8,72	b A	8,74	c A
	<0,2	1,25	28,00	a A	8,00	a B	9,53	b A	9,36	b A
	<0,2	1	6,66	b A	9,33	a A	9,35	b A	9,58	b A
	<0,2	0,75	16,00	a b A	13,33	a A	8,96	b A	9,27	b A
C.V.(%)	<0,2	20,8	13,33	a b A	52,00	b B	10,00	a A	10,00	a A
			37,00				2,08			

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

se protéica que ocorre durante o climatério sendo que estas proteínas são enzimas necessárias para a degradação das clorofilas.

Na avaliação organoléptica não foram constatados sabores estranhos nos frutos em função das altas concentrações de CO₂ e/ou ultra baixas de O₂. Entretanto, os frutos com melhor sabor foram aqueles armazenados com CO₂ entre 2% e 4%. A cv. Gala apresentou-se altamente tolerante ao uso de 0,75% de O₂ durante o armazenamento, sem apresentar desordens e/ou sabores e aromas alcoólicos. Conforme LITTLE & PEGGIE (1987) a cv. Gala pode ser armazenada com 0,7% de O₂ durante todo o período de armazenamento sem problemas de respiração anaeróbica e fermentação.

As condições que, de maneira geral, melhor conservaram as qualidades físico-químicas da cv. Gala durante oito meses de armazenamento em atmosfera controlada foram a temperatura de 1°C combinado com 2 a 3% de CO₂ e 1% de O₂, condição esta que apresentou a menor ocorrência de degenerescência e rachadura dos frutos, e a melhor manutenção da firmeza da polpa e acidez titulável. Os frutos armazenados a 0°C não se conservaram bem, perdendo muita firmeza de polpa, que se apresentou inferior aos frutos armazenados a 1°C, inclusive com altos percentuais de degenerescência da polpa. Os resultados obtidos neste experimento discordam, em parte, de outros autores. BENDER (1989b) recomenda a temperatura 0°C a 1°C combinado com 1% a 1,9% de O₂. Já MEHERIUK (1993) recomenda para o armazenamento da cv. Gala, concentrações de 2,5% a 3% de CO₂ e 1,5% a 2% de O₂, na temperatura de 1°C a 2°C.

Foi possível verificar também que, esta cultivar pode ser conservada em AC por até oito meses, sem perdas excessivas na qualidade, sendo que, segundo BRACKMANN & SAQUET (1996) a cultivar Gala armazenada em AC com eliminação de etileno, mantém excelente qualidade após 8,5 meses de armazenamento. MEHERIUK (1989), BENDER (1989a) e ARGENTA & DENARDI (1994) afirmam no entanto, que o período de armazenamento da cv. Gala em AC pode ser prolongado até no máximo de cinco a seis meses.

CONCLUSÕES

Em atmosfera controlada, o período de armazenamento da cultivar Gala pode ser estendido por até oito meses; a temperatura de 1°C com 2% a 3% de CO₂ e 1% de O₂ proporciona melhor conservação da firmeza da polpa e acidez titulável, sem causar degenerescência senescente e rachaduras com polpa

farinhenta; o aumento das concentrações de CO₂, de 2% até 4%, na temperatura de 0°C, causa degenerescência da polpa; e, tratamentos com <0,2% de CO₂ acelera o amadurecimento dos frutos e causa rachaduras com polpa farinhenta, coloração da epiderme mais amarelada, antecipando a senescência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, R.E. Experimental storage of Eastern-grown 'Delicious' apples in various controlled atmospheres. *Proc Amer Soc Hort Sci*, East Lansing, v. 91, p. 810-820, 1967.
- 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 de maçã: a atmosfera controlada. *Agropec Cat*, Florianópolis, v. 2, n. 1, p. 56-57, 1989a.
- BENDER, R.J. Controlled atmosphere storage of apples, cv. Gala, in Southern Brazil. *Acta Hort*, Wageningen, n. 258, p. 221-233, 1989b.
- BLANPIED, G.D., CREASY, L.L. Concentration of farnesene and conjugated trienes in the skin of Cortland apples stored in 2% and 4% oxygen with 1%, 3% and 5% carbon dioxide at 2.2 °C. In: SIXTH INT. CONTR. ATM. RES. CONF., CA '93. New York. *Proceedings...* v. 2, p. 481-486, 1993.
- BRACKMANN, A. Einfluß von Lagerung unter kontrollierter Atmosphäre (CA) und Äthylenebehandlungen auf verschiedene Merkmale der Fruchtreife unter besonderer Berücksichtigung der Aromabildung bei Äpfeln. Hohenheim. 115 p. Tese (Doutorado-Ciências Agrárias) - Universidade de Hohenheim, Alemanha, 1990.
- BRACKMANN, A. Produção de etileno, CO₂ e aroma de cultivares de maçã. *Rev Bras Frutic*, Cruz das Almas, v. 14, n. 1, p. 103-108, 1992.
- BRACKMANN, A., MAZARO, S.M., ARGENTA, L.C. Efeito das temperaturas e condições de armazenamento em atmosfera controlada, sobre a qualidade da maçã cv. Gala. In: XIII CONG. BRAS. FRUTIC., 1994. *Resumos...* v. 2, p. 647, 1994.
- BRACKMANN, A.A., SAQUET, A.A. Armazenamento de maçã cv. Gala em atmosfera controlada. *Rev Bras Agroec*, Pelotas, v. 1, n. 2, p. 55-60, 1995.
- BRACKMANN, A., SAQUET, A.A. Qualidade da maçã 'Gala' com rápido resfriamento e instalação da atmosfera controlada e eliminação do etileno da câmara. *Rev Bras Frutic*, Cruz das Almas, 1996. (No prelo).
- BRAMLAGE, W.J., WEIS, S.A., DRAKE, M. Predicting the occurrence of poststorage disorders of 'McIntosh' apples from preharvest mineral analyses. *J Amer Soc Hort Sci*, Alexandria, v. 100, n. 4, p. 493-498, 1985.
- DILLEY, D.R. Constituents of fruits: enzymes. In: HULME, A.C. (ed.). *Biochemistry of fruits and their products*. London: Academic Press, 1970. p. 179-207.

- EBERT, A. Distúrbios fisiológicos. In: EMPASC (ed.). **Manual da Cultura da Macieira**. Florianópolis: EMPASC, 1986. p. 493-520.
- FAUST, M. The role of calcium in the respiratory mechanism and senescence of apples. **Colloques Internationaux, C.N.R.S.**, Paris, n. 238, p. 87-91, 1975.
- FORTES, G.R.L., PETRI, J.L. Distúrbios fisiológicos em macieira e seu controle. Florianópolis: EMPA-SC/ACARESC, **Boletim Técnico n. 3**, 1982, 32 p.
- FRUPEX, BRASILIAN MINISTRY OF AGRICULTURE, SUPPLY AND AGRARIAN REFORM. **Brazilian fruits: an illustrated guide for importers**. Brasília: Ministério da Agricultura, 1994. p. 08.
- HANSEN, H., ZANON, K. Apfelsorte 'Gala' und ihre Mutante 'Royal Gala'. **Erwerbsobstbau**, Berlin, n. 4, p. 105-108, 1982.
- KADER, A.A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Technol.**, Chicago, v. 40, n. 5, p. 99-104, 1986.
- LITTLE, C.R., PEGGIE, J.D. Storage injury of pome fruit caused by stress levels of oxygen, carbon dioxide, temperature and ethylene. **HortScience**, Alexandria, v. 22, n. 5, p. 783-790, 1987.
- MEHERIUK, M. 'CA storage of apples'. In: FIFTH INT. CONTR. ATM. RES. CONF., 1989. Washington. **Proceedings...** Washington, v. 2, p. 257-284, 1989.
- MEHERIUK, M. 'C.A. storage conditions for apples, pears and nashi. In: CA '93 FROM SIXTH INT. CONTR. ATM. RES. CONF. CA'93, New York. **Proceedings...**, v. 2, p. 819-858, 1993.
- NORTH, C.J., COCKBURN, J.T. Effects of increased concentrations of CO₂ on the storage of Cox's Orange Pippin apples in 1%O₂. **Report E Malling Res Stn for 1977**, Maidstone, p. 146-147, 1978.
- OSTER, A.H. **Frigoconservação em atmosfera normal e controlada de maçã 'Golden Delicious'**. Santa Maria - RS. 106p. Tese (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1995.
- SMOCK, R.M. Controlled atmosphere storage of fruits. **Hort Rev**, Cairo, v. 1, p. 301-336, 1979.
- SOMMER, N.F., FORTLAGE, R.J., BUCHANAN, J.R., *et al.* Effect of oxygen on carbon monoxide suppression of postharvest pathogens of fruits. **Plant Disease**, v. 65, n. 4, p. 347-349, 1981.
- STREIF, J. Empfehlungen zur Lagerung von Äpfeln. **Obst und Garten**, v. 12, p. 487-488, 1994.
- TROMP, J., WERTHEIM, S.J. Effect of harvest time and storage conditions on the fruit quality of apple cv. Golden Delicious. **Gartenbauwissenschaft**, Stuttgart, v. 44, n. 4, p. 166-170, 1979.