

TEMPERATURA E CONDIÇÃO DE ATMOSFERA CONTROLADA NA QUALIDADE DA MAÇÃ CULTIVAR GALA.

BRACKMANN, Auri^{1*}; MELLO, Anderson M.¹; VIZZOTTO, Márcia²; NEUWALD, Daniel A¹; STEFFENS, Cristiano A.¹

¹UFMS, Centro de Ciências Rurais (CCR), Departamento de Fitotecnia, 97105-900, Santa Maria, RS. *Autor para correspondência
²UFPEL/FAEM Campus Universitário Cx. Postal 354, CEP 96010.900 – Pelotas – RS
(Recebido para publicação em 25/07/2000)

RESUMO

para avaliar o efeito de condições de armazenamento em atmosfera controlada sobre a qualidade da maçã, cv 'Gala' foram avaliadas as seguintes pressões parciais de O₂ e CO₂: 1kPa O₂/3kPa CO₂, 1kPa O₂/4kPa CO₂ e 0,8kPa O₂/2kPa CO₂, combinados com temperatura de -0,5°C e 0,5°C. O experimento foi arranjado em fatorial 2X3, com delineamento experimental inteiramente casualizado com três repetições e unidade experimental de 50 frutos. As avaliações de qualidade dos frutos foram realizadas aos oito meses de armazenamento, na abertura das câmaras, e após sete dias à temperatura de 25°C. Não houve diferença estatística entre os tratamentos para firmeza de polpa. A acidez e o SST foram mais elevados em 1kPa O₂/3kPa CO₂ em ambas temperaturas, após sete dias. A pressão parcial que manteve a coloração mais verde da epiderme foi 1kPa O₂/3kPa CO₂, à 0,5°C na saída do armazenamento. A degenerescência foi menor em 1kPa O₂/3kPa CO₂. A incidência de polpa farinhenta foi menor na temperatura de -0,5°C, não havendo diferença entre as pressões parciais gases. As podridões foram menores na temperatura de 0,5°C. A pressão parcial de 1kPa O₂ e 3kPa CO₂, nas duas temperaturas, é a condição mais adequada para o armazenamento da maçã 'Gala'.

Palavras-chave: Atmosfera controlada, temperaturas, 'Gala'.

ABSTRACT

TEMPERATURE AND CA CONDITIONS ON THE QUALITY OF 'GALA' APPLES. With the objective to evaluate the effect of CA storage conditions on the quality of 'Gala' apples, following O₂ and CO₂ concentrations were evaluated: 1kPa O₂/ 3kPa CO₂ and 1kPa O₂ / 4kPa CO₂ and 0.8kPa O₂ / 2kPa de CO₂ combined with the temperatures of -0.5 and 0.5°C. The experimental design was completely randomized, with three replications of 50 fruits. The evaluations were done after 8 months storage, at the opening of the chambers and after 7 days of shelf life at 25°C. Treatments did not show difference for firmness in both evaluations. Highest titratable acidity and TSS levels were maintained at 1kPa O₂ and 3kPa in both temperatures after 7 days. Greener peel colour was obtained in 1 kPa O₂/3kPa CO₂ at 0.5°C. Internal breakdown was lower at 1kPa O₂/3kPa CO₂. Mealiness incidence was reduce at -0,5°C and decay incidence was lowest at 0.5°C. 1 kPa O₂ and 3kPa CO₂, in both temperature, was the best the storage conditions for 'Gala apples

Key words: CA, temperatures, 'Gala.'

INTRODUÇÃO

Em torno de 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 é conservada com armazenamento refrigerado (AR), técnica que permite apenas três a quatro meses de conservação, devido à rápida perda de

firmeza da polpa e degenerescência interna, redução da suculência e surgimento de textura farinácea, além da degradação acentuada da acidez e amarelecimento da epiderme (BRACKMANN & SAQUET, 1995).

A cv. Gala apresenta, em relação a outras cultivares, alta taxa respiratória que proporciona rápida perda da qualidade, diminuindo o período de armazenamento (BRACKMANN, 1992). O uso de baixas concentrações de O₂ e/ou altas concentrações de CO₂ (atmosfera controlada), reduz a taxa respiratória dos frutos (YAMASHITA, 1994) e a produção de etileno (HARDENBURG *et al.*, 1986; LAU, 1985), mantendo os frutos menos sensíveis ao ataque dos fungos.

As condições de armazenamento da cv. Gala podem variar em função da cultivar, local de cultivo e ano pesquisados (SMOCK, 1979). Na temperaturas entre 0°C e 2°C, não apresenta perdas acentuadas na firmeza da polpa, em condições de baixo ou ultra baixo O₂ (1,5kPa) e (0,7-1kPa), respectivamente (LITTLE & PEGGIE, 1987). Mas se a pressão parcial for de 3-4kPa de CO₂ e 1-3kPa de O₂ após quatro meses de armazenamento se inicia perda do sabor dos frutos (STREIF, 1994).

No Brasil é recomendado a pressão parcial de 2,5-3kPa de CO₂ e 1,5-2kPa de O₂ na temperatura de 1°C a 2°C (MEHERIUK, 1993). Em temperatura de 0°C a 1°C, na pressão parcial de 3kPa de CO₂ e 1kPa de O₂, há qualidade para consumo, após 8 meses de armazenamento (BRACKMANN *et al.*, 1994; BRACKMANN & SAQUET, 1995).

A maçã 'Gala' não é susceptível a desordens fisiológicas em baixas temperaturas (HANSEN & ZANON, 1982), mas apresenta grande sensibilidade ao alto CO₂ (MEHERIUK, 1989; BRACKMANN & SAQUET, 1995) e baixo O₂ (LITTLE & BARRAND, 1989), que incrementam a ocorrência de degenerescência interna.

Os objetivos foram avaliar o efeito da temperatura e das concentrações de O₂ e CO₂ sobre a qualidade da maçã cv. Gala armazenada 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, RS, durante o ano de 1998. Os frutos, da cultivar 'Gala', provenientes de um pomar comercial de Vacaria, RS, foram selecionados, eliminando aqueles com lesões e/ou defeitos e, posteriormente, homogeneizadas as amostras experimentais.

Os frutos foram armazenados em minicâmaras experimentais de AC, com volume de 232 litros, que foram conectadas por tubulações plásticas a uma mesa de controle com analisadores de O₂ e CO₂, fora do ambiente das câmaras frigoríficas.

As concentrações iniciais de O₂ nas minicâmaras de AC foram estabelecidas pelo princípio da diluição do O₂, com a injeção de N₂ proveniente de cilindros de alta pressão, até a obtenção das concentrações desejadas. As concentrações de CO₂ foram obtidas através da injeção de CO₂ nas minicâmaras.

As atmosferas foram instaladas conforme as concentrações de O₂ e CO₂ previstas nos tratamentos: 1,0kPa de O₂ e 3,0kPa de CO₂; 1,0kPa de O₂ e 4,0kPa de CO₂; 0,8kPa de O₂ e 2,0kPa de CO₂.

Para a manutenção constante dos níveis de O₂ e CO₂, estas foram monitoradas e corrigidas diariamente. O monitoramento foi feito 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.

O monitoramento da temperatura foi realizado diariamente utilizando termômetros introduzidos na polpa de frutos e apresentou uma oscilação de $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$.

Após oito meses de armazenamento, metade das amostras experimentais foram analisadas no dia da abertura da câmara e o restante após uma semana de exposição à temperatura de 25°C. As variáveis avaliadas foram: Firmeza de polpa, acidez titulável, cor da epiderme, podridões, degenerescência senescente, polpa farinácea, 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. Para a determinação da coloração de fundo da epiderme foi utilizado uma tabela de cores, elaborada no NPP, descrita por OSTER (1995).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A firmeza não apresentou diferença estatística entre os tratamentos em ambas as avaliações (Tabela 1). Porém vários trabalhos demonstram que o uso de CO₂ mantém melhor firmeza durante o armazenamento de maçãs (ANDERSON, 1967), inibindo a respiração do fruto (KADER, 1986; BRACKMANN *et al.*, 1994).

Quanto a acidez titulável, na saída da câmara não houve diferença estatística, mas aos sete dias à 20°C, a acidez se apresentou mais elevada a 1kPa de O₂ e 3kPa de CO₂ em qualquer temperatura (Tabela 1), confirmando dados de BRACKMANN *et al.* (1996) e BRACKMANN & SAQUET (1995) que observaram maior acidez em pressões parciais de O₂ próximas a 1,0kPa.

A Coloração de fundo da epiderme apresentou-se na saída da câmara mais verde na concentração de 1kPa de O₂ e 3kPa de CO₂ e temperatura de -0,5°C, na abertura da câmara, porém aos sete dias os frutos não apresentavam mais diferenças estatísticas entre tratamentos (Tabela 1).

TABELA 1. Qualidades físico-químicas da maçã 'Gala' após oito meses de armazenamento em atmosfera controlada, e sete dias em temperatura ambiente (20°C). Santa Maria, RS, 1998.

ANÁLISE NA SAÍDA DAS CÂMARAS						
Tratamentos O ₂ /CO ₂ (KPa)	Firmeza de polpa (N)		Acidez (cmol/L)		Cor	
	-0,5°C	0,5°C	-0,5°C	0,5°C	-0,5°C	0,5°C
1,0/3,0	12,68 ^{ns}	14,05 ^{ns}	4,10 ^{ns}	3,83 ^{ns}	8,87 a A	8,41 a B
1,0/4,0	13,72	13,59	3,88	3,95	8,78 ab A	8,57 a A
0,8/2,0	12,93	13,14	3,83	3,45	8,59 b A	8,68 a A
CV%	8,20		6,29		1,45	
ANÁLISE APÓS SETE DIAS EM TEMPERATURA AMBIENTE						
O ₂ /CO ₂ (KPa)	-0,5°C	0,5°C	-0,5°C	0,5°C	-0,5°C	0,5°C
	1,0/3,0	14,13 ^{ns}	13,62 ^{ns}	4,05 a A	3,89 a A	8,14 ^{ns}
1,0/4,0	13,17	14,03	3,71 a B	4,42 ab A	8,19	8,41
0,8/2,0	14,06	13,36	4,01 a A	3,61 b A	8,49	8,70
CV%	7,20		8,20		2,45	

* Tratamentos com médias não seguidas pelas mesmas letras diferem estatisticamente pelo teste de Duncan (5%).

A ocorrência de degenerescência senescente (Tabela 2), na saída do armazenamento não apresentou diferenças estatísticas, mas, foi menor na pressão parcial de 1kPa de O₂ e 3kPa de CO₂, combinada a temperatura de -0,5°C, após sete dias em ambiente. Assim houve aumento na incidência de degenerescência interna com a elevação do nível de CO₂ para 4,0kPa, e também com a redução no nível de O₂ para 0,8kPa. A alta concentração de CO₂ atua sobre enzimas que participam do metabolismo respiratório e conduz a um acúmulo de produtos tóxicos nas células, causando o escurecimento da polpa (KNEE, 1973). Diversos autores observaram que a degenerescência é agravada pela baixa temperatura e concentrações altas de CO₂ (FORTES &

PETRI, 1982; LITTLE & PEGGIE, 1987). Verifica-se que redução excessiva da concentração de O₂ e elevação do CO₂ aumenta a manifestação de degenerescência.

Polpa farinácea na saída da câmara não apresentou diferença estatística, e, após sete dias observou-se menor incidência deste distúrbio na temperatura de -0,5°C, em qualquer concentração de gases (Tabela 2). Isto pode ter ocorrido devido a temperatura de 0,5°C ter acelerado o amadurecimento. Geralmente o aspecto farináceo ocorre em frutos que apresentam um processo de amadurecimento mais acelerado, o que ocorre em temperaturas mais elevadas. No entanto, os resultados deste trabalho mostram o contrário.

TABELA 2. Ocorrência de podridões e distúrbios fisiológicos em maçãs 'Gala' após oito meses de armazenamento em atmosfera controlada, e sete dias em temperatura ambiente(20°C). Santa Maria, RS, 1998.

ANÁLISE NA SAÍDA DO ARMAZENAMENTO						
Tratamentos	Degenerescência(%)		Polpa farinhenta(%)		Podridão(%)	
	-0,5°C	0,5°C	-0,5°C	0,5°C	-0,5°C	0,5°C
O ₂ /CO ₂ (KPa)						
1,0/3,0	20,19 ^{ns}	17,90 ^{ns}	12,02 ^{ns}	13,24 ^{ns}	11,60 a A	7,69 a B
1,0/4,0	20,91	36,00	00,00	09,33	21,71 a A	2,67 a B
0,8/2,0	17,27	14,79	12,91	16,11	07,58 a A	2,78 a B
CV%	36,37		55,18		45,53	
ANÁLISE APÓS SETE DIAS EM TEMPERATURA AMBIENTE						
O ₂ /CO ₂ (KPa)	-0,5°C	0,5°C	-0,5°C	0,5°C	-0,5°C	0,5°C
1,0/3,0	28,89 b A	37,78 a A	08,67 a B	23,33 a A	26,11 a A	42,67 a A
1,0/4,0	48,62 a A	40,70 a A	11,33 a B	15,67 a A	17,33 a A	00,00 b B
0,8/2,0	50,72 a A	30,00 a B	11,33 a B	45,00 a A	09,55 a A	06,00 b A
CV%	9,79		27,20		29,98	

- Tratamentos com médias não seguidas pelas mesmas letras diferem estatisticamente pelo teste de Duncan (5%).

CONCLUSÕES

Segundo os resultados do experimento, as três condições de AC apresentam uma eficiência geral semelhante. Tendo em vista que os resultados na saída da câmara e após sete dias a 20 °C são conflitantes, entre si e com resultados de experimentos em anos anteriores, sugere-se a condução de mais experimentos para obter subsídios para uma indicação mais precisa quanto a melhor condição de AC para o armazenamento da maçã 'Gala'.

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.
- 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., **Resumos...**, Salvador, v.2, p.647, 1994.
- BRACKMAN, A.A., SAQUET, A.A. Armazenamento de maçã cv. Gala em atmosfera controlada. **Rev. Bras. Agric.**, Pelotas, v.1, n.2, p.55-60, 1995.
- BRACKMANN, A.; ARGENTA, L.C.; MAZARO, S.M. Concentrações de O₂ e CO₂ na qualidade de maçãs (*Malus domestica* Borck) cv. Gala, armazenadas a 0,5°C e 2,5°C. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.2, n.1, p.51-56, 1996.
- FORTES, G.R.L., PETRI, J.L. Distúrbios fisiológicos em macieira e seu controle. Florianópolis: EMPASC/ACARESC, **Boletim Técnico n.3**, 1982, 32p.
- FRUPEX, BRASILIAN MINISTRY OF AGRICULTURE, SUPPLY AND AGRARIAN REFORM. **Brazilian fruits: an illustrated guide for importers**. Brasília, p.08, 1994.
- HANSEN, H., ZANON, K. Apfelsorte 'Gala' un ihre Mutante 'Royal Gala'. **Erwerbsobstbau**, Berlin, n.4, p.105-108, 1982.
- HARDENBURG, R. E., WATADA, A. E., WANG, C. Y. **The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks**. Washington: USDA, 1986. 136 p. (Agriculture Handbook, 66).
- 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.
- KNEE, 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.
- 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, v.110, n.4, p.541-547, 1985.
- 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.
- LITTLE, C.R.; BARRAND, L. The effect of preharvest, postharvest and storage conditions on some fruit disorders. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 5., Washington, 1989. **Proceedings**. Washington, 1989. v.1, p.185-192.
- MEHERIUK, M. CA storage of apples. In: FIFTH INT. CONTR. ATM. RES. CONF., **Proceedings...**, Washington, v.2, p.257-284, 1989.
- MEHERIUK, M. 'C.A. storage conditions for apples, pears and nashi. In: CA '93 PROC. FROM SIXTH INT. CONTR. ATM. RES. CONF., New York, v.2, p.819-858, 1993.
- OSTER, A.H. **Frigoconservação em atmosfera normal e controlada de maçã 'Golden Delicious'**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 106p., 1995.
- SMOCK, R.M. Controlled atmosphere storage of fruits. **Hort Rev.**, Cairo, v.1, p.301-336, 1979.
- STREIF, J. Empfehlungen zur Lagerung von Äpfeln. **Obst und Garten**, v.12, p.487-488, 1994.
- YAMASHITA, I. Development of CA storage facilities for vegetables. **Japan Agric. Res. Quarterly - JARQ**, Tsukuba, v.28, n.3, p.185-194, 1994.