

# CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DA MAÇÃ 'ROYAL GALA' ARMAZENADA SOB REFRIGERAÇÃO E ATMOSFERA CONTROLADA<sup>1</sup>

LUCIANA COSTA LIMA<sup>2</sup>

AURI BRACKMANN<sup>3</sup>

MARIA ISABEL FERNANDES CHITARRA<sup>4</sup>

EDUARDO VALÉRIO DE BARROS VILAS BOAS<sup>5</sup>

JANAINE MYRNA RODRIGUES REIS<sup>6</sup>

**RESUMO** – Com este trabalho objetivou-se avaliar o efeito de diferentes condições de armazenamento sob atmosfera controlada (AC) em associação com a refrigeração (AR), sobre as características de qualidade da maçã 'Royal Gala' produzida em pomar comercial de Vacaria – RS. A colheita foi realizada conforme a prática usual dos produtores, na maturação comercial dos frutos (cor de fundo da epiderme = 8,62; índice de iodo-amido = 5,9; firmeza da polpa = 84,35N e sólidos solúveis totais = 10%). Após seleção quanto à ausência de injúrias externas, uniformidade de tamanho e coloração da epiderme, os frutos foram acondicionados em caixas plásticas e armazenados por 8 meses em minicâmaras a  $0,5^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  e UR igual a  $96\% \pm 2\%$ , com as seguintes condições de atmosfera: **AC 2/3** - 2kPa de  $\text{O}_2$  e 3kPa de  $\text{CO}_2$ , **AC 1/1** - 1kPa de  $\text{O}_2$  e 1kPa de  $\text{CO}_2$ , **AC 1/3** - 1kPa de  $\text{O}_2$  e 3kPa de  $\text{CO}_2$  e **AC 1/3 + BE** - 1kPa de  $\text{O}_2$  e 3kPa de  $\text{CO}_2$ , com absorção de etileno, que foi mantido entre 0,01 a  $0,04\mu\text{L/L}$ .

Como controle, utilizou-se apenas refrigeração (AR -  $20,8\text{kPa}$  de  $\text{O}_2$  e  $< 0,2\text{kPa}$  de  $\text{CO}_2$ ) nas condições de temperatura e umidade relativa acima referidas. As avaliações realizadas após a colheita e com intervalo de 2 meses constaram das seguintes características: diâmetros transversal e longitudinal, massa, firmeza da polpa, acidez titulável, sólidos solúveis, açúcares solúveis totais, açúcares redutores e sacarose. Pelos resultados obtidos, demonstrou-se que durante o período de armazenamento em AC e AR ocorreu diminuição dos diâmetros e massa dos frutos. A AC reduziu a perda de acidez durante o armazenamento, sem afetar as concentrações de sólidos solúveis, açúcares solúveis totais e sacarose. Para o armazenamento de maçãs 'Royal Gala', recomenda-se a atmosfera com 1kPa de  $\text{O}_2$  e 3kPa de  $\text{CO}_2$  com absorção de etileno (AC - 1/3 + BE), que foi mantido entre 0,01 a  $0,04\mu\text{L/L}$ .

**TERMOS PARA INDEXAÇÃO:** *Malus domestica*, armazenamento, qualidade.

## QUALITY CHARACTERISTICS OF 'ROYAL GALA' APPLE STORED UNDER REFRIGERATION AND CONTROLLED ATMOSPHERE

**ABSTRACT** – The goal of this work was to evaluate the effect of storage conditions under controlled atmosphere (AC) associated with refrigeration (AR), on the quality of 'Royal Gala' apple produced in commercial orchard in Vacaria - RS. The harvest was accomplished according to the usual practice of the producers, when the fruits reached the commercial maturation (color of the epidermis = 8.62; index of iodine-starch = 5.9; pulp

firmness = 84.35N and total soluble solids = 10%). After selection (fruits without damage, uniform in size and skin color), the fruits were packaged in plastic boxes and stored during 8 months in minechambers, at  $0.5^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$  and  $96\% \pm 2\%$  of relative humidity and several atmosphere conditions: **AC 2/3** - 2kPa of  $\text{O}_2$  and 3kPa of  $\text{CO}_2$ ; **AC 1/1** - 1kPa of  $\text{O}_2$  and 1kPa of  $\text{CO}_2$ ; **AC 1/3** - 1kPa of  $\text{O}_2$  and 3kPa

1. Parte da dissertação apresentada à UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS (UFLA), Caixa Postal 37 – 37200.000 – Lavras, MG, pelo primeiro autor, para obtenção do Título de Mestre em Ciência dos Alimentos.

2. Engenheiro Agrônomo, Mestre pela UFLA em Ciência dos Alimentos. Departamento de Ciência dos Alimentos/ UFLA.

3. Engenheiro Agrônomo, Professor, Dr. do Departamento de Fitotecnia - CCR - UFSM - Santa Maria - RS.

4. Bioquímica, Professora, Dra. do Departamento de Ciência dos Alimentos/UFLA.  
 5. Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Ciências dos Alimentos/UFLA.  
 6. Engenheiro Agrônomo, Mestre pela UFLA em Fitotecnia.

of CO<sub>2</sub> and AC 1/3 + BE - 1kPa of O<sub>2</sub> and 3kPa of CO<sub>2</sub>, with ethylene absorption (ethylene concentration was maintained between 0,01 and 0,04µL/L). Refrigeration was used as control (AR - 20.8kPa of O<sub>2</sub> and <0.2kPa of CO<sub>2</sub>) at temperature and relative humidity conditions described above. Fruit analyses (transverse and longitudinal diameters, mass, pulp firmness, titratable acidity, total soluble solids, total soluble sugars, reducing sugars and sucrose) were accomplished after

harvest and at intervals of 2 months. The results showed a decrease in fruit diameters and mass during the storage in both, AC and AR conditions. The use of AC maintained titratable acidity, total soluble solids, total soluble sugars and sucrose contents during fruit storage. The best CA storage condition for 'Royal Gala' apples was the atmosphere of 1Kpa of O<sub>2</sub> and 3Kpa of CO<sub>2</sub> with ethylene absorption (AC - 1/3 + BE - ethylene concentration between 0.01 and 0.04µL/L).

**INDEX TERMS:** *Malus domestica*, storage, quality.

### INTRODUÇÃO

Os produtos perecíveis necessitam de armazenamento para balancear as flutuações de preços no mercado entre os períodos de safra e entressafra, podendo, ainda, ser armazenados por um longo período para aumentar o tempo de comercialização, após o final da estação de colheita (Penteado, 1985). Para o armazenamento de maçãs por períodos prolongados e com melhor manutenção das características qualitativas, o sistema que mundialmente se difundiu foi o uso de atmosfera controlada (AC), o qual já vem sendo aplicado também no Brasil (Ebert e Stuker, 1989; Saquet, 1997). Esse sistema baseia-se na modificação da concentração de gases da atmosfera normal com aumento de CO<sub>2</sub> e redução de O<sub>2</sub>, podendo ainda eliminar-se o etileno produzido naturalmente pelos frutos (Brackmann e Chitarra, 1998).

A macieira (*Malus domestica* Borkh.) começou a ser explorada comercialmente no Brasil na década de 60, em Santa Catarina e, em poucos anos, a maçã transformou-se em produto de grande consumo no País (Freire *et al.*, 1994).

As características físicas, como a massa, comprimento, diâmetro transversal e coloração da epiderme, influenciam a aceitabilidade do fruto pelo consumidor e o rendimento industrial, ao passo que as características intrínsecas, como os teores de sólidos solúveis (SS), os quais representam indiretamente os açúcares e da acidez titulável (AT), bem como o balanço entre os mesmos, são indicadores das características organolépticas, importantes tanto na industrialização quanto no consumo dos frutos *in natura* (Alvarenga e Fortes, 1985).

A 'Royal Gala' é considerada uma cultivar semi-precoce, que produz frutos com epiderme vermelho-estriada, com tonalidade vermelho-intensa e uniforme, enquadrando-se dentro das exigências dos consumido-

res brasileiros, que preferem frutos de sabor adocicado e epiderme vermelha (Freire *et al.*, 1994).

Dessa forma, visando a prolongar o período de conservação com manutenção das características de qualidade de maçã 'Royal Gala', o presente trabalho foi realizado utilizando diferentes condições de atmosfera controlada em associação com o armazenamento refrigerado.

### MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos da macieira cv. Royal Gala, provenientes de pomar comercial da Empresa Schio, localizada em Vacaria - RS, da safra de 1998, foram colhidos no ponto de maturação adequado para armazenamento em AC por um período prolongado (cor de fundo da epiderme = 8,62, índice de iodo-amido = 5,9; firmeza da polpa = 84,35N e sólidos solúveis totais = 10%). Os frutos pré-selecionados em função da ausência de injúrias, uniformidade de tamanho e de coloração, após a homogeneização, foram embalados em redes plásticas e acondicionados em caixas plásticas com capacidade para 18kg. O armazenamento foi realizado em minicâmaras experimentais com atmosfera controlada no Núcleo de Pesquisa em Pós-colheita do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria - RS, dispostas no interior de câmaras frigoríficas com volume de 45m<sup>3</sup>, com temperatura automaticamente controlada em 0,5°C ± 0,2°C. A umidade relativa dentro das minicâmaras, determinada com um psicrômetro, foi de 96 ± 2%. Cada minicâmara apresentou uma combinação de gases, com atmosferas pré-estabelecidas para cada tratamento, a saber: (AR: 20,8kPa de O<sub>2</sub> e < 0,2kPa de CO<sub>2</sub>; AC 2/3: 2kPa de O<sub>2</sub> e 3kPa de CO<sub>2</sub>; AC 1/1: 1kPa de O<sub>2</sub> e 1kPa de CO<sub>2</sub>; AC 1/3: 1kPa de O<sub>2</sub> e 3kPa de CO<sub>2</sub> e AC 1/3 + BE: 1kPa de O<sub>2</sub> e

3kPa de CO<sub>2</sub>, com absorção de etileno, que foi mantido entre 0,01 a 0,04µL/L). Logo após o fechamento das minicâmaras, procedeu-se à instalação das atmosferas. A concentração inicial de gases foi obtida pela diluição do O<sub>2</sub> com injeção de nitrogênio e posterior injeção de CO<sub>2</sub>, até atingir os níveis preestabelecidos. Os níveis de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> foram analisados diariamente com o uso de analisadores de gases marca Agridata e, posteriormente, corrigidas para a concentração desejada. A eliminação do CO<sub>2</sub> foi efetuada pela sua absorção em solução de soda potássica a 50%, e o O<sub>2</sub> era aumentado pela injeção de ar atmosférico na câmara. Para manter a concentração de etileno baixa (entre 0,01 a 0,04 µL/L), circulou-se o ar da câmara continuamente por absorvedores de etileno, contendo vermiculita impregnada com permanganato de potássio e a concentração foi monitorada com o uso de cromatógrafo Varian Star 3400X. Nos outros tratamentos, o etileno não foi absorvido nem monitorado.

Na colheita e após cada intervalo de dois meses de armazenamento, três amostras de 15 frutos de cada tratamento foram transportadas via aérea e via terrestre para o Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras - MG, sendo computado um intervalo de 24 horas entre a saída dos frutos das minicâmaras de Santa Maria até a chegada em Lavras, para a realização das seguintes análises: coloração de fundo da epiderme, determinada apenas na colheita dos frutos para caracterização da cor no início do experimento com auxílio da tabela de cores elaborada no Núcleo de Pesquisa em Pós-colheita/UFSM, em que o índice 1 representa um fruto com cor de fundo totalmente verde e o índice 10 um fruto com cor de fundo amarelo-ouro; teste iodo-amido, também realizado apenas no início do experimento para caracterização da maturação dos frutos. Os frutos seccionados transversalmente foram imersos em solução de iodo, segundo recomendações de Streif (1984). A coloração adquirida pela polpa foi comparada com uma tabela de fotos elaborada por Streif (1984), com índices que variam de 01 a 10, em que o índice 01 indica o teor máximo de amido e o índice 10 representa o amido totalmente hidrolisado; diâmetros (cm), determinados na seção transversal e longitudinal do fruto, com auxílio de paquímetro; massa (g), por meio de balança semi-analítica; firmeza da polpa (N), determinada com auxílio de penetrômetro com ponta de diâmetro 5/16 polegadas.

Após homogeneização da polpa juntamente com a casca, foram analisadas as seguintes variáveis: acidez titulável (Mol L<sup>-1</sup>), por titulação com hidróxido de sódio

0,1N e fenolftaleína como indicador (ITAL, 1985); sólidos solúveis (%), por refratometria (AOAC, 1990); açúcares solúveis totais (% de glicose, frutose e sacarose), determinados segundo Dische (1962); açúcares redutores (% de glicose e frutose) doseados pela técnica de Somogyi adaptada por Nelson (1944); e sacarose (%), que foi calculada baseando-se na seguinte fórmula: (Açúcares solúveis totais - Açúcares redutores) x 0,95.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, (DIC) com três repetições da unidade experimental, que constou de 15 frutos, dispostos num esquema de parcelas subdivididas, em que as concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> foram consideradas os tratamentos das parcelas e os tempos de armazenamento (0, 2, 4, 6 e 8 meses) as subparcelas, visto que em cada combinação de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>, foram avaliados os tempos de armazenamento.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (Banzatto e Kronka, 1992) e as médias, comparadas pelo teste de Tukey (5%) e análise de regressão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de cor de fundo da epiderme e o teste iodo-amido realizados somente no início do experimento para caracterização da maturação dos frutos apresentaram índices de 8,62 e 5,9, respectivamente, inferindo-se que os frutos estavam num ponto de maturação adequado para o armazenamento em AC por um período prolongado no momento da colheita.

Os frutos dos diversos tratamentos não apresentaram diferença significativa entre si, quanto às variáveis diâmetros (transversal e longitudinal) e massa; porém, houve variação no comportamento ao longo do armazenamento (Figura 1 e 2). Observou-se redução nos diâmetros dos frutos de todos os tratamentos (Figura 1), provavelmente em decorrência da perda de massa ao longo do armazenamento (Figura 2), embora a umidade relativa das câmaras tenha sido mantida elevada (96 ± 2%) durante o período experimental.

A perda de massa da ordem de 9,94% (Figura 2) foi cerca de duas vezes superior à observada no armazenamento comercial de maçãs, que geralmente não alcança o nível de 5%. A demora de 24 horas entre a saída dos frutos da câmara e a pesagem dos mesmos provavelmente contribuiu para a obtenção desses resultados.

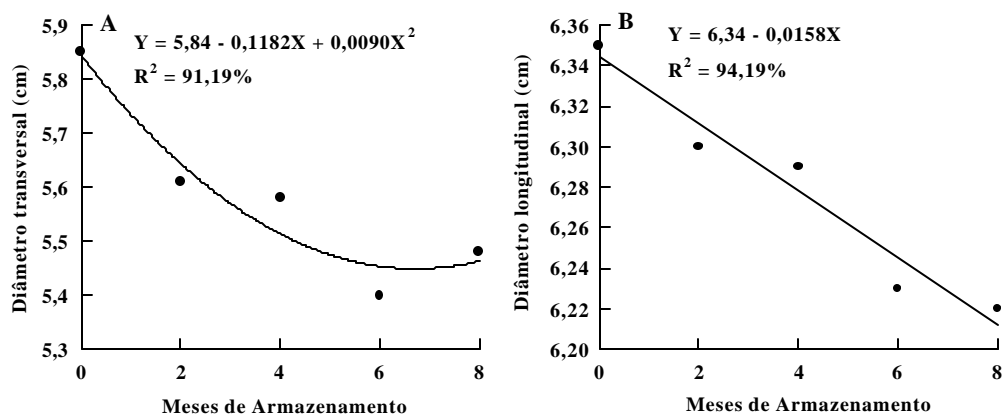
Dois fatores estão envolvidos na perda de massa dos frutos: o consumo das substâncias armazenadas pelo fruto durante o seu desenvolvimento por meio da respiração, e a perda de água pela transpiração, que resulta

na maior parte da perda (Hardenburg *et al.*, 1986). A perda de massa não somente resulta em considerável murchamento, mas também em um produto menos atrativo e de baixa qualidade (Fan, 1992) e mesmo não sendo observado um murchamento visível, tal fenômeno pode acarretar mudanças na coloração e na qualidade comestível dos frutos (Wills *et al.*, 1981).

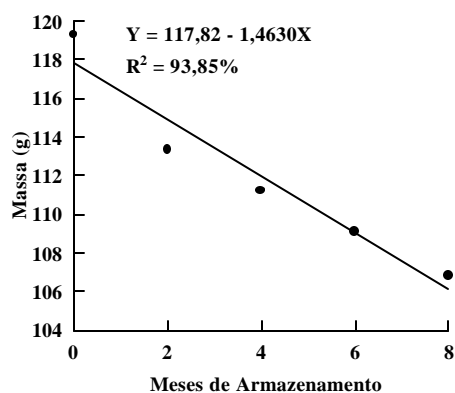
Ocorreu redução gradual na firmeza dos frutos durante o período experimental, com variação significativa dos valores entre os tratamentos, notadamente a partir do 4º mês de armazenamento (Tabela 1).

Os frutos mantidos sob refrigeração (AR), embora menos firmes que os mantidos sob atmosfera controlada aos 6 meses de armazenamento, apresentaram elevação do valor no final do período experimental, sendo

esse resultado provavelmente falseado pela elasticidade dos tecidos decorrente da perda de turgidez. De acordo com Fortes e Petri (1982), a excessiva perda d'água dos tecidos internos reduz a sua turgidez, com enrugamento da epiderme, dificultando o uso do penetrômetro. Por outro lado, o uso de atmosferas com elevadas concentrações de O<sub>2</sub>, mesmo sob baixas temperaturas, resulta em maior atividade metabólica dos tecidos, com maior degradação dos polímeros estruturais das paredes celulares (pectinas, celulose, hemicelulose e proteínas) e conseqüente perda de firmeza, conforme observado até os 6 meses nos frutos do tratamento AR, e até os 8 meses de armazenamento nos tratamentos com 2Kpa de O<sub>2</sub> e 3Kpa de CO<sub>2</sub> (AC – 2/3).



**FIGURA 1** – Variação dos diâmetros transversal (A) e longitudinal (B) (cm), de maçãs da cv. Royal Gala em função do tempo de armazenamento. Lavras, UFLA, MG, 1999.



**FIGURA 2** – Variação da massa (g) de maçãs da cv. Royal Gala em função do tempo de armazenamento. Lavras, UFLA, MG, 1999.

A redução na concentração de O<sub>2</sub> nos tratamentos com 1Kpa de O<sub>2</sub> (AC - 1/1 e AC - 1/3) contribuiu significativamente para a manutenção da firmeza dos frutos, principalmente quando associada à absorção de etileno (AC - 1/3 + BE) no ambiente de armazenamento. Brackmann (1990) já havia observado maior firmeza nos frutos da cv. Royal Gala mantida sob baixas concentrações de etileno, sendo o mesmo comportamento obtido por Bortolluzzi (1997) nos frutos da cv. Fuji. De acordo com Lau (1985), o armazenamento em AC reduz a respiração e a produção de etileno nos frutos, contribuindo para uma maior retenção da firmeza da polpa.

O aumento na concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera de armazenamento não acarretou nenhum efeito aparente na firmeza dos frutos, uma vez que os valores da mesma foram semelhantes nos tratamentos com 1Kpa de O<sub>2</sub> e 1Kpa de CO<sub>2</sub> (AC - 1/1) e 1Kpa de O<sub>2</sub> e 3Kpa de CO<sub>2</sub> (AC - 1/3) ao final do período experimental.

As mudanças na variável acidez começaram a ser observadas no 4º mês, quando os frutos em AR apresentaram menor teor de ácidos orgânicos (Tabela 2).

A manutenção de níveis mais elevados de acidez titulável (AT) nos tratamentos em AC provavelmente é consequência da redução da atividade respiratória, pois Brackmann (1990) afirma que os ácidos são as substâncias mais prontamente disponíveis para obtenção de energia pela célula, pois fazem parte do ciclo de Krebs (ácidos tricarbóxicos). Ao final do armazenamento, todos os tratamentos em AC apresentam maiores níveis de acidez, e a maior retenção da AT foi obtida nos frutos que permaneceram armazenados em 1Kpa de O<sub>2</sub> e 1Kpa de CO<sub>2</sub> (AC - 1/1), tratamento esse que diferiu significativamente do tratamento AR. Brackmann e Saquet (1995), trabalhando com maçãs 'Gala', verificaram que concentrações de O<sub>2</sub> próximas ou menores que 1Kpa determinaram maior retenção da acidez, resultados esses semelhantes aos encontrados por Bortolluzzi (1997) na cv. Fuji.

**TABELA 1** – Firmeza da polpa (N) de maçãs da cv. Royal Gala conservadas em AC e em AR. Lavras, UFLA, MG, 1999.

Tratamentos	Meses de Armazenamento				
	0	2	4	6	8
AR	84,35 a	78,94 a	66,57 a	55,31 a	67,72 c
AC - 2/3	84,35 a	77,66 a	67,35 ab	60,71 b	48,15 a
AC - 1/1	84,35 a	78,38 a	72,18 bc	61,54 b	58,40 b
AC - 1/3	84,35 a	79,39 a	74,29 c	68,18 c	58,49 b
AC - 1/3 + BE	84,35 a	79,96 a	73,60 c	72,02 c	67,57 c

Letras diferentes em cada coluna representam diferenças significativas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**TABELA 2** – Acidez titulável (Mol. L<sup>-1</sup>) de maçãs da cv. Royal Gala conservadas em AC e em AR. Lavras, UFLA, MG, 1999.

Tratamentos	Meses de Armazenamento				
	0	2	4	6	8
AR	3,3a	3,8a	2,1a	2,0a	1,6a
AC - 2/3	3,3a	3,6a	4,0b	2,9a	2,1ab
AC - 1/1	3,3a	3,5a	3,7b	2,9a	3,1b

AC - 1/3	3,3a	3,8a	3,6b	2,8a	2,7ab
AC - 1/3 + BE	3,3a	3,9a	3,9b	2,8a	2,7ab

**Letras diferentes em cada coluna representam diferenças significativas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.**

Os sólidos solúveis (SS) não diferiram significativamente entre os tratamentos, porém variaram com o tempo de armazenamento (Figura 3), aumentando até o 4<sup>o</sup> mês e com pequena redução após o 6<sup>o</sup> mês de armazenamento.

Fan (1992) afirma que, com a hidrólise da amilopectina a açúcares solúveis, há um incremento no teor de SS durante o armazenamento de maçãs, e ainda de acordo com Wills *et al.* (1981), o aumento também pode ser devido a maior degradação da protopectina a frações de baixo peso molecular e alta solubilidade. A perda d' água pelos frutos também tem relação com o aumento no teor de SS, pois acarreta uma maior concentração nos seus teores. A pequena redução nos valores observada na segunda metade do armazenamento provavelmente se justifica pelo consumo dos substratos no metabolismo respiratório das maçãs.

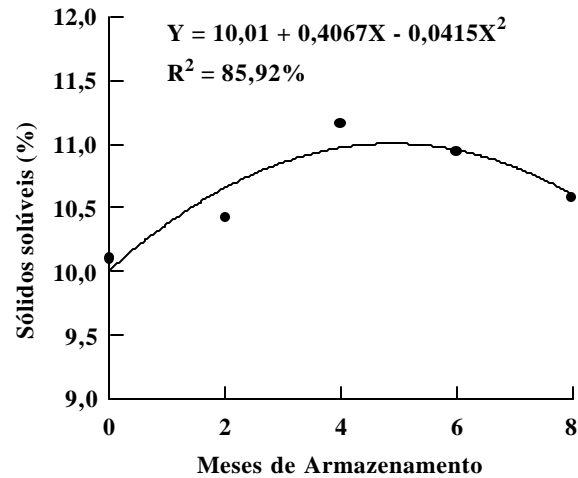
Os açúcares solúveis totais (AST), bem como a sacarose, embora tenham apresentado variação nos teores ao longo do armazenamento, não diferiram significativamente entre os tratamentos (Figura 4).

Houve redução acentuada nos teores de AST até o 2<sup>o</sup> mês de armazenamento e de sacarose até o 4<sup>o</sup> mês, possivelmente em decorrência da utilização dos açúcares como substrato respiratório (Figura 4). O aumento subsequente nos teores desses constituintes pode ser atri-

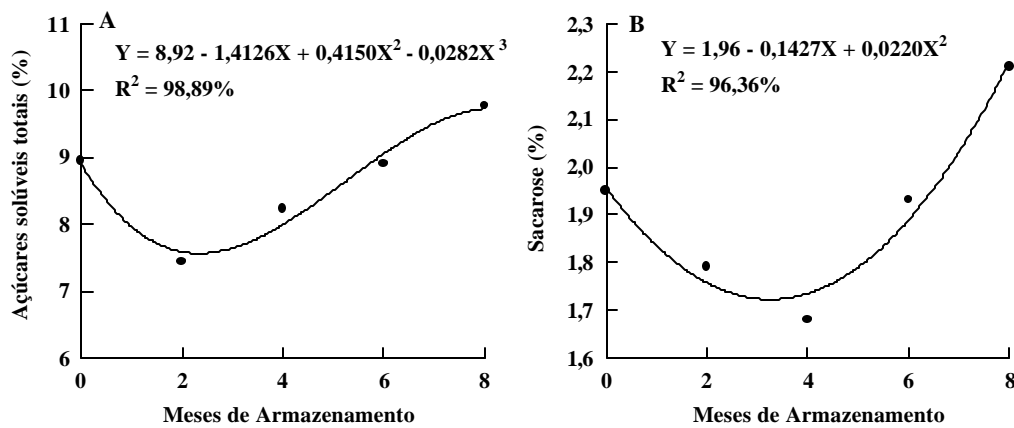
buído à sua reposição provavelmente pela hidrólise do amido, à degradação de polissacarídeos das paredes celulares, ou ainda à perda d' água pelos frutos (Chitarra e Chitarra, 1990). Ötles (1992) cita teores de AST em maçãs 'Golden Delicious' e 'Jonathan' iguais a 10,99 e 10,06 %, respectivamente, esses mais elevados que os da 'Royal Gala' analisada no presente experimento, que ficou entre 7,52 a 9,74%. A sacarose, no entanto, apresentou valores próximos ao da cv. Delicious igual a 2% (Alvarenga *et al.*, 1978).

Os açúcares redutores, que são os açúcares predominantes na maçã, apresentaram aumento após o 2<sup>o</sup> mês de armazenamento e diferiram significativamente entre os tratamentos ao longo do período experimental (Tabela 3).

Deve-se, no entanto, considerar que, no 8<sup>o</sup> mês de armazenamento, apenas o tratamento com 1Kpa de O<sub>2</sub> e 3Kpa de CO<sub>2</sub> (AC - 1/3) diferiu dos demais, sendo, porém, pela análise estatística, igual ao tratamento com 1Kpa de O<sub>2</sub> e 3Kpa de CO<sub>2</sub> com absorção de etileno (AC - 1/3 + BE). Esse fato indica que a modificação nas concentrações de O<sub>2</sub> e de CO<sub>2</sub>, bem como a absorção de etileno da atmosfera de armazenamento, não influenciaram o comportamento dos açúcares redutores dos frutos.



**FIGURA 3** – Teores de sólidos solúveis (%) de maçãs da cv. Royal Gala em função do tempo de armazenamento. Lavras, UFLA, MG, 1999.



**FIGURA 4** – Teores de açúcares solúveis totais (A - % de glicose, frutose e sacarose) e sacarose (B - %), de maçãs da cv. Royal Gala, em função do tempo de armazenamento. Lavras, UFLA, MG, 1999.

**TABELA 3** – Açúcares redutores (% de glicose e frutose) de maçãs da cv. Royal Gala conservadas em AC e em AR. Lavras, UFLA, MG, 1999.

Tratamentos	Meses de Armazenamento				
	0	2	4	6	8
AR	6,89 a	5,72 b	7,04 bc	7,59 a	6,98 a
AC - 2/3	6,89 a	5,52 b	6,18 a	7,21 a	7,14 a
AC - 1/1	6,89 a	5,43 b	6,29 ab	7,12 a	7,13 a
AC - 1/3	6,89 a	5,34 ab	6,25 ab	7,26 a	8,01 b

---

AC - 1/3 + BE	6,89 a	4,50 a	7,45 c	7,19 a	7,32 ab
---------------	--------	--------	--------	--------	---------

---

**Letras diferentes em cada coluna representam diferenças significativas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.**

### CONCLUSÕES

Os frutos de todos os tratamentos apresentaram redução semelhante no tamanho (diâmetros transversal e longitudinal), com acentuada perda de massa (9,94%) ao final do período experimental.

O uso de armazenamento em AC com 1KPa de O<sub>2</sub> e 3KPa de CO<sub>2</sub> com absorção de etileno (AC - 1/3 + BE) propiciou frutos com polpa mais firme.

Ao final do armazenamento, a acidez titulável foi semelhante nos frutos dos tratamentos com atmosfera controlada. Apenas os frutos com uso de 1KPa de O<sub>2</sub> e 1 KPa de CO<sub>2</sub> (AC - 1/1) diferiram do controle (refrigeração), com valores mais elevados.

Os teores de sólidos solúveis, bem como o de açúcares, não foram modificados pelo uso de atmosfera controlada. O aumento dos açúcares solúveis totais no armazenamento é concordante ao aumento nos açúcares redutores.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, L.R.; FORTES, J.M. Cultivares de fruteiras de clima temperado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.124, p.3-11, abr. 1985.

CARVALHO, V.; CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F.; CARVALHO, V.D. Características físicas e químicas de algumas variedades de maçãs, cultivadas na região sul de Minas Gerais, durante o período de maturação. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Projeto Fruticultura**: relatório 74/77. Belo Horizonte, 1978. p.264-267.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15.ed. Washington, 1990. 2 v.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 247 p.

BORTOLUZZI, G. **Efeito das temperaturas de armazenamento e condições de atmosfera controlada sobre a qualidade de maçã 'Fuji'**. 1997. 93 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

BRACKMANN, A. **Einfluss von Lagerung unter Kontrollierter Atmosphäre (CA) und Äthylenbehandlungen auf verschiedene Merkmale der Fruchtreife unter besonderer Berücksichtigung der Aromabildung bei Äpfeln**. 1990. 115 p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade de Hohenheim, Hohenheim.

BRACKMANN, A.; CHITARRA, A.B. Atmosfera controlada e atmosfera modificada. In: BOREM, F. M. (Coord.). **Armazenamento e processamento de produtos agrícolas**. Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p.133-169. Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 27, 1998, Poços de Caldas, MG.

BRACKMANN, A.; SAQUET, A.A. Armazenamento de maçã cv. Gala em atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.1, n.2, p.55-60, 1995.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320 p.

DISCHE, E. Color reactions of carbohydrates. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAM, M. L. (Ed.). **Methods in carbohydrate chemistry**. New York: Academic Press, 1962. v.1, p.477-512.

EBERT, A.; STUKER, H. Comportamento de maçãs da cultivar Golden Delicious em frigoconservação convencional e atmosfera controlada no Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.11, n.1, p.7-15, 1989.

FAN, X. **Maturity and storage of 'Fuji' apples**. 1992. 201 p. Thesis (Master of Science in Horticulture) - Washington State University, Washington.

FORTES, G.R.L.; PETRI, J.L. **Distúrbios fisiológicos em macieira e seu controle**. Florianópolis: EMPASC/ACARESC, 1982. 34 p. (Boletim técnico, 3).

FREIRE, C.J.S.; CAMELATTO, D.; CANTILLANO, R.F.F. *et al.* **A cultura da maçã**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 107 p. (EMBRAPA-SPI. Coleção Plantar, 19).

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. (USDA. Agriculture handbook, 66).



INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3.ed. São Paulo, 1985. v.1, 533 p.

LAU, O.L. Storage procedures, low oxygen and low carbon dioxide atmospheres on storage quality of 'Golden Delicious' and 'Delicious' apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, VA, v.110, n.4, p.541-547, July 1985.

NELSON, N.A. A photometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v.135, n.1, p.136-175, jan.1944.

ÖTLES, S. The sugar composition of apples (*Malus sylvestris* var. domestica). **Rijksuniversiteit Gent**, Bornova, v.57, n.1, p.51-54, jan.1992.

PENTEADO, S.R. **Fruticultura de clima temperado em São Paulo**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. cap.2, p.9-52.

SAQUET, A.A. **Efeito das temperaturas e concentrações de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> sobre a qualidade da maçã cultivar Gala durante o armazenamento em atmosfera controlada**. 105 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

STREIF, J. Jod-Stärke-Test zur Beurteilung der Frucht reife bei Äpfeln. **Obst und Garten**, Stuttgart, v.1, n.8, p.14, 1984.

WILLS, R.H.; LEE, T.H.; GRAHAM, D. *et al.* **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables**. London: Granada, 1981. 162p.