

EFEITO DE TRATAMENTOS COM ALTAS CONCENTRAÇÕES DE CO₂ SOBRE A QUALIDADE DE MAÇAS 'GOLDEN DELICIOUS' ARMAZENADAS EM ATMOSFERA CONTROLADA

EFFECT OF TREATMENT WITH HIGH CO₂ CONCENTRATIONS ON QUALITY OF 'GOLDEN DELICIOUS' APPLES STORED IN CONTROLLED ATMOSPHERE

Auri Brackmann¹ Emerson Dias Gonçalves² Adriano Arriel Saquet³

RESUMO

O experimento teve por objetivo avaliar a influência das altas concentrações iniciais de CO₂ sobre os aspectos físico-químicos de maçãs 'Golden Delicious' armazenadas em atmosfera controlada. Os tratamentos foram 10% de CO₂, e 5% de O₂, e 15% de CO₂, e 5% de O₂, durante 5, 10 e 15 dias, sendo que durante o restante do período de armazenamento os frutos foram armazenados em 4% de CO₂, e 1,5% de O₂, na temperatura de +0,5 °C e umidade relativa de 97%. Após 10 meses, não foi verificada diferenças significativas na firmeza de polpa, acidez titulável, sólidos solúveis totais e controle de podridões. Na abertura das câmaras os tratamentos iniciais com CO₂, não mostraram influência na degenerescência da polpa e escaldadura, porém, após 14 dias todos os tratamentos com CO₂, aumentaram a incidência de degenerescência interna e tratamentos com 15% de CO₂, diminuíram ligeiramente a ocorrência da escaldadura.

Palavras-chave: maçã 'Golden Delicious', alto CO₂, breakdown, atmosfera controlada

SUMMARY

The aim of this experiment was to evaluate the effect of initial high CO₂ concentrations on quality of 'Golden Delicious' apples stored in controlled atmosphere. The treatments were 10% of CO₂, and 5% of O₂, and 15% of CO₂, and 5% of O₂, during 5, 10

and 15 days but during the remaining of storage time fruits were kept in 4% of CO₂, and 1.5% of O₂, at +0,5 °C and 97% RH. After 10 months, no differences in firmness, total soluble solids contents, acidity and decay were observed. At opening of controlled atmosphere chambers CO₂ treatment had no influence in internal breakdown and scald, but after 14 days in shelf-life, all treatments with high CO₂ increased internal breakdown and 15% of CO₂ decreased scald incidence.

Key words: apple 'Golden Delicious', high CO₂, internal breakdown, controlled atmosphere

INTRODUÇÃO

A cultivar 'Golden Delicious' representa aproximadamente 20% da produção brasileira de maçãs (FRUPEX, 1994). Os frutos possuem a epiderme verde com polpa crocante e suculenta, apresentando teor em ácidos superiores às demais cultivares nacionais, atendendo aos consumidores que têm preferência por maçãs de epiderme verde amarelada ou por frutos com maior teor de acidez.

Após a colheita a maçã é armazenada em câmaras frias de atmosfera normal (AN) e atmosfera

¹ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97119-900 - Santa Maria, RS. Autor para correspondência.

² Acadêmico do Curso de Agronomia, UFSM.

³ Engenheiro Agrônomo, Aluno do Curso de Pós-graduação em Agronomia, UFSM.

controlada (AC) visando o suprimento do mercado durante o ano. Esta cultivar apresenta boa capacidade de armazenamento em AC, porém, o tratamento com alto CO₂, pode contribuir para a manutenção da qualidade dos frutos, principalmente com relação a firmeza da polpa e acidez (COUEY & OLSEN, 1975; MEHERIUK, 1977; MEHERIUK, 1979; EBERT, 1984).

O tratamento da cv. 'Golden Delicious' com 20% de CO₂ durante 10 dias, seguido de armazenamento em AC com 2,5% de CO₂ e 1% de O₂, na temperatura de -1 °C, retardou a perda da firmeza da polpa e acidez titulável, após oito meses de conservação (COUEY & OLSEN, 1975). A cultivar McIntosh quando submetida ao tratamento com 12% de CO₂ por duas semanas, mantém a firmeza de polpa mais elevada, porém, com injúrias externas e internas, causadas pelo CO₂ (BRAMLAGE *et al.*, 1977). Segundo MEHERIUK (1977), os tratamentos com 10 a 20% de CO₂ por 10 a 14 dias em 'Golden Delicious' mantiveram os frutos mais firmes, porém, com pequenas injúrias, comercialmente aceitáveis. Já, MEHERIUK (1979), utilizando 15% de CO₂ por 10 dias obteve frutos com maior firmeza de polpa, sem verificar danos.

EBERT (1984) afirma que tratamentos com altas concentrações de CO₂ (10 a 30%), por 2 a 15 dias, não prejudicam as maçãs, mas aumentam o potencial de armazenamento. No entanto, LAU & LOONEY (1978) submetendo 'Golden Delicious' a 14 e 18% de CO₂ por 10 dias, verificaram altos níveis de injúrias causadas pelo alto CO₂ e poucos benefícios sobre a manutenção da firmeza da polpa. Frutos da cv. 'Golden Delicious', submetidos a tratamentos com 17% de CO₂ por 10 dias, juntamente com o estabelecimento rápido das condições de AC, não evidenciaram incremento na firmeza da polpa devido ao alto CO₂, e sim pelo estabelecimento rápido das condições de AC, que foram de 2% de CO₂ e 2,5% de O₂ (LAU *et al.*, 1983).

Segundo COUEY (1994), o tratamento da cv. 'Golden Delicious' com 20% de CO₂ por 10 dias proporcionou firmeza de polpa mais elevada, quando comparado com AC convencional, porém, quando expostos por 20 dias a 15% de CO₂ os frutos apresentaram 54,5% de escurecimento interno.

O objetivo do trabalho foi avaliar a influência das altas concentrações iniciais de CO₂ sobre as qualidades físico-químicas e ocorrência de distúrbios fisiológicos de maçãs 'Golden Delicious' armazenadas em câmaras frigoríficas de atmosfera controlada.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o ano de 1994, no Núcleo de Pesquisa em Pós-colheita (NPP) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Foram utilizados frutos procedentes de um pomar comercial da empresa Rasip, localizada em Vacaria, RS. Os frutos foram colhidos no ponto de maturação normalmente utilizado pela empresa para o armazenamento comercial em AC. Na seleção dos frutos, foram eliminados aqueles com lesões ou com peso inferior a 145g, sendo armazenados 24 horas após a colheita em mini-câmaras experimentais de atmosfera controlada (AC) com volume de 240 litros.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com três repetições, sendo a unidade experimental composta por 20 frutos.

Os tratamentos avaliados foram concentrações de gás carbônico, durante diferentes períodos de aplicação, conforme Tabela 1. Logo após os tratamentos com altas concentrações de CO₂, os frutos permaneceram em 4% de CO₂ e 1,5% de O₂, até o final do período de armazenamento de 10 meses.

A temperatura de armazenamento, medida na polpa dos frutos, foi de +0,5 °C e a umidade relativa do ar ficou em 97%. A temperatura do ar teve uma oscilação de ±0,5 °C em decorrência da instabilidade normal de funcionamento das câmaras frigoríficas.

Tabela 1. Tratamentos com altas concentrações de CO₂ no início do período de armazenamento da maçã 'Golden Delicious' em atmosfera controlada.

Tratamento	%CO ₂	%O ₂	Dias
Testemunha	4	1,5	sempre
10/5Dias	10	5	5
10/10Dias	10	5	10
10/15Dias	10	5	15
15/5Dias	15	5	5
15/10Dias	15	5	10
15/15Dias	15	5	15

As condições de AC foram estabelecidas mediante a realização do "pulldown", que consistiu em eliminar o oxigênio das câmaras através da injeção de nitrogênio, até a obtenção das concentrações pré-estabelecidas. As concentrações de CO₂ foram estabelecidas através da injeção deste gás em cada câmara. Para a manutenção constante dos níveis destes

gases foi realizada diariamente a análise e as correções das concentrações, com auxílio de analisadores eletrônicos de fluxo contínuo da marca Agri-datalog. O oxigênio consumido pela respiração dos frutos foi repostado através da injeção de ar nas câmaras e o CO₂ produzido foi absorvido com auxílio de uma solução de hidróxido de sódio, pela qual foi circulado o gás das câmaras.

A análise dos frutos foi realizada na instalação do experimento e após 10 meses de armazenamento. Na abertura das câmaras três amostras de 20 frutos por tratamento foram analisadas. Outras três amostras permaneceram por sete dias em condições de atmosfera normal (AN) - (+0,5°C) e mais seis dias em temperatura ambiente, a fim de simular o período de beneficiamento e comercialização dos frutos. Posteriormente, também, foram analisados os seguintes parâmetros:

a) A **firmeza da polpa** foi determinada utilizando-se um penetrômetro motorizado com ponteira de 11mm de diâmetro, em dois lados na região equatorial do fruto, onde previamente foi retirada a epiderme.

b) **Sólidos solúveis totais (SST)** determinados com auxílio do refratômetro manual, sobre o qual foi colocado o suco dos frutos e realizada a leitura em graus brix. O suco foi extraído com uma centrífuga elétrica de uma fatia transversal retirada da parte central das maçãs, de uma amostra de 20 frutos, de cada repetição.

c) **Acidez titulável** foi determinada através da titulação de 10ml de suco, diluídos em 100ml de água destilada, e titulado com uma solução de NaOH 0,1N até pH 8,1.

d) **Degenerescência interna** foi avaliada através da visualização da polpa dos frutos, submetidos a diversos cortes transversais, que permitiram expor totalmente o interior da polpa para avaliação. Foi determinada através da contagem de frutos com qualquer tipo de sintoma de escurecimento na polpa.

e) **Escaldadura** foi avaliada através da contabilização dos frutos que possuíam sintomas de escurecimento na epiderme, não decorrentes de podridões.

f) A **ocorrência de podridões** foi realizada através da contagem dos frutos com sintomas caracte-

risticos de ataque de fungos. Foram considerados como podres, os frutos que apresentaram lesões com diâmetro igual ou superior a 0,5cm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas avaliações realizadas não foram verificadas diferenças significativas na **firmeza de polpa** dos frutos em decorrência do tratamento inicial com CO₂, (Tabela 1 e 2). Estes resultados estão de acordo com LAU & LOONEY (1978) e LAU *et al.* (1983), que verificaram pouca ou nenhuma influência do alto CO₂ inicial sobre a retenção da firmeza de polpa. Os resultados deste experimento contrariam as observações de (COUEY & OLSEN, 1975; MEHERIUK, 1977; EBERT, 1984; COUEY, 1994), que constataram benefícios do alto CO₂ inicial sobre a manutenção da firmeza de polpa.

Na avaliação do teor de **sólidos solúveis totais (SST)**, não foi verificado nenhuma influência

Tabela 2. Efeito de tratamentos com altas concentrações de CO₂ sobre a qualidade da maçã 'Golden Delicious', após 10 meses de armazenamento em AC. Avaliação efetuada no momento da abertura das câmaras.

Tratamentos	Firmeza polpa (N/cm ²)	SST (%)	Acidez titulável (meq/100ml)	Degener. interna (%)	Escalda-dura(%)	Podridões (%)
Valores iniciais	70,3	12,2	6,2			
Testemunha	61,8ab*	13,3a	3,9a	1,7**	0**	2,3**
10/5D	64,5a	13,2a	3,8ab	2,0	0	0
10/10D	59,1 b	13,4a	3,5 bc	1,1	0	2,5
10/15D	59,6 b	12,7a	3,3 c	0	0	5,6
15/5D	61,8ab	13,2a	3,3 c	4,9	0	0,7
15/10D	58,3 b	13,3a	3,6abc	1,2	0	0,5
15/15D	58,3 b	13,1a	3,6abc	4,9	0	0,5

* Tratamentos com médias não seguidas pela mesma letra na vertical, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de erro.

** Resultado obtido de uma única amostra de 60 frutos.

dos tratamentos em ambas as datas de avaliação, como também foi verificado por BRAMLAGE (1977) na cv. McIntosh e LAU & LOONEY (1978) em 'Golden Delicious'.

A **acidez titulável** apresentou valores semelhantes em todos os tratamentos, em ambas as datas de avaliação, inclusive ocorrendo valores mais baixos na abertura das câmaras em alguns tratamentos com alto CO₂ inicial, confirmando os resultados de

BRAMLAGE *et al* (1977) que não verificaram influência do CO₂ na acidez dos frutos da cultivar McIntosh e LAU & LOONEY (1978) na cv. Golden Delicious, discordando no entanto de COUEY & OLSEN (1975), que obtiveram frutos com acidez mais elevada utilizando pré-tratamento com CO₂.

A ocorrência de **degenerescência interna** avaliada na abertura das câmaras e após 14 dias de simulação de beneficiamento e comercialização dos frutos (Tabela 3), aumentou com o incremento dos níveis de CO₂ e o tempo de exposição ao alto CO₂. Na testemunha, não foi observado nenhuma incidência de degenerescência interna após 14 dias de simulação de beneficiamento e comercialização. Na abertura das câmaras, os sintomas não foram tão intensos como após 14 dias, quando foram verificados percentuais de até 25% de frutos afetados. Estes resultados confirmam os dados obtidos por MEHERIUK (1977), LAU & LOONEY (1978) e COUEY (1994) que verificaram danos internos causados pelo alto CO₂ em 'Golden Delicious' e BRAMLAGE (1977) na cv. McIntosh.

Tabela 3. Efeito de tratamentos com altas concentrações de CO₂ sobre a qualidade da maçã 'Golden Delicious', após 10 meses de armazenamento em AC e mais 14 dias de simulação de beneficiamento e comercialização.

Tratamentos	Firmeza polpa (N/cm ²)	SST (%)	Acidez titulável (meq/100ml)	Degener. interna (%)	Escaldadura (%)	Podridões (%)
Testemunha	56,0a	13,7a	3,1a	0 d	1,9ab	0a
10/5D	52,0 b	13,1 b	3,2a	3,2 cd	3,2a	1,6a
10/10D	47,1 c	12,7 b	3,0a	13,7 bc	3,4a	2,6a
10/15D	50,3 bc	13,1 b	2,9a	4,1 cd	0 b	0a
15/5D	58,3a	12,7 b	3,1a	10,6 bcd	0 b	4,0a
15/10D	52,5 b	12,6 b	3,0a	18,1ab	0,9b	3,7a
15/15D	51,1 b	13,0 b	3,0a	25,3a	0 b	0a

*Tratamentos com médias não seguidas pela mesma letra na vertical, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de erro.

Frutos com **escaldadura** só foram verificados na segunda avaliação (Tabela 3). A testemunha e os tratamentos com aplicação de 10% de CO₂ apresentaram sintomas sendo, no entanto, controlada quase que totalmente com os tratamentos com 15% de CO₂. Não foi encontrado na literatura nenhuma referência sobre controle de escaldadura com alto CO₂, pelo contrário, BRAMLAGE *et al.* (1977) verificaram danos externos na cv. McIntosh com a aplicação de 12% de CO₂ por duas semanas.

A ocorrência de **podridões** (Tabela 2) foi de certa forma controlada nos tratamentos com alto CO₂ (15%) na avaliação realizada na abertura das câmaras. Na segunda avaliação (Tabela 3), no entanto, ficou evidente em alguns tratamentos que o alto CO₂

estimulou a ocorrência de podridões, provavelmente provocando danos aos tecidos da epiderme, que se tornaram sensíveis a penetração de fungos.

CONCLUSÕES

A aplicação de altas concentrações de CO₂ no período inicial de armazenamento de 'Golden Delicious', diminui a escaldadura, distúrbio pouco comum nesta cultivar, porém, aumenta a degenerescência interna e pouco influencia a firmeza de polpa, SST e podridões. Por esta razão, não é recomendável o uso desta técnica para a cv. Golden Delicious em escala comercial.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS) e a Empresa Rasip, pelo financiamento deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAMLAGE, W.J., BAREFORD, P.H., BLANPIED, G.D. *et al.* Carbon dioxide treatments for 'McIntosh' apples before CA storage. *J Amer Soc Hort Sci*, Alexandria, v. 102, n. 5, p. 658-662, 1977.
- BRASILIAN MINISTRY OF AGRICULTURE, SUPPLY AND AGRARIAN REFORM. **FRUPEX, Brazilian fruits: an illustrated guide for importers.** Brasília, p. 08, 1994.
- COUEY, M. The commercial use of a prestorage carbon dioxide treatment to retain firmness quality in Golden Delicious. *Proc Wash Sci* p. 81-84, 1994.
- COUEY, M., OLSEN, K.L. Storage response of 'Golden Delicious' apples after high-carbon dioxide treatment. *J Amer Soc Hort Sci*, Alexandria, v. 100, n. 2, p. 148-150, 1975.
- EBERT, A. **Palestras do II curso sobre a cultura da macieira.** EMPASC, Caçador, p. 129-134, 1984.
- LAU, O.L., LOONEY, N.E. Effects of a prestorage high CO₂ treatment on British Columbia and Washington State 'Golden Delicious' apples. *J Amer Soc Hort Sci*, Alexandria, v. 103, n. 3, p. 341-344, 1978.
- LAU, O.L., MEHERIUK, M., OLSEN, K.L. Effects of "rapid CA", high CO₂ and CaCl₂ treatments on storage behavior of 'Golden Delicious' apples. *J Amer Soc Hort Sci*, Alexandria, v. 108, n. 2, p. 230-233, 1983.
- MEHERIUK, M. Treatment of 'Golden Delicious' apples with CO₂ prior to CA storage. *Can J Plant Sci*, Canada, v. 57, p. 467-471, 1977.
- MEHERIUK, M. The effect of harvest date on the responses of Golden Delicious apples to CO₂ treatment. *Can J Plant Sci*, Canada, v. 59, p. 531-534, 1979.