

INFLUÊNCIA DE MÉTODOS DE MANUTENÇÃO DO NÍVEL DE CO₂ NA QUALIDADE DE MAÇÃS FUJI EM ATMOSFERA CONTROLADA

BRACKMANN, Auri & LUNARDI, Rosangela

UFSM/CCR/Dept^o de Fitotecnia - Núcleo de Pesquisa em Pós-Colheita - Campus Universitário - CEP 97119-900
Tel. (055)2211616 - Santa Maria/RS.
(Recebido para publicação em 02/06/96)

RESUMO

Avaliou-se a qualidade de maçã Fuji, armazenada em câmaras frigoríficas de atmosfera controlada, nas quais a redução da concentração de CO₂ foi feita pela diluição com fluxo de nitrogênio ou pela absorção do CO₂ por cal hidratada. Os frutos permaneceram nas concentrações de 0,65%CO₂ e 1,6%O₂, à temperatura de 1°C. Após nove meses de armazenamento, não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os dois métodos de eliminação de CO₂ nos parâmetros de firmeza de polpa, sólidos solúveis totais, acidez titulável, degenerescência da polpa e podridões, tanto na saída dos frutos das câmaras, como após sete dias de exposição à temperatura ambiente (31°C). A eliminação do CO₂ com um fluxo contínuo de nitrogênio foi tão eficiente quanto o método tradicional de absorção do CO₂ com cal hidratada na manutenção da qualidade da maçã Fuji.

Palavras-chave: maçã, armazenamento, eliminação de CO₂, atmosfera controlada.

ABSTRACT

INFLUENCE OF CO₂ LEVELS MAINTENANCE METHODS ON 'FUJI' APPLE QUALITY IN CONTROLLED ATMOSPHERE CONDITIONS. The experiment was conducted with the aim to evaluate the quality of 'Fuji' apples in CA storage with CO₂ elimination with a nitrogen flow and absorption with hydrated lime. The fruits were stored in 0,65%CO₂ and 1,6%O₂, at 1°C. After nine months of storage there was no statistic difference among the two methods of CO₂ elimination on fruits firmness, total soluble solids (TSS), titratable acidity, internal breakdown and rot incidence at opening of the chambers as after seven days in shelf life (31°C). The elimination of CO₂ with nitrogen flow was so efficient as the traditional method of CO₂ absorption with hydrated lime on the maintenance of quality of 'Fuji' apples.

Key words: apple, storage, CO₂ absorption, controlled atmosphere.

INTRODUÇÃO

O armazenamento de maçãs em atmosfera controlada (AC), obtida mediante a redução da concentração de O₂ e aumento da concentração de CO₂ na câmara, permite manter a qualidade das maçãs durante períodos de até 12 meses. Durante este período o processo respiratório, embora bastante reduzido, produz CO₂ que se acumula na atmosfera da câmara. Em altas concentrações este gás danifica os frutos, promovendo escurecimento da polpa. Para sua eliminação da câmara, utiliza-se, tradicionalmente no Brasil, absorvedores de carvão ativado ou armazenamento de cal hidratada no interior da câmara, que reage com o CO₂. EKSTEEN & VAN BODEGON (1989) recomendam o uso de sacos de cal empilhados dentro da câmara e envoltos por uma cobertura de polietileno, removendo-se à medida que o cal satura. A quantidade de sacos de cal depende da cultivar. Segundo estes mesmos autores, o cal fornece resultados satisfatórios mas não durante todo o período de armazenamento, devido a saturação parcial ou total do cal.

Nos EUA e na Europa utiliza-se a injeção constante ou intermitente de nitrogênio em forma de gás nas câmaras de AC, eliminando o CO₂ através do princípio da diluição. Este nitrogênio é obtido através de equipamentos PSA ("Pressure Swing Adsorption"), membranas separadoras de ar, ou ainda, como resto na produção industrial de oxigênio.

Autores como CAVALIERI et al. (1989), BRIAN (1989) e DILLEY (1989) afirmam que o nitrogênio pode ser usado em câmaras de atmosfera controlada para eliminar o CO₂ satisfatoriamente. Segundo BRIAN (1989), pode-se usar sacos de cal e injeção de nitrogênio concomitantemente, no momento da instalação da AC e, como o cal perde a eficiência de absorção de CO₂, a eliminação passa a ser feita somente com nitrogênio. Segundo o autor, este método é utilizado porque reduz o custo inicial com o nitrogênio.

DILLEY (1989) ressalta, também, que o uso isolado do PSA ou sistema de membranas é muito dispendioso, tanto para diluir o O₂ na instalação da atmosfera, como para eliminar o CO₂, mas usado em conjunto com cal seco reduz os custos, além de ser uma boa alternativa para o armazenamento em AC.

WERNER (1989) relatou que os custos totais de investimentos no equipamento PSA são mais baixos quando comparados com o nitrogênio líquido e foi otimista em afirmar que o nitrogênio líquido será bastante usado nos próximos anos no Brasil devido sua maior eficiência.

Adsorvedores de carvão ativado são os equipamentos mais utilizados para eliminar o CO₂ no armazenamento de maçãs no Brasil, mas têm baixa eficiência de adsorção quando as concentrações de CO₂ estão abaixo de 1%, implicando em aumento de custos. Além disso, o uso durante longos períodos aumenta a concentração de O₂ devido a constante "lavagem" do adsorvedor com ar para eliminação do CO₂ adsorvido no carvão ativado.

O uso de cal hidratada no interior das câmaras é outra forma para eliminar o CO₂, e é convencionalmente utilizado para a maçã cv. Fuji. Entretanto, essa utilização apresenta aspectos negativos como a ocupação de espaço da câmara, que poderia ser utilizado para o armazenamento de frutas e, além disso, a saturação do cal antes da data prevista para a comercialização das frutas torna necessária a abertura da câmara para troca do cal e nova instalação da atmosfera.

O uso nitrogênio, como forma de eliminação do CO₂ das câmaras, é pouco usado no Brasil, devido, principalmente, à falta de informações e trabalhos científicos que comprovem a eficiência e economicidade deste método.

O objetivo do presente trabalho foi de comparar o efeito da eliminação de CO₂ da câmara frigorífica de AC com um fluxo de nitrogênio ou com cal hidratada sobre a qualidade da maçã cv. Fuji.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Núcleo de Pesquisa em Pós-colheita (NPP) do Departamento de Fitotecnia da UFSM. Os frutos da cv. Fuji, provenientes de um pomar comercial da empresa Rasip de Vacaria - RS, foram armazenados em mini-câmaras frigoríficas de atmosfera controlada (AC) com volume de 232 litros, na temperatura de 1°C. A umidade relativa (UR) no interior das câmaras permaneceu em torno de 97%.

O delineamento experimental usado foi inteiramente casualizado, com três repetições e a unidade experimental composta de 30 frutos. A redução diária da concentração de CO₂ nas câmaras foi feita através da absorção por meio de cal hidratada ou fluxo de nitrogênio.

Para manutenção das concentrações desejadas dos gases nas câmaras, foi realizada uma análise diária com analisadores de CO₂ e O₂, marca Agri-datalog. As concentrações dos gases variaram devido à respiração dos frutos. O nível de CO₂ foi mantido com absorvedor com cal hidratada, instalado externamente à câmara, pelo qual foi bombeado o gás da câmara até atingir a concentração de CO₂ pré-estabelecida. O tratamento com eliminação do CO₂ com um fluxo de nitrogênio, este foi obtido de cilindros metálicos de alta pressão, fornecidos pela empresa White Martins sendo umedecido antes de ser injetado nas câmaras. Nos dois métodos foram mantidas as concentrações de 0,65%CO₂ e 1,6%O₂ durante os nove meses de armazenamento. Para a manutenção das concentrações de O₂, foram realizadas injeções diárias de ar nas câmaras, para compensar o oxigênio consumido pela respiração dos frutos.

Após nove meses de armazenamento, na abertura das câmaras e após sete dias de exposição dos frutos à temperatura ambiente (31°C), para simular o período de comercialização, foram avaliadas as características físico-químicas dos frutos. Os parâmetros avaliados foram:

a) Firmeza da polpa, determinada com auxílio de um penetrômetro motorizado, com ponteira de 11mm de diâmetro em dois lados opostos na região equatorial da maçã, onde foi previamente retirada a epiderme.

b) SST, determinados com uso de refratômetro manual do suco extraído, em centrífuga elétrica, de fatias transversais da parte central dos frutos .

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

d) Degenerescência da polpa, distúrbio fisiológico comum na maçã 'Fuji', determinada através da visualização de manchas escuras na polpa dos frutos submetidos a diversos cortes transversais, que permitiram expôr o interior do fruto para avaliação.

e) Podridões, avaliadas através da contagem do número de frutos com lesões características de ataque de fungos, considerando-se podres os frutos com lesões com diâmetro iguais ou superiores a 0,5cm.

f) Perda de peso, avaliada através da diferença de peso do início do armazenamento e na saída dos frutos

da câmara, bem como o peso após sete dias de exposição à temperatura ambiente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados obtidos, observou-se que a firmeza da polpa não diferiu entre os métodos de eliminação de CO₂, tanto na abertura da câmara (Tabela 1) quanto após sete dias de exposição dos frutos à temperatura ambiente (Tabela 2). O método de eliminação de CO₂, com fluxo de nitrogênio, manteve a firmeza da polpa mais elevada, sem haver, no entanto, diferença estatisticamente significativa.

Os teores de SST e acidez titulável não diferiram estatisticamente entre os métodos de eliminação de CO₂ nas duas

épocas de avaliação, entretanto, na abertura da câmara, a absorção com cal apresentou melhores resultados, enquanto que após sete dias, os melhores resultados foram encontrados com a injeção de nitrogênio, embora também não havendo diferença

estatística.

Também não foi verificada diferença significativa na perda de peso entre os métodos de eliminação de CO₂, evidenciando que o fluxo contínuo de nitrogênio umedecido não causou desidratação e perda de peso dos frutos, como se poderia esperar.

Os resultados evidenciaram que a utilização de um fluxo de nitrogênio é tecnicamente viável para eliminação de CO₂ nas câmaras de AC com maçã 'Fuji', apresentando, inclusive, tendências de manter melhor a qualidade dos frutos. A decisão da utilização de nitrogênio para eliminação de CO₂, a nível comercial, dependerá unicamente da viabilidade econômica. Para isso, são necessárias avaliações de custo do nitrogênio produzido por equipamentos PSA, membranas separadoras de ar ou nitrogênio líquido proveniente da indústria produtora de oxigênio.

TABELA 1 - Qualidade da maçã 'Fuji' com diferentes formas de eliminação de CO₂ das câmaras, após oito meses de armazenamento em atmosfera controlada.

Eliminação de CO ₂	Firmeza de Polpa (N/cm ²)	SST (°Brix)	Acidez (meq/100ml)	Perda de Peso (%)
Diluição com N	16,73 a	14,23 a	3,27 a	6,25 a
Absorção com cal	16,63 a	14,47 a	3,49 a	7,81 a

Médias não seguidas pela mesma letra, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 2 - Qualidade da maçã 'Fuji' com diferentes formas de eliminação de CO₂ das câmaras, após oito meses de armazenamento em atmosfera controlada e sete dias de exposição à temperatura ambiente (31°C).

Eliminação do CO ₂	Firmeza de Polpa (N/cm ²)	SST (°Brix)	Acidez (meq/100ml)	Perda de Peso (%)
Diluição com N	16,72 a	15,40 a	2,95 a	29,45 a
Absorção com cal	16,06 a	15,37 a	2,73 a	31,33 a

Médias não seguidas pela mesma letra, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

A eliminação de CO₂ de câmaras frigoríficas de AC, durante o armazenamento de maçãs 'Fuji', através de um fluxo de nitrogênio, mantém a qualidade da fruta em condições semelhantes à maçã armazenada em AC com eliminação do CO₂ através do método tradicional, com a utilização de cal hidratada. A utilização de nitrogênio, para eliminação do CO₂ de câmaras comerciais de AC, dependerá da sua viabilidade econômica.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à empresa White Martins pelo financiamento do presente projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRIAN, R.J. Liquid nitrogen and gaseous nitrogen CA applications Pacific Northwest 1980-1989. In: FIFTH INTERNACIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE

- RESEARCH CONFERENCE, Washington, USA, **Proceedings...** Washington, v.1, p.395-399, 1989.
- CAVALIERI, R.P., CHIANG, W.C., WAELTI, H. Nitrogen scrubbing of CA storages: A simulation study. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.32, n.5, p.1709-1714, 1989.
- DILLEY, D.R. Air separator technology development for controlled atmosphere storage. In: FIFTH INTERNACIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, Washington, USA, **Proceedings...** Washington, v.1, p.409-418, 1989.
- EKSTEEN, G.J., VAN BODEGON, P. Current state of CA storage in Southern Africa. In: FIFTH INTERNACIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, Washington, USA, **Proceedings...** Washington, v.1, p.487-494, 1989.
- WERNER, R.A. Current status of controlled atmosphere storage in Brazil. In: FIFTH INTERNACIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, Washington, USA, **Proceedings...** Washington, v.1, p.509-515, 1989.