

AValiação de Altas Concentrações de CO₂ na Qualidade de Mamões para a Inserção na Produção Integrada de Frutas

SAMUEL P. OLIVEIRA¹; JOSÉ M. M. SIGRIST²; ELIANE A. BENATO³;
ESTEVO POLITANO⁴

N.º 0701018

RESUMO

A Comunidade Européia está forçando a fruticultura brasileira a encontrar alternativas aos métodos químicos de controle de doenças, sob pena de perder mercados. Um dos possíveis meios seria através do emprego de altos níveis de CO₂. Assim, o objetivo desse estudo foi o de avaliar a influência de altos níveis de CO₂ no metabolismo, amadurecimento e no controle de antracnose e podridão peduncular em mamões 'Golden'. Os mamões, provenientes do Espírito Santo, foram mantidos em frascos herméticos a 25±1°C e 90±5% UR, com fluxo contínuo (2 L h⁻¹) de misturas gasosas em seus interiores. Os níveis de CO₂ empregados foram: 0% (controle), 10%, 20%, 30% e 50% CO₂ em misturas com 21% O₂ + balanço N₂, em delineamento inteiramente casualizado. Análises físico-químicas foram realizadas aos 0, 2, 4, 6 e 7 dias, quanto ao pH, acidez titulável, cor da polpa e casca, firmeza, °Brix e índice de doenças. As taxas de respiração e de produção de etileno foram determinadas por cromatografia. Níveis de 30 e 50% de CO₂ reduziram a respiração e a produção de etileno, os frutos permaneceram mais firmes e mais verdes, durante os 7 dias e apresentaram maiores luminosidades. A partir do 6º dia, observou-se desenvolvimento de sintomas de doenças nos frutos controle. No 7º dia, os frutos a 50% CO₂, embora com coloração da casca verde, apresentaram elevado índice de doenças. Os a 30% CO₂ também manteve coloração mais verde durante os 7 dias, sem apresentar índice de doenças elevado, sendo, portanto, considerado o melhor tratamento.

Palavras-chave: *Carica papaya* L, antracnose, podridão peduncular, atmosfera controlada

1. Bolsista CNPq: Graduação em Engenharia Agrícola FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP, ✉ samuel.oliveira@agr.unicamp.br
2. Orientador: Pesquisador, GEPC/ITAL, Campinas-SP
3. Orientador: Pesquisador, GEPC/ITAL, Campinas-SP
4. Colaborador: Bolsista CNPq

ABSTRACT

The European Community is forcing the Brazilian fruit production to find alternatives to the chemical methods of disease control otherwise a market loss can happen. One of the possible ways would be through the use of high CO₂ levels. Thus, the objective of this study was to evaluate the influence of high CO₂ levels in the metabolism, ripening process and in controlling anthracnose and stem-end rot in papaya 'Golden'. Fruits from the State of Espírito Santo were placed in air-tight bottles at 25±1°C and 90±5%UR, with continuous flow (2 L h⁻¹) of the following gas mixtures: 0% (control), 10%, 20%, 30% and 50% CO₂ + 21% O₂ + N₂ in a completely randomized design. Physical-chemical analysis had been carried at 0, 2, 4, 6 and 7 days, as for pH, acidity, °Brix, peel and pulp color, firmness and disease index. The respiration rate and production of ethylene had been determined by chromatography. CO₂ at 30% and 50% had reduced the respiration rate and production of ethylene, the fruits remained firmer and greener during the 7- day-trial and had presented higher L values. On the 6th day, disease symptoms developed on the control fruits. On the 7th day, fruits at 50% CO₂ presented the highest disease index although they were green. Fruits kept at 30% CO₂ presented green color and a lower disease index, therefore, it was considered the best treatment.

Keyword: *Carica papaya* L; anthracnose, stem-end-rot, controlled atmosphere

INTRODUÇÃO

A estimativa do balanço da fruticultura brasileira indicava um fechamento, em 2006, de US\$480 milhões contra os US\$440 milhões, em 2005, com o mesmo volume de 830 mil toneladas do ano anterior. Em 2006, um dos principais assuntos em pauta foram as barreiras fitossanitárias impostas, principalmente, pela União Européia, que está obrigando o setor a encontrar soluções, sob pena de perder mercados (Instituto Brasileiro de Frutas, 2006).

Embora as exportações brasileiras de frutas frescas tenham crescido mais de 200% nos últimos seis anos, a participação do país no mercado mundial é pequena. As vendas externas da fruticultura nacional correspondem a 1,6% em divisas e 2% em volume sobre as exportações mundiais do setor. No ranking do comércio exterior da cadeia produtiva, o Brasil ocupa o 20º lugar entre os exportadores, num mercado que movimenta cerca de US\$ 21 bilhões/ano, representando um consumo de quase 40 milhões de toneladas. A meta do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento é elevar as exportações de frutas frescas para US\$ 1 bilhão até 2010. Para tanto, o Brasil está investindo em programas de

sanidade (controle de doenças e insetos), modernização do processo de produção e marketing internacional (IBRAF, 2004). Uma das principais ações para aumentar a participação da fruticultura brasileira no comércio global é o Sistema de Produção Integrada (PIF). Ele prevê cultivo de frutas de alta qualidade e sanidade, seguindo normas de sustentabilidade ambiental, segurança alimentar e viabilidade econômica, mediante o uso de tecnologias não agressivas ao meio ambiente e ao homem (Andrigueto & Kososki, 2003).

Com base neste contexto, a utilização de agrotóxicos para controle de doenças pós-colheita, principalmente antracnose e podridão peduncular em mamão, fica comprometida, fazendo-se necessário a adoção de outras técnicas para o controle destas doenças. Uma forma alternativa é através da modificação da atmosfera onde o produto está, ajuste das concentrações de O₂ e CO₂. Altos teores de CO₂ podem ter um grande efeito inibidor sobre as doenças de pós-colheita, além de poder influenciar o metabolismo e diminuir a sensibilidade do fruto ao dano pelo frio.

MATERIAL E MÉTODOS

Mamões “Golden”, provenientes de pomares da Gaia Importação e Exportação Ltda – Linhares – ES, colhidos nos estádios 2 e 1 de maturação foram utilizados para os Experimentos I e II, respectivamente. Os frutos foram retirados da CEAGESP (SP), no exato momento em que o caminhão chegava de viagem, eles foram especialmente colhidos para a realização desses experimentos. Dessa forma, nenhum tratamento pós-colheita foi realizado pela Empresa e o período de transporte, em caminhão baú, foi de aproximadamente 18 horas. Após a seleção, os mamões foram grupados dois a dois, pesados e colocados em frascos de vidro de 2.5 L de capacidade e os espaços livres no interior dos frascos foram determinados. Ao todo foram utilizados 20 frascos de vidro, cada um contendo dois mamões, para que cada um dos 5 tratamentos (percentagem de CO₂) tivesse 4 repetições.

Após serem fechados com tampas plásticas herméticas, contendo dois furos (para entrada e saída de gases), os frascos foram conectados a fluxocentros (modificado de Claypool & Keefer, 1942; Calbo, 1989), instalados em câmara frigorífica a 25°C. As atmosferas controladas continham 0, 10, 20 30 e 50% CO₂ sempre com 21%O₂ e balanço N₂. O fluxo de ar e de cada mistura gasosa foi de aproximadamente 2 L h⁻¹ para cada uma das repetições. As taxas de produção de gás carbônico e de etileno foram determinadas utilizando-se 500 µL de ar retirados de cada um dos frascos, com o auxílio de uma seringa à prova de vazamentos (“gas tight”), em sistema fechado, por 2 ou 3 horas (ESCALONA et al., 2006).

As amostras de gás foram injetadas em um Cromatógrafo a Gás, marca Varian, modelo Star 3400.

Para as análises físico-químicas, 10 mamões foram colocados em frascos de 6 L de capacidade e conectados às diferentes composições gasosas ($\sim 5 \text{ L h}^{-1}$), através de fluxocentros. Estas análises foram realizadas aos 0, 2, 4, 6 e 7 dias de permanência dos frutos a 25°C. As seguintes análises físicas e químicas foram realizadas:

- a. **pH**: determinado por leitura direta em pHmetro digital da Micronal, modelo B-274;
- b. **acidez titulável**: determinada pela titulação potenciométrica com NaOH 0,1N até pH 8,1 de 10g de suco diluído em 90 mL de água destilada, sendo que os resultados estão expressos em mg de ácido cítrico g^{-1} amostra (CARVALHO *et al.*, 1990).
- c. **sólidos solúveis**: determinado com um refratômetro Atago (modelo N1) com escala de 0 a 32°Brix – em sucros retirados, com auxílio de espátula, das partes medianas das duas metades dos mamões, cortadas transversalmente;
- d. **firmeza (resistência da polpa à penetração)** - medida em dois pontos, opostos, na região equatorial dos frutos através do analisador de textura TAXT-2i da Stable Micro System (SMS), com ponteira cilíndrica de 8 mm, a uma taxa de deformação de 1 mm s^{-1} e penetração máxima de 9 mm;
- e. **cor da casca**: medida com colorímetro MINOLTA CR 300 utilizando-se o sistema L, a, b, em quatro pontos; sendo 02 opostos, logo abaixo da região basal (peduncular) e os outros, também opostos, logo acima da região apical do fruto.
- f. **cor da polpa**: medida e determinada da mesma forma que a cor da casca, em duas metades da fruta, cortada transversalmente.
- g. **Índice de doenças**: determinado através de um sistema de notas para a área afetada pelo fungo, para cada fruto.

Essas análises foram realizadas em cada um dos 10 frutos contidos nos frascos, sendo que cada fruta foi considerada uma repetição. Os resultados de cada parâmetro analisado foram submetidos à análise de variância, em esquema inteiramente casualizado e as médias obtidas de cada tratamento comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0.05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados aqui são do Experimento II, que teve um período de 7 dias a 25°C. Os tratamentos de controle e 10% CO_2 apresentaram o mesmo comportamento respiratório, produzindo maior quantidade de CO_2 que os demais. A partir do 3º dia, observa-

se que a produção de etileno dos frutos controle e dos submetidos a 10% de CO₂ era maior do que a dos mamões mantidos em níveis maiores de CO₂, afirmando que a produção autocatalítica de etileno pode ser inibida por meio de altas pressões parciais de CO₂. No 5º dia, houve um aumento significativo na produção de etileno de mamões que permaneceram todo o tempo em ar ambiente (0,03%). Esse aumento coincide com um dos maiores níveis da taxa de produção de CO₂ sugerindo que nesse dia os frutos alcançaram o climatérico.

Nesse Experimento o pH dos frutos variou de 5,8 a 6,6. O gás carbônico aumenta o pH de mamões 'Golden'. Especialmente 50% CO₂, sempre faz com que os frutos apresentem pH maior do que o dos frutos controle. A medida que o pH aumentou, o valor de acidez diminuiu. Os teores de sólidos solúveis, de 12 a 13º Brix, estão entre os encontrados por CIA (2005) e BRON (2006). A primeira autora relata valores de 13,3º Brix e a segunda, entre 11 e 12,8ºBrix. Verifica-se decréscimo acentuado na firmeza dos frutos durante os dois primeiros dias a 25°C. Porém, no presente estudo, nem todos os frutos tiveram essa perda significativa de firmeza, em tão pouco tempo. Mamões submetidos aos tratamentos com 30% e 50% CO₂, mantiveram-se mais firmes, durante os 7 dias a 25°C. Observam-se as diferenças existentes na luminosidade dos frutos submetidos a 50% ou 30% CO₂ e aqueles que permaneceram no ar ambiente ou em 10% CO₂. A luminosidade dos mamões submetidos às maiores concentrações de gás carbônico manteve quase que inalterada durante os 7 dias a 25°C. Isto porque permaneceram verdes por todo o período de experimentação. Os frutos do tratamento controle apresentaram ascensão nos valores de Chroma, indicando que os mesmos estavam com cor mais viva, mais intensa, como é a amarela, de mamões completamente maduros. Nota-se que a partir do 4º dia, o chroma dos frutos controle tendeu a diminuir, significando que de amarelo vivo começou a passar para amarelo mais escuro. A luminosidade desses frutos também começou a decrescer. a cor da polpa de mamões 'Golden' recebidos no estágio 1 de maturação, não sofreu grande alteração durante os 7 dias a 25°C. Embora a luminosidade dos frutos controle fosse sempre menor que as dos mamões submetidos a 50% CO₂, a variação durante todo o experimento foi muito pequena. Da mesma forma, comportou-se o ângulo Hue, que se manteve quase constante durante os 7 dias. Os sintomas de doença começaram a se manifestar nos mamões do tratamento controle a partir do 6º dia. Os submetidos à diferentes níveis de CO₂ tiveram uma maior resistência no desenvolvimento de microrganismos. Isso porque, no 7º dia, todos os tratamentos apresentaram avanço de doenças, com destaque para o tratamento de 50% de CO₂, que registrou um aumento significativo em relação aos demais que não se diferenciaram entre si. Esse aumento deve-se a algum distúrbio fisiológico que a longa exposição a alto nível de CO₂ causou nos frutos, permitindo então um maior desenvolvimento de doenças.

CONCLUSÃO

Os resultados encontrados até o presente momento indicam que mamões 'Golden' beneficiaram-se de níveis elevados de CO₂, em nível de 30%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIGUETO, J.R. & KOSOSKI, A.R. Desenvolvimento e conquistas da produção integrada de frutas no Brasil. In: SEMINÁRIO NACIONAL-COMÉRCIO INTERNACIONAL DE FRUTAS. Campinas: ITAL, Campinas – SP. p.1-8. 2003.

BRON, I. **Amadurecimento do mamão 'Golden': ponto de colheita, bloqueio da ação do etileno e armazenamento refrigerado**. Piracicaba, 2006. 67p. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo.

CARVALHO, C. R. L.; MANTOVANI, D. M. B.; CARVALHO, P. R. N. ; MORAES, R. M. M. **Análises Químicas de Alimentos**. Campinas: ITAL , 121p, 1990.

CIA, P. **Avaliação de agentes bióticos e abióticos na indução de resistência e no controle pós-colheita de Antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em mamão (*Carica papaya*)**. Piracicaba, 2005. 187p. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo.

ESCALONA, V.H.; AGUAYO, E.; ARTÉS, F. Metabólic activity and quality changes of whole and fresh-cut kohlrabi (*Brassica oleracea* L. *gongylodes* group) stored under controlled atmospheres. **Postharvest Biology and Technology**, v.41, p.181-190, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. A cadeia produtiva da fruticultura – termo de referência. Instituto Brasileiro de Fruticultura. São Paulo: IBRAF, 2004. 61p.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP, CNPq/PIBIC, ITAL/GEPC, AIR LIQUIDE BRASIL LTDA, e à todos os outros que colaboraram com o projeto.