

INFLUÊNCIA DA ATMOSFERA MODIFICADA E METILCICLOPROPENO (1-MCP) SOBRE A TAXA RESPIRATÓRIA DE MAMÃO EM PÓS-COLHEITA

ARIANE CASTRICINI¹; REGINA CELI CAVESTRÉ CONEGLIAN²; JOSÉ CARLOS POLIDORO³

1. Bolsista CAPES/UFRuralRJ, Discente do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia – Departamento de Fitotecnia/UFRRJ; 2. Professor Adjunto, Departamento de Fitotecnia, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Cep 23890-000, Seropédica, RJ; 3. Bolsista PRODOC/CAPES – Departamento de Fitotecnia, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Dr.

RESUMO

O mamão é um fruto climatérico e sua vida de prateleira está relacionada com o aumento da taxa respiratória em pós-colheita. Assim, no presente trabalho, mamões foram tratados com película de fécula de mandioca a 3% e submetidos a aplicação do antagonista competitivo do etileno, o metilciclopropeno (1-MCP), a 0,14%. Metade dos frutos foram armazenados sob condição ambiente e a outra sob refrigeração de 12°C durante sete dias, e avaliados quanto ao comportamento respiratório. Sob refrigeração, o tratamento com liberação de 1-MCP, induziu menor taxa respiratória de frutos, ao longo do período de armazenamento. A taxa respiratória foi reduzida em frutos tratados com 1-MCP mais película de fécula de mandioca e nos tratados apenas com película, em temperatura ambiente.

Palavras-chave: *Carica papaya*, fécula de mandioca, amadurecimento.

ABSTRACT

INFLUENCE OF THE MODIFICATED ATMOSPHERE AND METILCICLOPROPENE (1-MCP) ON THE POST-HARVEST RESPIRATORY RATE OF PAPAYA

Papaya is a climateric fruit and its conservation is related with respiration rate extension at postharvest. Papaya fruits were treated with cassava starch at 3% and submitted to a competitive ethylene antagonic, the methylcyclopropene (1-MCP), applied at a concentrations of 0,14%. Fruits were stored at room temperature or at 12°C under refrigeration during seven days, when respiration rate was evaluated. Under refrigeration, 1-MCP reduced respiration rate, during the storage period. The respiration rate was lower in fruits treated with 1-MCP plus cassava starch or with cassava starch only, at room storage.

Key words: *Carica papaya*, cassava starch, ripening

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de mamão (*Carica papaya* L.), com cerca de 25% do total produzido em 2002, em relação aos outros países produtores (FNP, 2004). Por ser um fruto climatérico, apresenta aumento marcante na liberação de CO₂ no final da maturação; tendo os eventos naturais, que levam ao amadurecimento e senescência acelerados, como, coloração, aroma, sabor e textura. Isso caracteriza-o como um fruto bastante perecível em pós-colheita (Paull, 1993). Dada essa perecibilidade, o controle do amadurecimento é fundamental para o aumento na vida útil após a colheita, visando o mercado interno e exportação (Jacomino, 2002). De acordo com o mesmo autor, o etileno está envolvido na aceleração do amadurecimento e senescência de frutos

climatéricos. Em determinado estágio da maturação, o etileno liga-se ao seu receptor na célula, um complexo protéico-enzimático, e desencadeia uma série de eventos que culminam com o amadurecimento e senescência dos frutos (Burg & Burg, 1967; Lelièvre *et al.* 1997). O 1-metilciclopropeno (1-MCP ou C₄H₆) é um composto volátil que tem demonstrado ser um potente inibidor da ação do etileno, de acordo com Serek *et al.* (1995), retardando o amadurecimento (Fan *et al.* 2000; Argente *et al.* 2001; Dong *et al.* 2002; Watkins *et al.* 2002). Resultados experimentais têm relatado efeitos do 1-MCP sobre o retardo do amadurecimento em maçãs Fuji e abacates cv. Quintal, aumento da vida de prateleira de mamões “Sunrise Solo”, a atividade respiratória e atraso do pico da produção de etileno em melões tipo Galia, (Aagenta *et al.* 2001; Jacomino *et al.* 2002; Kluge *et al.* 2002; Lima *et al.* 2004;). O uso de

películas (filmes) comestíveis é uma proposta recente, utilizando-se como matéria-prima os derivados da amilose, da celulose ou do colágeno. Podem ser usadas diretamente sobre os alimentos, que poderão ser consumidos ainda com a película (Bobbio & Bobbio, 1984). Filmes comestíveis, derivados do amido, começaram a ser estudados de forma mais intensiva, sendo a fécula de mandioca selecionada como matéria-prima mais adequada (Cereda *et al.* 1992). Os mesmos autores relatam o uso de película de amido de milho e de fécula de mandioca a 2%, em substituição à cera comercial Mobilcer da Mobil óleo do Brasil, para a aplicação como tratamento pós-colheita, em mamões sob condições ambiente. Os resultados mostraram que a utilização do amido e da fécula não ocasionou efeitos nocivos quando comparados ao tratamento com cera, além de serem efetivos na redução de massa fresca dos frutos. De acordo com Oliveira & Cereda (2003), não foi observada diferença no comportamento respiratório de frutos de pêssago cobertos por película de fécula em relação aos frutos submetidos aos demais tratamentos. Portanto, os picos de respiração climática mantiveram-se iguais, e o uso de película mostrou-se eficaz na redução das taxas respiratórias de goiaba e pepino (Oliveira, 1999; Vicentini, 1999). O objetivo deste trabalho, foi avaliar o comportamento respiratório de mamão (*Carica papaya* L.), submetidos a aplicação de 1-MCP (metilciclopropeno) e envolvidos por película de fécula de mandioca a 3%, em pós-colheita.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados mamões (*Carica papaya* L.) da cultivar Solo, oriundos de um pomar comercial em Sooretama/Espírito Santo (ES), e colhidos em maio de 2004 em estádio pré-climático (frutos com coloração verde, porém fisiologicamente desenvolvidos). Os mesmos foram levados para o Laboratório de Pós-Colheita do Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia/UFRuralRJ, onde foram submetidos aos seguintes tratamentos: T1-Controle; T2-Exposição ao 1-MCP (1-metilciclopropeno), da formulação em pó de SmartFresh na concentração de 0,14%, obtendo-se assim, a concentração de 100 ppb de 1-MCP (dose recomendada para *Carica papaya* L., na época das águas), de acordo com Manual de Procedimentos Padrões de Operações da Agrofresh Inc.- América Latina. Para isto, os frutos foram colocados em caixas plásticas herméticas, medindo 0,06076m³, no interior destas (caixas), foi colocado um pequeno frasco contendo o 1-MCP (pó molhável), após adição de água aquecida a 40°C e agitação. Após a colocação do frasco, a caixa foi fechada imediatamente para que os frutos fossem expostos ao produto por 12 horas sob temperatura ambiente; T3- Completo envolvimento em película de fécula de mandioca, na concentração de 3%, de acordo com Henrique (1999). T4- Exposição ao

1-MCP e completo envolvimento com película de fécula de mandioca. Após as 12h em câmara hermética, os frutos foram imersos na suspensão de fécula. Feito isto, metade dos frutos foram submetidos à refrigeração de 12°C em câmara tipo B.O.D. e a outra metade deixados em temperatura ambiente (22 a 26°C). A partir daí, os frutos foram avaliados de 12 em 12 horas durante sete dias, sendo submetidos à determinação das taxas respiratórias (eliminação de CO₂), de acordo com Crispim *et al.* (1994), onde foram utilizados 40 recipientes com tampa, com capacidade para 3,8L. Os frutos foram acondicionados no interior dos mesmos e ao lado destes (frutos), dentro dos recipientes, foi colocado um copinho de “café” contendo NaOH 0,5N, que funciona como fixador do CO₂ produzido no processo de respiração. Para evitar trocas gasosas com o meio, as tampas dos recipientes foram envolvidas por película de filme de PVC. Cada tratamento possuiu quatro repetições (um fruto por recipiente), sendo que uma delas constituiu a testemunha, denominada prova em branco, (uma quinta repetição preparada sem fruto). Após 12h, a solução de NaOH foi retirada do recipiente, e recebeu três gotas do indicador fenolftaleína e 10ml de BaCl₂ 0,2N, em um erlenmeyer e foi submetida à titulação com ácido clorídrico a 0,1N, utilizando-se uma bureta de 50ml. O ponto de viragem do indicador, neste caso, foi de cor rósea para branco. A função básica do BaCl₂ é agir como precipitante para carbonatos (CO₃⁼), ficando em solução apenas o hidróxido livre para a titulação pelo HCl. Logo, o volume de HCl gasto na titulação está diretamente relacionado à quantidade de hidróxido livre. O cálculo final da taxa respiratória, em cada tratamento, foi realizado com base na média das quatro repetições, cujo resultado foi expresso em mg de CO₂/g de massa fresca dos frutos, para cada período de exposição (12 em 12h por uma semana), utilizando-se a fórmula:

$$\text{mg CO}_2/\text{g matéria fresca} = \frac{(B - L) \times C}{MF}$$

Onde: B = volume em mL gasto para a titulação do “branco” (recipiente sem o fruto, somente com o copinho contendo o NaOH), e todos os intervalos de tempo tem o seu próprio valor para cada tratamento; L = leitura do volume gasto para neutralizar o NaOH submetido à respiração dos frutos; C = fator de correção (3,52); MF = massa fresca dos frutos no momento das avaliações. Para determinação da taxa respiratória horária, foi utilizada a fórmula:

$$\text{mgCO}_2 \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} = \frac{\text{mg CO}_2/\text{g matéria fresca} \times 1000}{IT}$$

Onde: IT = Intervalo de Tempo entre as titulações (12h).

Foi utilizado o delineamento estatístico inteiramente casualizado, com cinco repetições, usando-se o sistema para análise estatística SAEG. Os efeitos de tratamento foram estudados por análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Frutos mantidos em refrigeração de 12°C: Em geral, quanto mais elevada a temperatura, menor o tempo de armazenamento dos produtos hortícolas, porque a maioria dos fatores que levam às perdas, quantitativas e qualitativas, são acelerados com o aumento da temperatura. Um dos fatores mais importantes, que é influenciado diretamente pela temperatura, é a respiração (Luengo, 2001). De acordo com a Figura 1, os tratamentos não diferiram quanto a influencia nas taxas respiratórias dos mamões armazenados em refrigeração, durante sete dias. Ao longo do período de armazenamento observou-se que os frutos submetidos ao 1-MCP e envolvidos pela película, mostraram tendência de redução na taxa respiratória. Quando aplicado no momento correto, o 1-MCP ocupa os sítios de ligação do etileno e impede seus efeitos, como por exemplo a síntese de enzimas degradativas, aumento na taxa respiratória e a própria produção de etileno (autocatálise) (Jacomino *et al.* 2002). A conservação de um produto hortícola está inversamente relacionada à taxa respiratória, e em muitos casos, com a taxa de produção de etileno (Kader, 1994). Menor taxa respiratória em frutos tratados com 1-MCP também foi observada em maçã, banana e melão, utilizando-se as concentrações de 42 mmol.m⁻³, 1000nl.L⁻¹, 300 e 900 nl.L⁻¹ de 1-MCP, respectivamente (Argenta *et al.* 2001; Pelayo *et al.* 2003; Lima *et al.* 2004).

A tendência de redução da taxa respiratória nos frutos envolvidos por película de fécula, denota que esta tenha exercido o papel de barreira aos gases, como por exemplo, o oxigênio, reduzindo a respiração.

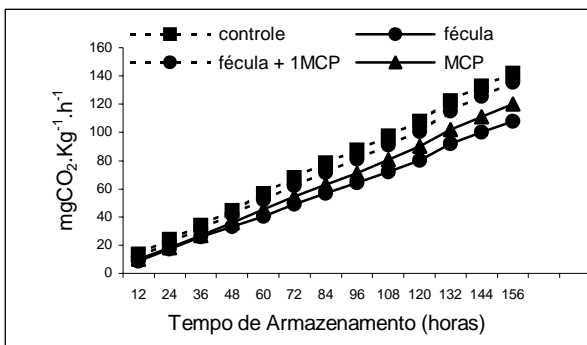


Figura 1 – Efeito do 1-MCP e da película de fécula de mandioca sobre a taxa respiratória acumulada de mamões “Sunrise Solo”, armazenados sob refrigeração a 12°C.

2. Frutos mantidos em temperatura ambiente: Os frutos envolvidos com película de fécula de mandioca e aqueles tratados com 1-MCP + película, apresentaram menores taxas respiratórias (Figura 2). Portanto, as reações comuns ao processo de amadurecimento, foram

minimizadas, mostrando que a fécula funcionou como uma barreira às trocas gasosas, tornando os níveis respiratórios mais baixos. Estes resultados diferiram de Oliveira & Cereda (2003), que observaram que uso da película de fécula de mandioca, em pêssago, não proporcionou redução da taxa respiratória em relação aos frutos não tratados. Frutos tratados apenas com 1-MCP não tiveram suas taxas respiratórias tão reduzidas quanto ao ser associado com a película de fécula, apresentando taxas próximas daqueles do controle, que apresentaram o amadurecimento mais acelerado. O uso da película foi eficaz também em trabalho realizado por Oliveira & Cereda (1999) e Vecentini *et al.* (1999), pois proporcionou redução da taxa respiratória em goiaba e pepino respectivamente.

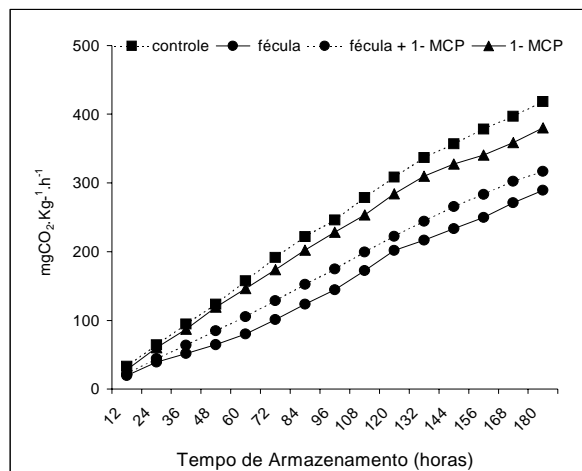


Figura 2 – Efeito do 1-MCP e da película de fécula de mandioca sobre a taxa respiratória acumulada de mamões “Sunrise Solo”, armazenados em temperatura ambiente.

Tabela 1 – Modelos matemáticos para descrição de taxa respiratória de frutos e mamão armazenados em condições ambiente e sob refrigeração de 12°C.

Tratamento	Modelo	R ²
Refrigeração		
Controle	Y = 3,2215 + 0,8115**X ^{1,08189}	0,99***
Fécula	Y = -1,5250 + 0,8115**X ^{1,0189}	0,99***
Fécula + 1-MCP	Y = 1,1621 + 0,8115**X ^{1,0189}	0,99***
1-MCP	Y = 3,2198 + 0,4749**X ^{1,0907}	0,99***
Ambiente		
Controle	Y = -19,6864 + 6,1531**X ^{0,8228}	0,99***
Fécula	Y = 3,5078 + 0,8347**X ^{1,1280}	0,99***
Fécula + 1-MCP	Y = -6,6076 + 2,4367**X ^{0,9448}	0,99***
1-MCP	Y = -27,6472 + 7,0820**X ^{0,7884}	0,99***

,*significativo a 1% e 0,1%, pelo teste t-Student, respectivamente.

CONCLUSÃO

A película de fécula de mandioca a 3% aliada ao 1-MCP na concentração de 0,14% e quando utilizada individualmente, reduziu as taxas respiratórias dos frutos em temperatura ambiente, proporcionando um maior período de conservação dos mesmos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARGENTA, L. C.; MATTHEIS, J.; FAN, X. Retardamento da maturação de maçãs “Fuji” pelo tratamento com 1-MCP e manejo da temperatura. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v. 23, n. 2, p. 270-273, 2001.
- BOBBIO P. A.; BOBBIO F. O. *Material de embalagem*. In: Química de processamento de alimentos. Campinas: Fundação Cargill, Cap. 9, 1984. p. 189 – 202.
- BURG, S. P.; BURG, E. A. Molecular requirements for the biological activity of ethylene. *Plant Physiology*, v. 42, p. 144-152, 1967.
- CEREDA, M. P.; BERTOLLINI, A. C.; EVANGELISTA, R. M. Uso do amido em substituição às ceras na elaboração de “películas” na conservação pós-colheita de frutas e hortaliças: estabelecimento de curvas de secagem In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 7, 1992, Recife. Anais... Recife, 1992. 107 p.
- CRISPIM, J. E.; MARTINS, J. C.; PIRES, J. C.; ROSELEM, C. A.; CAVARIANI, C. Determinação da taxa de respiração em sementes de soja pelo método da titulação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 29, n. 10, p. 1517 - 1521, 1994.
- DONG, L.; LURIE, S.; ZHOU, H. W. Effect of 1-methylcyclopropene on ripening of “Canino” apricots and “Royal Zee” plums. *Postharvest Biology and Technology*. v. 24, n. 2, p. 135-145, 2002.
- FNP. Consultoria & AgroInformativos (São Paulo, SP). *Agrianual: Anuário da agricultura brasileira*. São Paulo, p. 338-412, 2004.
- HENRIQUE, C. M. *Utilização do ethephon e da película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de limão Siciliano (Citrus limon (Linn) Burn)*. Botucatu, SP, 1999. Universidade Estadual Paulista. Dissertação de Mestrado.
- JACOMINO, A. P.; KLUGE, R. A.; BRACKMANN, A.; CASTRO, P. R. C.e. Amadurecimento e senescência de mamão com 1-metilciclopropeno. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.59, n. 2, p. 303-308, 2002.
- KADER, A. A. Postharvest technology of horticultural crops. Oakland: University of Califórnia, 1994, 296p.
- KLUGE, R. A.; JACOMINO, A. P.; OJEDA, R. M.; BRACKMANN, A. Inibição do amadurecimento de abacate com 1-metilciclopropeno. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, n. 7, 2002.
- LELIÈVRE, J. M.; LATCHÉ, A.; JONES, B.; BOUZAYEN, M.; PECH, J. C. Ethylene and fruit ripening. *Physiologia Plantarum*, Lund, v. 101, p. 727-739, 1997.
- LIMA, M. A. C.; ALVES, R. E.; BISCEGLI, C. I.; FILGUEIRAS, H. A. C.; COCOZZA, F. M. Conservação pós-colheita de melões Gália ‘Solar King’ tratados com 1-metilciclopropeno. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 22, n. 1, p. 121-126, 2004.
- LUENGO, R. F. A. Princípios de pós-colheita para aumentar a conservação das hortaliças. In: LUENGO, R.F.A.; CALBO, A. G. (Ed.) *Armazenamento de Hortaliças*. Brasília, DF, Embrapa Hortaliças, 2001, p. 15-32.
- OLIVEIRA, M. A. de; CEREDA, M. P. Efeito da película de mandioca na conservação de goiabas. *Abstrat, Brazilian Journal of Food Technology*, Preprint Serie, n.14, 1999.
- OLIVEIRA, M. A.; CEREDA, M. P. Pós-Colheita de pêssegos (*Prunus pérsica* L. Bastsch) revestidos com filmes a base de amido como alternativa à cera comercial. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 23 (supl): 28-23, 2003.
- PAULL, E. E. Pineapple and papaya. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. (Ed.) *Biochemistry of fruit ripening*. London: Chapman & Hall, 1993, p. 291-323.
- PELAYO, C.; VILAS-BOAS, E. V. B.; BENICHOU, M.; KADER, A.A. Variability in responses of partially ripe bananas to 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology*, v.28, n.1, p. 75-85, 2003.
- SEREK, M.; SISLER, E. C.; REID, M. S. 1-Metilciclopropene, a novel gaseus inhibitor of ethylene action, improves the life of fruit, cut flowers and potted plants. *Acta Horticulturae*, v. 394, p. 337-345, 1995.
- VICENTINI, N. M.; CASTRO, T. M. R. de; CEREDA,

M. P. Uso de filmes de fécula de mandioca em pós-colheita de pepino (*Cucumis sativus* L.). Abstrat, *Brazilian Journal of Food Technology*, Preprint Serie, n.12, 1999.

WATKINS, C. B.; NOCK, J. F.; WHITAKER, B. D.

Responses of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) under air controled atmosphere storage conditions. *Postharvest Biology and Technology*. v. 19, n. 1, p. 17-32, 2000.