

ATRASO DO AMADURECIMENTO DE BANANA 'MAÇÃ' PELO 1-MCP, APLICADO PREVIAMENTE À REFRIGERAÇÃO¹

GUSTAVO COSTA ALMEIDA², EDUARDO VALÉRIO DE BARROS VILAS BOAS³; LUIZ JOSÉ RODRIGUES²; NÉLIO RANIELI FERREIRA DE PAULA²

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes períodos de exposição da banana 'Maçã' a 50 ppb de 1-MCP (0; 3; 6; 9; 12 e 24 horas) sobre sua vida pós-colheita e qualidade. Após exposição ao 1-MCP, os frutos verde-maturos foram armazenados por 30 dias em câmaras com temperatura de 13°C ± 0,5 e umidade relativa de 95%. Em seguida, as bananas foram armazenadas à temperatura de 20°C ± 1, até amarelecimento completo da casca. A exposição de banana 'Maçã' a 50 ppb de 1-MCP, por 9 horas, retardou em 7 dias o seu amadurecimento, em comparação a frutos não expostos ao 1-MCP, após 30 dias de armazenamento refrigerado (13°C), sem prejuízos à sua aparência e composição química. A exposição de banana 'Maçã' a 50 ppb de 1-MCP, por 3 e 6 horas, não estendeu sua vida pós-colheita, tampouco alterou sua composição química. Embora a exposição de banana 'Maçã' a 50 ppb de 1-MCP, por 12 e 24 horas, tenha retardado o seu amadurecimento, promoveu alterações indesejáveis na casca do fruto. Logo, a aplicação de 50 ppb de 1-MCP, por 9 horas, antes da refrigeração, constitui-se numa alternativa viável para prolongar o período de comercialização da banana.

Termos para indexação: 1-metilciclopropeno, *Musa* sp., qualidade, vida pós-colheita.

RIPENING DELAY OF 'APPLE' BANANA SUBMITTED TO 1-Mcp, PREVIOUSLY APPLIED TO REFRIGERATION

ABSTRACT- The aim of this work was to evaluate 'Apple' banana different periods exposure effect to 50 ppb of 1-MCP (0, 3, 6, 9 and 24 hours) on its postharvest life and quality. Mature-green fruits were stored for 30 days in chambers at 13°C ± 0,5 and relative humidity 95%, after exposure to 1-MCP. Then, the bananas were stored at 20°C ± 1 until peel complete yellowing. 'Apple' banana to 50 ppb of 1-MCP exposure during 9 hours delayed in seven days the fruit ripening, comparing to fruit control, after 30 days of cool storage (13°C), without changing its appearance and chemical composition. The exposure of 'Apple' banana to 50 ppb of 1-MCP for 3 and 6 hours did not extend its postharvest life; neither changed its chemical composition. Although the exposure of 'Apple' banana to 50 ppb of 1-MCP for 12 and 24 hours has retarded its ripening, it promoted undesirable changes in the fruit peel. So, 1-MCP application for 9 hours at 50 ppb, before cool storage, is a viable alternative to extend banana's commercialization period.

Index terms: 1-methylcyclopropene, *Musa* sp., postharvest life, quality.

Dentre as variedades cultivadas no Brasil, a banana 'Maçã' é uma das mais apreciadas, embora pouco estudada. Não obstante, o seu potencial de exportação é grande, devido a seus agradáveis aspectos sensoriais. O processo de amadurecimento da banana envolve várias mudanças que influenciam diretamente na qualidade e aceitação do produto pelo consumidor (Seymour, 1993). O amadurecimento da banana 'Maçã', assim como de outras cultivares, é caracterizado pela conversão de amido em açúcares, com conseqüente incremento nos sólidos solúveis, bem como elevação da acidez, marcada pela redução do pH e concomitante aumento da acidez titulável. O amaciamento dos frutos consiste numa das mais flagrantes modificações observadas ao longo do amadurecimento, sendo associado à hidrólise de amido e solubilização das substâncias pécticas (Vilas Boas et al., 2003).

Uma nova ferramenta, o 1-metilciclopropeno (1-MCP), tem sido adicionado a uma lista de técnicas que podem estender a vida de prateleira de flores, frutas e hortaliças preservando sua qualidade. O 1-MCP tem demonstrado excelente atividade no retardo do início do amadurecimento de frutas, incluindo a banana (Blankenship & Dole, 2003; Botrel et al., 2002; Pelayo et al., 2003; Pinheiro, 2004; Silva et al., 2002). O 1-MCP liga-se aos receptores de etileno com uma meia-vida de difusão entre 7 e 12 dias, comparado com 2 a 10 minutos para o etileno. Esse tempo de difusão sugere que a ligação do 1-MCP ao receptor do etileno é praticamente irreversível, porém, assim que o receptor do 1-MCP é metabolizado ou novos receptores são gerados a alta temperatura, o processo é revertido (Pereira & Beltran, 2002).

Face ao potencial de utilização do 1-MCP e a carência de estudos quanto à banana 'Maçã', o presente trabalho, simulando possíveis condições de exportação, objetivou estudar o efeito de

diferentes períodos de exposição da banana 'Maçã' ao 1-MCP, previamente ao armazenamento refrigerado (13°C), sobre sua vida e qualidade pós-colheita.

A banana 'Maçã' foi adquirida no mercado local de Lavras-MG, no estádio de maturação 2, completamente verde, com o calibre variando entre 29 e 31 mm. O experimento teve início um dia após a colheita, sendo suas análises realizadas no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras-MG. Os frutos foram selecionados, descartando-se aqueles que apresentavam defeitos ou algum tipo de injúria, e sanificados com solução de hipoclorito de sódio 200 ppm por 15 minutos. Em caixas de isopor, com volumes conhecidos e hermeticamente fechadas, à temperatura de 20°C, os frutos foram expostos a 50 ppb de 1-MCP pelos respectivos períodos: 0 (controle); 3; 6; 9; 12 e 24 horas. Após exposição ao 1-MCP, os frutos foram armazenados por 30 dias em câmaras com temperatura de 13°C ± 0,5 e umidade relativa de 95%. Decorridos os 30 dias, as bananas foram armazenadas à temperatura de 20°C ± 1, até atingir o estádio de maturação 6, completamente amarelas. Adotou-se um delineamento inteiramente casualizado (DIC), disposto por um arranjo fatorial simples, com 6 tratamentos (períodos de exposição ao 1-MCP), em três repetições. A parcela experimental foi constituída de três buquês com quatro dedos cada.

As avaliações realizadas foram as seguintes: vida pós-colheita determinada, em dias, em função do tempo gasto para a banana atingir o grau de coloração da casca 6, totalmente amarela; firmeza (N), determinada na parte central da fruta, após corte latitudinal, por penetrômetro com ponteira de 8 mm de diâmetro; pH, determinado após homogeneização da polpa em água e filtragem do homogenato, utilizando-se de potenciômetro digital Micronal B474 (AOAC, 1992);

¹ (Trabalho 065-2005). Recebido: 15-04-2005. Aceito para publicação: 21-06-2006.

² Mestrandos em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA), Caixa Postal 37, CEP: 37200-000, Lavras-MG. gcalmeida@ufla.br; rodrigues.lui3@uol.com.br; nelioraniel@yahoo.com.br.

³ Professor Adjunto, bolsista produtividade CNPq, DCA/UFLA. evbvboas@ufla.br.

acidez titulável (% ácido málico), determinada por titulação do homogenato filtrado com NaOH 0,1 M (Instituto Adolfo Lutz, 1985); sólidos solúveis (%), determinados por refratometria, em refratômetro digital ATAGO PR100, após filtragem do homogenato (AOAC, 1992); açúcares redutores, não redutores e totais, extraídos com álcool etílico a 80% e determinados espectrofotometricamente a 510 nm, de acordo com a metodologia de Somogyi, modificada por Nelson (1944), sendo que os açúcares totais foram determinados após hidrólise ácida dos açúcares não redutores e estes determinados pela diferença entre os açúcares totais e redutores; os resultados foram expressos em % de glicose, para os açúcares totais e redutores e % de sacarose, para os açúcares não redutores; amido, determinado, após lavagem dos açúcares solúveis com etanol 80%, hidrólise ácida do resíduo e autoclavagem, sendo os açúcares provenientes da hidrólise determinados espectrofotometricamente a 510 nm, de acordo com a técnica de Somogyi, modificada por Nelson (1944), e os resultados expressos em %; pectinas total e solúvel (%), extraídas, após precipitação com álcool a 95%, segundo a técnica descrita por McCready & McComb (1952), determinadas espectrofotometricamente a 530 nm, segundo Bitter e Muir (1962), utilizando-se do carbazol como cromógeno, e os resultados expressos em mg de ácido galacturônico por 100 g de polpa; análise estatística, realizada com o auxílio do programa SISVAR.

Através dos resultados experimentais, pôde-se verificar que as bananas 'Maçã' que ficaram expostas ao 1-MCP, durante 12 e 24 horas, atingiram o grau de coloração da casca seis, respectivamente, 13 e 15 dias após a retirada da câmara fria (Figura 1). Entretanto, os frutos submetidos a esses tratamentos apresentaram escurecimento da casca e amarelecimento fosco. Essa coloração indesejável talvez ocorra devido à saturação dos tecidos com o inibidor do etileno, levando a um amadurecimento incompleto. Segundo Silva et al. (2002), bananas submetidas a altas concentrações do produto tornaram-se insensíveis ao etileno, não atingindo um estágio de amadurecimento satisfatório para a comercialização nas condições experimentais. Frutos expostos ao 1-MCP; por 9 horas, atingiram o grau seis de coloração em 13 dias, sem comprometimento aparente da coloração da casca. Bananas expostas ao 1-MCP por 3 e 6 horas, atingiram o grau 6 de coloração em aproximadamente 7 dias, enquanto as frutas-controlas amareleceram completamente após 6 dias (Figura 1). De acordo com Pinheiro (2004), bananas 'Maçã' expostas a 50 ppb, por 12 horas, atingiram o grau 7 de coloração em 23 dias de armazenamento à temperatura ambiente. Silva et al. (2002), trabalhando com bananas 'Prata-anã', observaram que as frutas expostas a 60 ppb de 1-MCP, durante um período de 12 horas, atingiram o grau de coloração 6 em 15 dias a 12°C (Silva et al., 2002).

Os valores de pH variaram entre 4,75 e 5,12 (Tabela 1), sendo que o maior valor foi encontrado nos frutos expostos por 24 horas ao 1-MCP, valor este significativamente superior aos observados nos frutos-controlas e expostos ao 1-MCP por 3 horas. Nenhuma diferença foi verificada entre o pH dos frutos-controlas e expostos por 3; 6; 9 e 12 horas ao 1-MCP. Os resultados sugerem que o maior tempo de exposição, 24 horas, determinou frutos em estágio de maturação menos avançado, mesmo tendo-se padronizado o grau de coloração da casca (6), visto que o pH da polpa da banana abaixa durante o amadurecimento. A acidez titulável dos frutos não foi influenciada

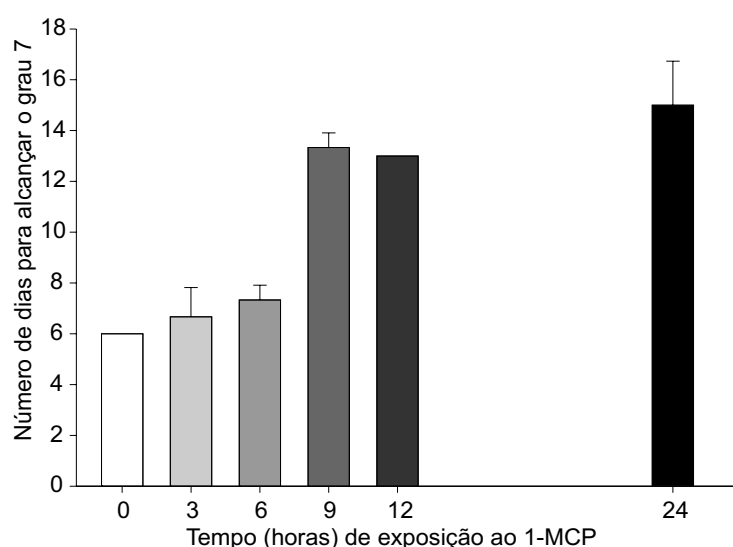


FIGURA 1 - Tempo gasto em dias para banana 'Maçã' exposta a 50 ppb de 1-MCP em diferentes períodos (0; 3; 6; 9; 12 e 24 horas) atingir o grau 6 de coloração da casca (totalmente amarelas), previamente ao armazenamento refrigerado (30 dias) e amadurecimento à temperatura ambiente.

pelo tempo de exposição ao 1-MCP. A acidez titulável média observada foi de 0,54%. Os resultados observados no presente trabalho são coerentes com os de Pinheiro (2004), que não observou efeito do 1-MCP, aplicado por 12 horas na concentração de 50 ppb, sobre as variáveis pH e acidez titulável de banana 'Maçã' no grau 7 de coloração da casca, após armazenamento à temperatura ambiente. Botrel et al. (2002), trabalhando com banana 'Prata-anã', encontraram maiores valores de pH para frutos que foram tratados com maior concentração de 1-MCP, considerando o mesmo tempo de exposição ao produto.

O período de exposição ao 1-MCP não influenciou no teor de sólidos solúveis dos frutos, cuja média foi de 22,5%. Já as bananas expostas por 24 horas ao 1-MCP apresentaram as menores concentrações de açúcares totais (Tabela 1), decorrente, talvez, de uma degradação mais lenta do amido. Não obstante, o teor de amido na polpa das bananas, analisadas com grau 6 de coloração da casca, não foi influenciado pelo período de exposição ao 1-MCP; a média observada para o amido foi de 2,8%. A sacarose é o açúcar predominante na polpa da banana, pelo menos no início do amadurecimento, quando sua formação, decorrente da hidrólise do amido, precede o acúmulo de glicose e frutose (Seymour et al., 1993). Os períodos de 6; 12 e 24 horas de exposição ao 1-MCP determinaram maiores valores de sacarose, em comparação ao controle (Tabela 1), enquanto o período de exposição de 24 horas determinou valores de açúcares redutores menores que os observados nos frutos-controlas e expostos a 3; 6 e 9 horas ao 1-MCP (Tabela 1). Os resultados sugerem o papel do 1-MCP, no controle do acúmulo de açúcares e da inversão da sacarose, principalmente no período de exposição de 24 horas. Os resultados observados no presente trabalho concordam com os de Pinheiro (2004), que não observou efeito do 1-MCP, aplicado por 12 horas a 50 ppb, sobre as variáveis amido, açúcares e sólidos solúveis de banana 'Maçã', após amadurecimento à temperatura ambiente.

Os teores de pectina total e solúvel não sofreram influência

TABELA 1 - Valores médios de pH, açúcares e firmeza de banana 'Maçã' madura (grau 6 de coloração da casca), exposta a 50 ppb de 1-MCP, previamente ao armazenamento refrigerado (30 dias) e amadurecimento à temperatura ambiente.

Período de exposição ao 1-MCP (h)	pH	Açúcares totais (%)	Açúcares não redutores (%)	Açúcares redutores (%)	Firmeza (N)
0	4,75a	21,4b	9,8a	10,7c	9,2a
3	4,76a	20,9b	10,8ab	9,7c	9,8a
6	4,87ab	22,1b	13,3bc	8,4bc	12,7ab
9	5,06ab	21,6b	12,0abc	9,0c	28,5bc
12	4,90ab	21,2b	14,2c	6,4ab	24,6abc
24	5,12b	19,8a	13,5bc	6,1a	31,5c

do período de exposição ao 1-MCP. Foram observados, em média, 0,85% e 0,25% de pectinas total e solúvel, respectivamente, na polpa da banana 'Maçã'. O amaciamento é uma característica normal durante o amadurecimento de bananas, associado à conversão de amido em açúcares e solubilização pectínica (Vilas Boas et al., 2003). A firmeza dos frutos foi influenciada pelo período de exposição ao 1-MCP, embora nenhum efeito tenha sido verificado quanto ao amido e pectinas. Frutos expostos por 24 horas ao 1-MCP apresentaram-se, quando maduros (grau 6 de coloração da casca), mais firmes que os controle e expostos por 3 e 6 horas, enquanto frutos expostos por 9 horas ao 1-MCP apresentaram-se mais firmes que os controle e expostos por 3 horas (Tabela 1), no mesmo estágio de maturação. Nenhuma diferença estatística, quanto à firmeza, foi notada entre os frutos-controle e expostos por 3; 6 e 12 horas ao 1-MCP, embora os frutos expostos por 12 horas tenham apresentado valores médios de firmeza 1 a 2 vezes superiores àqueles frutos. Pinheiro (2004) não observou efeito de 50 ppb de 1-MCP, aplicado por 12 horas, sobre a firmeza e teores de pectinas solúvel e total em banana 'Maçã', após amadurecimento à temperatura ambiente. Segundo Botrel et al. (2002), bananas 'Prata-anã' tratadas com 90 ppb de 1-MCP, durante 13 horas, apresentaram maiores valores de firmeza do que frutos tratados com 10 e 30 ppb de 1-MCP sob o mesmo período de exposição.

A exposição de banana 'Maçã' a 50 ppb de 1-MCP, por 9 horas, é a mais indicada, pois retarda em 7 dias o seu amadurecimento, em comparação a frutos não expostos ao 1-MCP, após 30 dias de armazenamento refrigerado (13°C), sem prejuízos à sua aparência e composição química.

Os autores agradecem a empresa ROHM IHAAS, pelo fornecimento do 1-MCP.

REFERÊNCIAS

- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 12th ed. Washington: AOAC, 1992. 1015p.
- BITTER, T.; MUIR, H. M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 34, p. 330-334, 1962.
- BLANKENSHIP, S.M.; DOLE, J.M. 1-methylcyclopropene: a review. **Postharvest Biology and Technology**, Raleigh, n. 28, p.1-25, nov. 2002.
- BOTREL, N. et al. Inibição do amadurecimento da banana-"prata-anã" com aplicação do 1-metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p. 53-56, abr. 2002.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. v.1, 533p.
- McCREADY, P.M.; McCOMB, E.A. Extraction and determination of total pectic material. **Analytical Chemistry**, Washington, v.24, n.12, p.1586-1588, 1952.
- NELSON, N.A. A photometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. **The Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 135, p.135-375, 1944.
- PELAYO, C. et al. Variability in responses of partially ripe bananas to 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, Oxford, v.28, n.1, p.75-85, 2003.
- PEREIRA, W.S.P.; BELTRAN, A. Status do atual Smartfresh[™] (1-MCP) em nível mundial. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PÓS-COLHEITA E PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2002, Brasília: Embrapa Hortaliças. Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br/novidades/eventos/semipos>>. Acesso em: 20 jan. 2004.
- PINHEIRO, A.C.M. **Qualidade pós-colheita de banana 'Maçã' submetida ao 1-MCP**. 2004. 60f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.
- SILVA, E.O. et al. Utilização do 1-metilciclopropeno (1-MCP) no amadurecimento controlado de banana "Prata-Anã". In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PÓS-COLHEITA E PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2002, Brasília. **Embrapa Hortaliças...** Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br/novidades/eventos/semipos>>. Acesso em: 20 jan. 2004.
- SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A.; SEYMOUR, G.B. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993.
- VILAS BOAS, E. V. B.; RODRIGUES, L. J.; DE PAULA, N. R. F. Modificações físicas, físico-químicas e químicas da banana 'Maçã' durante o amadurecimento. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS / DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO E A INOVAÇÃO DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS, 5., 2003, Campinas. **Anais...** CD-ROM.