

CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE SAPOTI SUBMETIDO A DIFERENTES DOSES DE 1-METILCICLOPROPENO

Patrícia Lígia Dantas de Moraes¹
Luiz Carlos de Oliveira Lima²
Ricardo Elesbão Alves³
José Donizeti²
Alessandra de Paiva Alves⁴

RESUMO

O sapoti é uma fruta exótica, adaptada às condições edafoclimáticas do Brasil e com boa aceitação pelo mercado consumidor nacional. Por se tratar de um fruto climatérico, o etileno é o responsável pelo desencadeamento de seu processo de amadurecimento. Dentre os inibidores da ação do etileno em frutos, o 1-metilciclopropeno (1-MCP) tem se destacado pela sua eficiência e ausência de resíduos, mas sua ação ainda é desconhecida no sapoti. Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de diferentes concentrações de 1-MCP na conservação pós-colheita do sapoti. Os frutos, provenientes do Município de Jaguaruana, Estado do Ceará, foram colhidos no estágio fisiológico de maturação e tratados com 1-MCP (0, 100, 200 e 400 nL L⁻¹), por 12 horas, e armazenados em atmosfera modificada, na temperatura de 25 ± 2°C e na umidade relativa de 70 ± 5%. Aos 0, 4, 8, 11, 14, 17, 20 e 23 dias de armazenamento, realizaram-se as seguintes avaliações: perda de massa, aparência externa, firmeza, cor da polpa, acidez titulável, pH, sólidos solúveis, açúcares solúveis totais (AST), e compostos fenólicos. Os frutos tratados com 1-MCP apresentaram menor perda de massa, melhor aparência externa, maior acidez, com retardamento da perda de firmeza, das alterações da cor da polpa e da degradação de compostos fenólicos. Os tratamentos com 1-MCP proporcionaram acréscimo de seis dias na vida útil pós-colheita dos frutos. As doses de 200 e 400 nL L⁻¹ foram mais eficientes em relação à dose de 100 nL L⁻¹ para manter a acidez titulável e retardar modificações da cor da polpa e perda de firmeza.

Palavras chave: etileno, amadurecimento, vida útil, pós-colheita, 1-metilciclopropeno.

ABSTRACT

EFFECT OF 1-METHYLCYCLOPROPENE ON POSTHARVEST CONSERVATION OF SAPODILLA

Sapodilla is an exotic fruit, well adapted to Brazilian environmental conditions and highly accepted by the domestic market. Since it is a climateric fruit, the beginning of the ripening process depends on ethylene. The compound 1-methylcyclopropene (1-MCP) is one of the most efficient ethylene inhibitors and does not persist in the foods, but its action in sapodilla is still unknown. The objective of this work was to evaluate the effect of different 1-MCP doses on the postharvest conservation of sapodilla fruits. The fruits were collected in Jaguaruana, Ceará, Brazil, treated with 1-MCP (0, 100, 200 and 400 nL L⁻¹) for 12 hours, stored under modified atmosphere, temperature 25 ± 2 °C and relative humidity 70 ± 5 %. At 0, 4, 8, 11, 14, 17, 20 and 23 days of storage, the following parameters were evaluated: mass loss, external appearance, firmness, pulp color, titratable acidity, pH, soluble solids

¹ Parte da tese de doutorado em Fisiologia Vegetal da primeira autora. Bolsista de DCR/FAPER/CNPq. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Cx. P. 137, CEP 59625-900, Mossoró, RN. E-mail: plmoreais@ufersa.edu.br

² Universidade Federal de Lavras, Cx. P. 3037, CEP 37200-000, Lavras, MG. E-mail: lcolima@ufla.br, jdalves@ufla.br

³ Embrapa Agroindústria Tropical, Cx. P. 60511-110, Fortaleza, CE. E-mail: elesbão@cnpat.embrapa.br

⁴ Bolsista de iniciação científica. Universidade Federal de Lavras, Cx. P. 3037, CEP 37200-000, Lavras, MG. E-mail: alessandraufla@hotmail.com

(SS), total soluble sugars (TSS) and phenolic compounds. Fruits treated with 1-MCP had less mass loss, best external appearance and higher acidity. In addition, 1-MCP retarded, on fruits, firmness loss, pulp color changes and phenolic compound degradation. The fruits treated with 1-MCP had more six days of postharvest lifetime. The doses 200 and 400 nL.L⁻¹ were more efficient than 100 nL.L⁻¹ to maintain titratable acidity and to retard pulp color changes and loss firmness.

Key words: ethylene, ripening, shelf-life, postharvest, 1-MCP.

INTRODUÇÃO

A produção do sapotizeiro, geralmente, concentra-se em três meses do ano nos países produtores (Mickelbart, 1996). Porém, resultados de pesquisas desenvolvidas pela Embrapa no Nordeste do Brasil mostraram que a fertirrigação propiciou mudanças na produção do sapotizeiro, tornando-a produtiva durante todo o ano. Este novo cenário tem estimulado novos produtores, sobretudo o pequeno, pois possibilita renda ao longo de todo o ano e abastecimento constante do mercado (Bandeira *et al.*, 2003).

O armazenamento refrigerado é muito eficiente em reduzir a velocidade das reações metabólicas, resultando em prolongamento da vida útil pós-colheita dos frutos. Entretanto, frutos tropicais, como o sapoti, são susceptíveis a danos pelo frio e não podem ser armazenados em temperatura abaixo de 12°C (Huertas *et al.*, 1999). Em temperatura ambiente, este fruto geralmente leva oito dias para amadurecer e, logo em seguida, entra em senescência, com vida útil muito curta para ser transportado e comercializado em mercados mais distantes. Outra dificuldade para o uso da refrigeração é seu custo aliado à não-existência da cadeia de frio.

O sapoti é um fruto climatérico (Morais *et al.*, 2004), sendo o etileno o responsável pelo desencadeamento inicial e pela coordenação do processo de amadurecimento. Vários compostos inibidores da ação do etileno são utilizados na pós-colheita de frutos, retardando seu amadurecimento. Dentre esses inibidores, o 1-metilciclopropeno (1-MCP) tem se destacado pela eficiência e por não deixar resíduos nos alimentos.

Pesquisadores têm estudado o efeito do 1-MCP em vários frutos climatéricos. No entanto, Blankenship & Dole (2003) observaram grande variabilidade nas respostas fisiológicas obtidas e também na temperatura e concentração ótima de aplicação do produto, nas várias

espécies avaliadas, provavelmente pelo fato de as espécies apresentarem sensibilidades diferentes ao etileno.

Na literatura, não existe nenhuma informação sobre o efeito do 1-MCP em sapoti. Assim, este trabalho objetivou avaliar a eficiência de diferentes concentrações de 1-MCP na conservação pós-colheita de sapoti em condições ambiente.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos utilizados neste experimento foram colhidos em plantio comercial irrigado, em lavoura da JAISA (Jaguaribe Agroindústria Sociedade Anônima), localizada no Estado do Ceará. O cultivar utilizado foi Itapirema-31, cujas mudas para instalação do pomar foram obtidas na Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA). O pomar foi implantado há nove anos com espaçamento de 8,0m x 8,0m. A colheita dos frutos foi realizada em fevereiro de 2004, no período da manhã, com tesoura de poda, deixando-se, aproximadamente, 1cm de pedicelo. Os sapotis foram colhidos no estádio de maturação fisiológica, observando-se características indicativas da maturação, como idade (seis meses da frutificação), massa máxima (em torno de 200 g), formato mais esférico e pouca granulosidade na casca (Araújo Neto *et al.*, 2001; Miranda, 2002). Posteriormente, os frutos foram acondicionados em caixas de plástico, forradas com espuma de poliestireno, e transportados para o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita da Embrapa Agroindústria Tropical, em Fortaleza, CE, a 200 km de distância do local de cultivo.

No laboratório, os frutos foram selecionados quanto à uniformidade de tamanho, ao grau de maturação, à sanidade e à ausência de defeitos. Em seguida, foram lavados com detergente neutro e imersos por 1 min em

solução de hipoclorito de sódio na concentração de 100 mg L⁻¹ para desinfecção e retirada do látex. Um lote de 12 frutos foi analisado no dia da colheita e os demais frutos foram divididos em 28 lotes (quatro doses e sete tempos de avaliação), tratados com 0 (controle), 100, 200 e 400 nL L⁻¹ de 1-MCP, por 12 horas, em minicâmaras com volume de 186 litros, vedadas e mantidas na temperatura de 25 ± 2°C e na umidade relativa de 70 ± 5%. O produto comercial do 1-MCP utilizado foi o *Smartfresh*®, em pó, contendo 0,14% do ingrediente ativo. O produto foi colocado em frasco com septo na tampa para injeção de água deionizada, pois, quando o produto comercial é diluído na água, ocorre liberação do 1-MCP na forma de gás. Depois de colocada a água, o frasco foi introduzido na minicâmara por meio de abertura lateral e esta vedada imediatamente para evitar a perda do gás. Ao término do tratamento, as minicâmaras foram abertas e os frutos colocados em bandejas de poliestireno expandido, cada uma contendo quatro frutos cobertos com filme de PVC (cloreto de polivinila), com espessura de 12 μ. O filme de PVC foi utilizado para diminuir a desuniformidade de amadurecimento e reduzir a perda de massa do sapoti, pois foi observada por Morais *et al.* (2004), em trabalho com sapoti sem utilização de filme, elevada perda de massa e desuniformidade de amadurecimento, que ocorre pelo fato deste fruto não apresentar mudança de cor, mas apenas pequena alteração na firmeza com o amadurecimento, dificultando o estabelecimento do seu ponto de colheita. Os frutos foram armazenados nas mesmas condições do fruto de controle (25 ± 2°C e 70 ± 5% UR) por 23 dias e as avaliações realizadas nos períodos de 0, 4, 8, 11, 14, 17, 20 e 23 dias de armazenamento.

As avaliações físicas e físico-químicas foram realizadas de imediato, em cada data de avaliação. Para as análises químicas, a polpa foi processada e armazenada em freezer a -20°C, para, posteriormente, ser analisada. Foi utilizado homogeneizador Waring Blender para o processamento, adicionando-se água destilada em quantidade equivalente à massa do fruto para facilitar a obtenção da polpa, resultando em diluição 1:1, que foi considerada para o cálculo dos resultados.

Para a avaliação da aparência externa, foi adotada escala subjetiva de acordo com Miranda *et al.* (2002), com modificações. As notas variaram de 1 a 5, com base na porcentagem dos frutos afetados por incidência de manchas, infecção por fungos e enrugamento: 1=ausência de sintomas; 2=1% a 15%; 3=16% a 30%; 4=31% a 45% e 5=mais de 45% dos frutos afetados. Frutos com notas superiores a 3 foram considerados inadequados

para a comercialização. A perda de massa fresca foi obtida subtraindo-se o valor da massa individual dos frutos, pesados balança semi-analítica, na data da avaliação daquele observado no dia da colheita. A firmeza foi determinada utilizando-se texturômetro digital computadorizado da marca *Stable Micro Systems*, modelo TA.XT2i, equipado com ponteira de 6 mm de diâmetro. Para a cor da polpa, o fruto foi cortado ao meio e as leituras feitas na parte interna de cada metade, utilizando-se um colorímetro marca Minolta, modelo CR-300, que expressa a cor por meio das variáveis L* ou luminosidade, cromaticidade ou intensidade da cor, e ângulo hue, que indica a tonalidade da cor.

A acidez titulável foi determinada por titulação da amostra com solução de NaOH a 0,1M até pH 8,1, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (1985). Os teores de sólidos solúveis foram determinados por leitura em refratômetro digital, Atago modelo PR-100 Pallete (Association of Official Analytical Chemists, 2002). Os açúcares solúveis totais foram extraídos em etanol 80% e determinados usando-se a reação com antrona, conforme Yemm & Willis (1954). Os compostos fenólicos foram extraídos de acordo com Swain & Hillis (1959) e dosados segundo metodologia descrita por Reicher *et al.* (1981).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com três repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 4 (concentrações de 1-MCP) x 8 (tempos de armazenamento).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento com 1-MCP retardou a senescência dos frutos, não havendo diferença na aparência externa com as doses avaliadas. As notas altas obtidas para aparência externa resultam de manchas escuras no fruto e incidência de fungo do gênero *Pestalotiopsis* em alguns frutos tratados ou não com 1-MCP, provavelmente devido a alta umidade dentro das bandejas provocada pelo uso do filme de PVC (Figura 1); não houve sintoma de enrugamento.

Os frutos de controle mantiveram boa aparência externa para comercialização (nota ≤ 3,0) até os 14 dias de armazenamento; já os frutos tratados com 1-MCP mantiveram esta aparência externa até os 20 dias (Figura 1). Além disso, sua aparência interna não foi comprometida e, aos 23 dias, os frutos tratados com 1-MCP ainda estavam internamente bons para consumo. Foram considerados inadequados para comercialização frutos com notas superiores a 3,0.

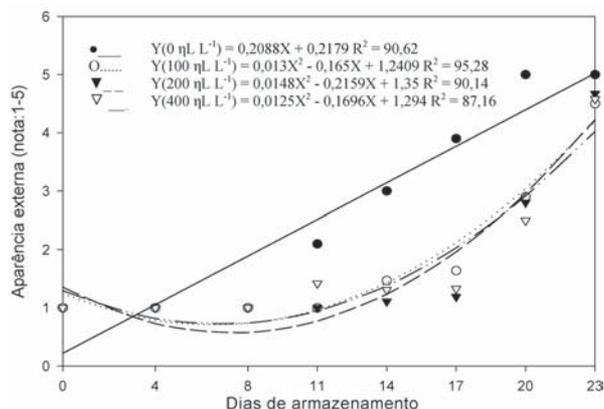


Figura 1. Estimativa da aparência externa de sapotis tratados com diferentes concentrações (0, 100, 200, 400L L⁻¹) de 1-MCP e armazenados, em atmosfera modificada, na temperatura de 25 ± 2°C e 70 ± 5% UR.

Cultivares Simmonds e Quintal de abacate tiveram o amadurecimento retardado por 4 e 3 dias, respectivamente com o tratamento com 1-MCP (Jeong *et al.*, 2002; Kluge *et al.*, 2002). Verificou-se atraso de cerca de 8 dias no início do amadurecimento de banana-maçã submetida à dose de 50ηL L⁻¹, e de 10 dias naquelas submetidas às doses de 100, 150 e 200ηL L⁻¹ de 1-MCP (Pinheiro, 2004).

Houve aumento linear da perda de massa ao longo do armazenamento. Os frutos tratados com 1-MCP apresentaram valores menores para esta variável do que o controle, independentemente da dose utilizada (Figura 2).

O maior valor de perda de massa foi em torno de 10% para os frutos de controle, no final do armazenamento, valor ainda considerado baixo para sapoti armazenado em temperatura de 25°C. Isso porque Araújo Neto *et al.* (2001) constataram perda de massa de 15,6% no 8º dia de armazenamento, em temperatura de 24 ± 1°C e 55 ± 5%

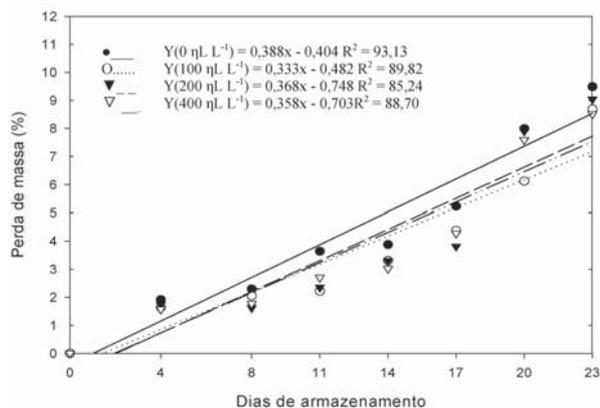


Figura 2. Estimativa da perda de massa de sapotis tratados com diferentes concentrações (0, 100, 200, 400hL L⁻¹) de 1-MCP e armazenados, em atmosfera modificada, na temperatura de 25 ± 2°C e 70 ± 5% UR.

UR. Ainda foi observado por Moraes *et al.* (2004) perda de massa de 22,3% aos 12 dias de armazenamento do sapoti, em temperatura de 26°C e umidade relativa de 55%. Os resultados obtidos neste trabalho indicam que, provavelmente, o uso do filme de PVC tenha reduzido a perda de massa, evitando a aparência enrugada comum em sapotis armazenados sem atmosfera modificada e que apresentam perda de massa elevada.

Apesar de o tratamento com 1-MCP reduzir a perda de massa em sapoti, não houve diferença marcante entre as doses estudadas. Redução da perda de massa por influência do 1-MCP tem sido registrada em outros frutos, como abacaxi (Selvarajah *et al.*, 2001) e abacate (Jeong *et al.*, 2002).

O tratamento com 1-MCP foi efetivo em retardar a perda de firmeza dos frutos. A dose de 100nL L⁻¹ de 1-MCP apresentou valores médios de firmeza inferiores aos das doses de 200 e 400nL L⁻¹, que foram bastante semelhantes. Os frutos de controle apresentaram redução acentuada na firmeza de 81,06N para 10,01N após 8 dias de armazenamento, período em que os frutos tratados com 1-MCP apresentaram valor médio de 77,00 N (Figura 3).

Esses resultados de perda de massa e firmeza são importantes e viabilizam a utilização do 1-MCP, pois uma das grandes limitações da vida útil pós-colheita do sapoti é a brusca redução da firmeza e o enrugamento do fruto devido à elevada perda de massa. Desta forma, a combinação do 1-MCP juntamente com a utilização das bandejas de isopor com o filme de PVC é um excelente tratamento para a conservação pós-colheita desse fruto.

As doses de 200 e 400 nL L⁻¹ de 1-MCP foram mais eficientes na manutenção da firmeza em relação à dose de 100 nL L⁻¹, pois os frutos tratados com 100nL L⁻¹ de 1-MCP obtiveram firmeza de 8,92 N aos 14 dias de

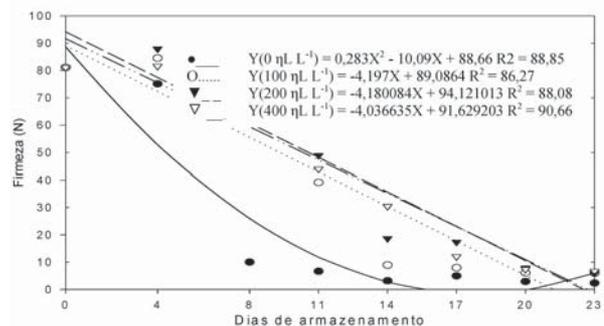


Figura 3. Estimativa da firmeza de sapotis tratados com diferentes concentrações (0, 100, 200, 400hL L⁻¹) de 1-MCP e armazenados, em atmosfera modificada, na temperatura de 25 ± 2°C e 70 ± 5% UR.

armazenamento. Já os frutos tratados com 200 e 400 nL L⁻¹ só alcançaram valores próximos após 20 dias. Esta firmeza em torno de 9,0 N pode ser considerada adequada para consumo, pois o sapoti apresenta todas as demais características de fruto maduro. No final do período de armazenamento (23 dias), os frutos de todas as doses avaliadas apresentavam baixos valores de firmeza, como 2,36, 5,95, 5,98 e 6,67 N, para as respectivas doses de 0, 100, 200 e 400 nL L⁻¹ de 1-MCP. Esta observação sugere que novos sítios de ligação do etileno foram sintetizados, e os frutos voltaram a responder ao etileno e desenvolver as mudanças necessárias para o amadurecimento.

A utilização de 1-MCP na retenção da firmeza tem-se mostrado eficiente para muitos frutos, como damasco (Fan *et al.*, 2000), banana (Pinheiro, 2004), morango (Jiang *et al.*, 2001) e ameixas (Argenta & Amarante, 2001).

Houve interação significativa entre os fatores estudados para as variáveis L* (claridade), cromaticidade e ângulo hue. Essas variáveis (Figura 4A) e o ângulo hue (Figura 4B) decresceram durante o armazenamento de sapoti, independentemente do tratamento com 1-MCP.

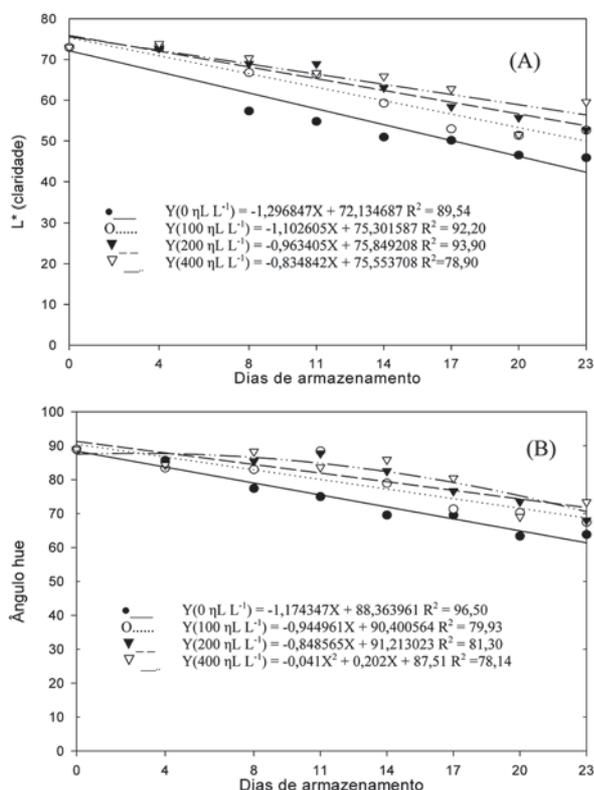


Figura 4. Estimativa de L* (claridade) (A) e ângulo hue (B) da cor da polpa de sapotis tratados com diferentes concentrações (0, 100, 200, 400hL L⁻¹) de 1-MCP e armazenados, em atmosfera modificada, na temperatura de 25 ± 2°C e 70 ± 5% UR.

Entretanto, esse tratamento influenciou nas alterações da cor da polpa, sendo as doses de 200 e 400 nL L⁻¹ as mais eficientes em retardar a mudança de cor nesse fruto. Esses resultados indicam que a dose de 100 nL L⁻¹ de 1-MCP pode não ter sido suficiente para bloquear todos os receptores de etileno, possibilitando que o metabolismo de pigmentos e o processo de amaciamento, também estudado neste experimento, não fossem totalmente bloqueados nos frutos.

Para a variável cromaticidade, que indica a intensidade da cor, os frutos de controle e os tratados com 100 nL L⁻¹ de 1-MCP apresentaram comportamento semelhante ao longo do armazenamento, mas diferentes daqueles dos frutos tratados com as doses de 200 e 400 nL L⁻¹ de 1-MCP, que também foram similares entre si. O aumento no valor da cromaticidade da polpa somente a partir dos 11 dias de armazenamento, nos frutos tratados com as doses 200 e 400 nL L⁻¹ de 1-MCP, indicou retardo no aumento da intensidade da cor marrom, quando comparado com o da dose 100 nL L⁻¹ e o controle (Figura 5), ou seja, retardo no amadurecimento dos sapotis tratados com as doses de 200 e 400 nL L⁻¹, pois, quanto mais maduro o sapoti, mais intensa é a cor marrom da polpa.

Durante o armazenamento, a cor da polpa do sapoti alterou-se de creme para marrom. Neste período, o ângulo hue, que indica a tonalidade da cor, e L* (claridade), que indica a claridade da cor, decresceram de 88,86° para 63,80° e de 72,00 para 45,87, respectivamente, nos frutos de controle. Apesar das diferenças entre as doses 100, 200 e 400nL L⁻¹ de 1-MCP serem pequenas e, visualmente difíceis de detectar, a tonalidade da cor foi dependente da dose de 1-MCP aplicada.

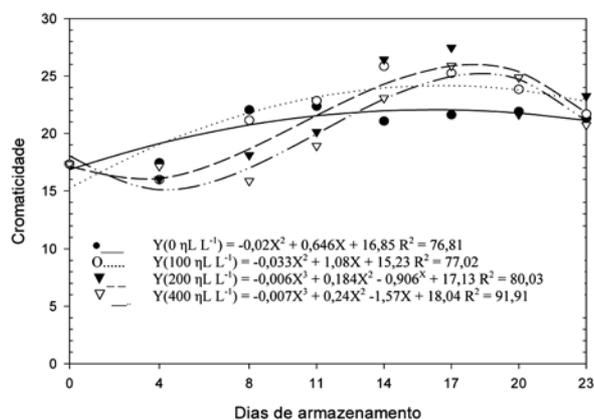


Figura 5. Estimativa de cromaticidade da cor da polpa de sapotis tratados com diferentes concentrações (0, 100, 200, 400hL L⁻¹) de 1-MCP e armazenados, em atmosfera modificada, na temperatura de 25 ± 2°C e 70 ± 5% UR.

Tem sido verificado, em muitos frutos climatéricos, retardo na evolução da cor durante o armazenamento de frutos tratados com 1-MCP (Jeong *et al.*, 2002; Pinheiro, 2004) e não-climatéricos, como laranja e lima ácida submetida ao 1-MCP (Porat *et al.*, 1999; Jomori *et al.*, 2003). A influência do 1-MCP na coloração tem sido atribuída ao seu efeito sobre a atividade de enzimas, como fenilalanina amônia liase e clorofilase, que participam do metabolismo de pigmentos (Jiang *et al.*, 2001; Porat *et al.*, 1999).

Houve redução da acidez titulável (AT) até 17 dias de armazenamento (Figura 6) nos frutos submetidos a todos os tratamentos. Segundo Wills *et al.* (1998), essa redução é devida ao consumo dos ácidos orgânicos na respiração. No final do armazenamento, ocorreu pequeno aumento (Figura 6), que pode ser justificado pela fermentação de açúcares no início da senescência.

O tratamento com 1-MCP influenciou a AT. No entanto, para o pH não foi observada diferença significativa entre os frutos tratados com 1-MCP e os de controle. Quanto maior a dose de 1-MCP utilizada, menor a redução da AT. Dessa forma, a dose de 400 nL L⁻¹ foi a mais eficiente na manutenção da acidez, determinando maior teor de ácido málico no final do armazenamento (Figura 6). Estudos com ameixa (Argenta & Amarante, 2001) e damasco (Fan *et al.*, 2000) também mostraram ação do 1-MCP na redução da AT durante o armazenamento.

Não houve interação significativa entre doses de 1-MCP e data de avaliação e efeito significativo de doses, isoladamente. Os valores para pH decresceram de 5,34 para 4,86 durante o armazenamento (Figura 7), enquanto a alteração na acidez foi mais acentuada, reduzindo-se de 0,25% para 0,15% para o controle (Figura 6). Isto ocorre porque a alteração da AT não está diretamente relacio-

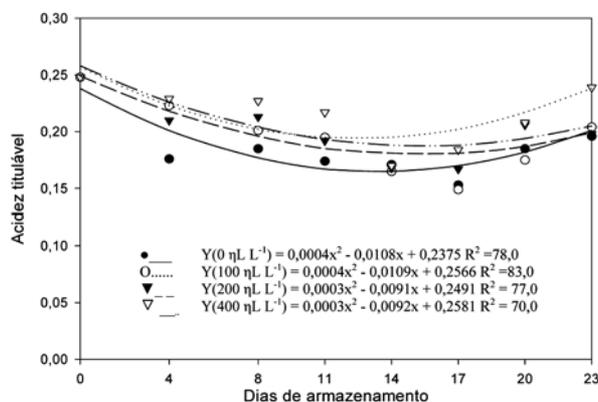


Figura 6. Estimativa da acidez titulável (% ácido málico) de sapotis tratados com diferentes concentrações (0, 100, 200, 400 nL L⁻¹) de 1-MCP e armazenados, em atmosfera modificada, na temperatura de 25 ± 2°C e 70 ± 5% UR.

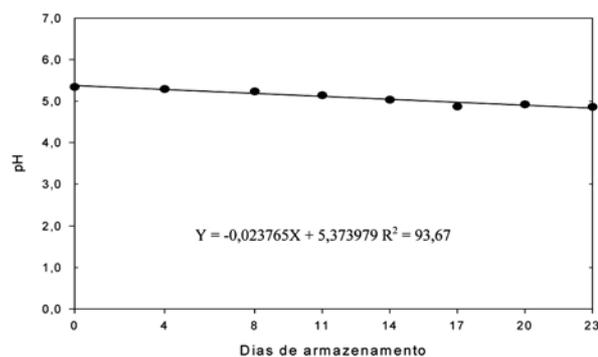


Figura 7. Estimativa do pH de sapotis tratados com diferentes concentrações (0, 100, 200, 400 nL L⁻¹) de 1-MCP e armazenados, em atmosfera modificada, na temperatura de 25 ± 2°C e 70 ± 5% UR.

nada ao pH, pois ele depende tanto da concentração de íons H⁺ livres, como da capacidade tamponante do suco ou polpa. No sapoti, a variação do pH é baixa, por isso acredita-se que seja alta sua capacidade tamponante (Miranda, 2002).

Pathak & Bhat (1952) relatam que a redução na acidez de sapoti também pode ser justificada pela descarboxilação dos ácidos orgânicos formando álcoois, produto característico de sapotis excessivamente maduros.

A interação entre os fatores estudados não foi significativa para os sólidos solúveis, mas foi para os fatores tempo e dose isolados. O teor de sólidos solúveis (SS), durante o armazenamento, foi reduzido linearmente de 27,9 para 23,7°Brix (Figura 8). Em outros trabalhos com sapoti, já foi verificada esta pequena redução no teor de SS durante o armazenamento (Miranda *et al.*, 2002).

Os valores médios de sólidos solúveis obtidos foram 25,43, 24,87, 24,88 e 26,16°Brix, respectivamente, para o controle e as doses de 100, 200 e 400 nL L⁻¹ de 1-MCP. Como se pode observar, a dose de 400 nL L⁻¹ apresentou teor de SS superior às doses de 100 e 200 nL L⁻¹, entretanto, apesar de significativas, as variações foram muito pequenas (Figura 8B). Porat *et al.* (1999) não constatarem influência do tratamento com 1-MCP no teor de SS em laranja.

O fator tempo foi significativo para os açúcares solúveis totais. Durante o armazenamento, o teor dos açúcares aumentou de forma linear, de 16,07% para 20,37% (Figura 9). Araújo Neto *et al.* (2001) encontraram comportamento e valores semelhantes para esse cultivar.

Os teores de açúcares correspondem, geralmente, a 50% - 80% dos SS, entretanto contêm outros compostos solúveis em água, como ácidos, vitaminas, aminoácidos e algu-

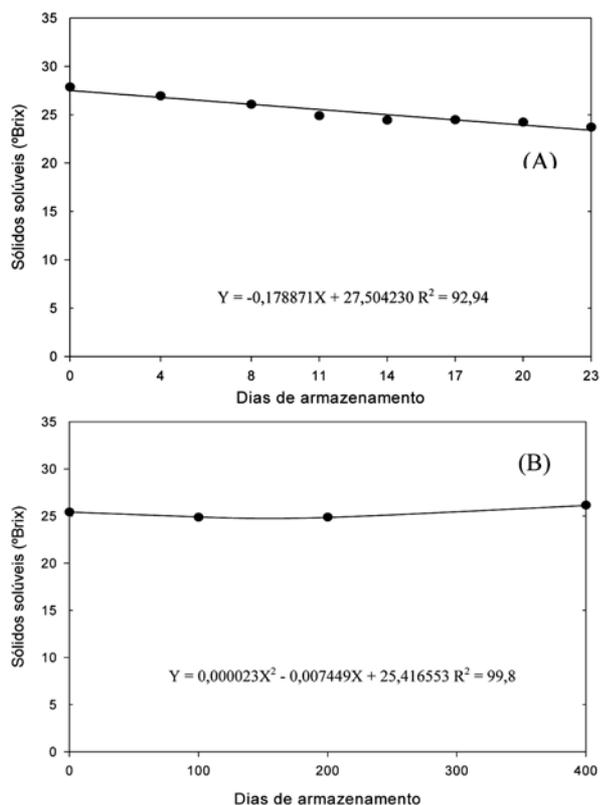


Figura 8. Estimativa dos sólidos solúveis de sapotis tratados com diferentes concentrações (0, 100, 200, 400hL.L⁻¹) de 1-MCP e armazenados, em atmosfera modificada, na temperatura de 25 ± 2°C e 70 ± 5% UR, em função do tempo de armazenamento (A) e das diferentes concentrações (B).

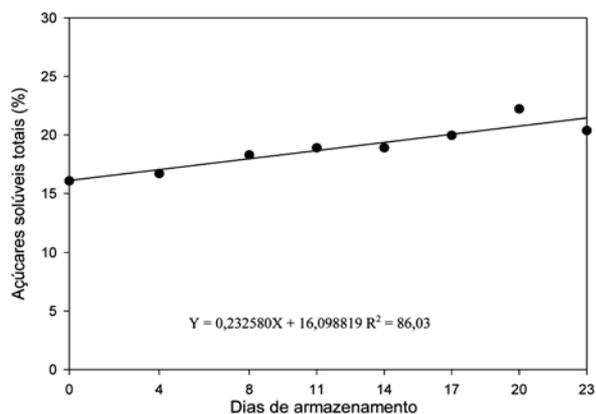


Figura 9. Estimativa dos açúcares solúveis totais de sapotis tratados com diferentes concentrações (0, 100, 200, 400hL.L⁻¹) de 1-MCP e armazenados, em atmosfera modificada, na temperatura de 25 ± 2°C e 70 ± 5% UR.

mas pectinas (Costa *et al.*, 2000). Dessa forma, a discreta redução do teor de SS durante o armazenamento foi resultado da redução de algum outro composto dos SS, como ácidos e pectinas, já que os açúcares solúveis totais apresentaram um pequeno acréscimo com o armazenamento.

Pathak & Bhat (1952) relataram que, durante a maturação do sapoti, o seu látex é metabolizado e transformado em sacarose. Como é pequena a alteração na concentração de açúcares durante o armazenamento, provavelmente o substrato para respiração está sendo proveniente do látex ou da solubilização dos componentes da parede celular. Ainda é importante acrescentar que Miranda *et al.* (2002) verificaram que a quantidade de amido do sapoti não diminui em função do aumento da quantidade de açúcares redutores durante o armazenamento.

Os compostos fenólicos das três frações estudadas apresentaram decréscimo durante o armazenamento, atingindo valores bem próximos de zero no final do armazenamento. No dia da colheita, os frutos apresentavam 2,25%, 2,08%, 2,02% para as frações poliméricas (Figura 10A), oligoméricas (Figura 10B) e dimeras (Figura 11), respectivamente, as quais, durante o armazenamento, reduziram-se, atingindo, no final, em média, 0,08%.

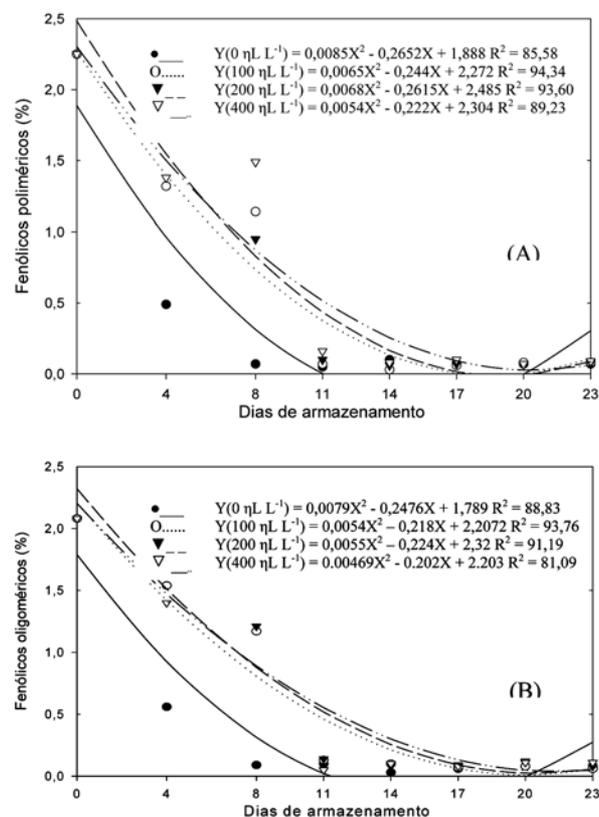


Figura 10. Estimativa do teor de compostos fenólicos poliméricos (A) e oligoméricos (B) da polpa de sapotis tratados com diferentes concentrações (0, 100, 200, 400hL.L⁻¹) de 1-MCP e armazenados, em atmosfera modificada, na temperatura de 25 ± 2°C e 70 ± 5% UR.

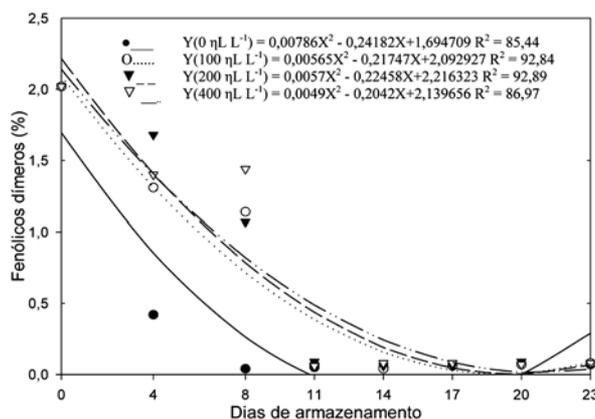


Figura 11. Estimativa do teor de compostos fenólicos dimeros da polpa de sapotis tratados com diferentes concentrações (0, 100, 200, 400 nL L⁻¹) de 1-MCP e armazenados, em atmosfera modificada, na temperatura de 25 ± 2°C e 70 ± 5% UR.

O tratamento com 1-MCP retardou o decréscimo nas concentrações das frações dos compostos fenólicos estudados, independentemente da dose utilizada. Os frutos de controle atingiram baixo teor de compostos fenólicos aos oito dias de armazenamento, tendo os frutos tratados com 1-MCP atingido valores semelhantes somente aos 14 dias de armazenamento (Figuras 10A, 10B, 11). Sales (2002) também verificou retardo na redução dos compostos fenólicos de bananas tratadas com 1-MCP, concordando com outras pesquisas em que o 1-MCP retarda a produção de muitos compostos voláteis fenólicos em frutos como banana e maçã, melão e citros (Flores *et al.*, 2002; Porat *et al.*, 1999). Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Watkins (2002), que relatou resultados consistentes, comprovando que a via de produção dos compostos fenólicos é regulada pelo etileno.

CONCLUSÕES

Os frutos tratados com 1-MCP tiveram aumento de seis dias na sua vida útil pós-colheita, sendo o retardo na perda da firmeza e a redução na perda de massa dos frutos tratados os principais fatores que contribuíram para a conservação dos sapotis por mais tempo.

As doses de 200 e 400 nL L⁻¹ foram mais eficientes do que a dose de 100 nL L⁻¹ para retardar as alterações da cor da polpa e as reduções da firmeza e acidez titulável.

REFERÊNCIAS

Araújo Neto SE, Praca EF, Carvalho EF, Alves RE, Menezes JB, Morais EA. (2001) Determinação do ponto de colheita e índices de maturação para sapoti (*Manilkara achras*). Revista Brasileira de Fruticultura, 23:45-49.

Argenta LC & Amarante CVT (2001) Methycyclopropene supresses ethylene production and delays fruit ripening during shelf life and cold storage of plums. In: 8º Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, Ilhéus. Resumos, SBFV. p.137.

Association of Official Agricultural Chemists (2002) Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry. 17th. ed. Washington, 1115p.

Bandeira CT, Mesquita ALM, Aquino ARL, Cavalcanti Jr. R, Barros LM, Souza Neto J, Oliveira VH & Lima RN (2003) O cultivo do sapotizeiro. Fortaleza, Embrapa-CNPAT, 20p. (Circular Técnica, 13).

Blankenship SM & Dole JM (2003) 1-Methylcyclopropene: a review. Postharvest Biology and Technology, 28:1-25.

Costa ML da, Menezes JB, Praça EF & Oliveira OF de (2000) Algumas características do fruto do sapotizeiro Itapirema-31 durante o desenvolvimento e o armazenamento. Caa-tinga, 13:15-18.

Fan X, Argenta L & Mattheis JP (2000) Inhibition of ethylene action by 1-methylcyclopropene prolongs storage life of apricots. Postharvest Biology and Technology, 20:135-142.

Flores F, Yahyaoui FE, Billerbeck G, Romojaro F, Latché A, Bouzayen M, Pech J, Ambid C (2002) Role of ethylene in the biosynthetic pathway of aliphatic ester aroma volatiles in Charentais Cantaloupe melons. Journal Experimental Botanic 53:201-206.

Huertas GGC, Moreno NGN & Sauri DE (1999) Conservacion refrigerada de chicozapote com calentamiento intermitente. Horticultura Mexicana, 7: 258.

Instituto Adolfo Lutz (1985) Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3.ed. São Paulo, IAL. 533p.

Jeong J, Huber DJ & Sargent S (2002) Influence of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on ripening and cell wall matrix polysaccharides of avocado (*Persea americana*) fruit. Postharvest Biology and Technology, 25:241-256.

Jiang Y, Joyce DC & Terry LA (2001) 1-Methylcyclopropene treatment affects strawberry fruit decay. Postharvest Biology and Technology, 23:227-232.

Jomori MLL, Kluge RA, Jacomino AP & Tavares S (2003) Conservação refrigerada de lima ácida 'Tahiti': uso de 1-metilciclopropeno, ácido giberélico e cera. Revista Brasileira de Fruticultura, 25:406-409.

Kluge RA, Jacomino AP, Ojeda RM & Brackmann (2002) Inibição do amadurecimento de abacate com 1-metilciclopropeno. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 37:895-901.

Mickelbart MV (1996) Sapodilla: A potential crop for subtropical climates. In: JANICK, J. (Ed.) Progress in new crops. Alexandria, ASHS Press, p.439-446.

Miranda MRA (2002) Alterações fisiológicas e histológicas durante o desenvolvimento, maturação e armazenamento refrigerado do sapoti. Tese de doutorado. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 136p.

Miranda MRA, Silva FS, Alves RE, Figueiras HAC, & Araujo NCC (2002) Armazenamento de dois tipos de sapoti sob condição de ambiente. Revista Brasileira de Fruticultura, 24:644-646.

- Morais PLD de, Lima LCO, Alves RE, Filgueiras HAC, Alves JD & Nascimento FEN (2004) Atividade respiratória e qualidade pós-colheita de sapoti. In: 18°. Congresso Brasileiro de Fruticultura, Florianópolis, SBF. CD-ROM.
- Pathak S & Bhat JV (1952) Studies on the carbohydrate metabolism of *Achras zapota* L. fruit, Journal of the University of Bombay, 1: 11-20.
- Pinheiro ACM (2004) Qualidade pós-colheita de banana 'maçã' submetida ao 1-MCP. Dissertação de mestrado. Lavras, Universidade Federal de Lavras. 60p.
- Porat R, Weiss B, Cohen L, Daus A, Goren R & Droby S (1999) Effects of ethylene and 1 - Methylcyclopene on the postharvest qualities of 'Shamouti' oranges. Postharvest Biology and Technology, 15:155-163.
- Reicher F, Sierakowski MR & Correa JBC (1981) Determinação espectrofotométrica de taninos pelo reativo fosfotúngstico-fosfomolibdico. Arquivos de Biologia e Tecnologia, 24:407-411.
- Sales AN de (2002) Aplicação de 1-Metilciclopropeno em banana 'prata-anã' armazenada sob baixa temperatura seguida de climatização. Dissertação de mestrado. Lavras, Universidade Federal de Lavras. 69p.
- Selvarajah S, Bauchot AD & John P (2001) Internal browning in cold-storage pineapples is suppressed by a postharvest application of 1-methylcyclopropene. Postharvest Biology and Technology, 23:167-170.
- Swain T & Hillis WE (1959) The phenolic constituents of *Prunus domestica*: The quantitative analysis of phenolic constituents. Journal of Food Science 54:311-314.
- Watkins CB (2002) Ethylene synthesis, mode of action, consequences and control. In: Knee M. Fruit Quality and its Biological Basis. Columbus, Sheffield Academic.. p. 180-207.
- Wills R, Mcglasson B, Grahem D & Joyce B (1998) Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals. New York, CAB International, 174p.
- Yemn EW & Willis AJ (1954) The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone, The Biochemical Journal, 57:508-514.