



## Retardo da maturação em cajaranas (*Spondias cytherea*) tratadas com 1-MCP

Alex Guimarães SANCHES<sup>1\*</sup>, Maryelle Barros da SILVA<sup>2</sup>, Elaine Gleice Silva MOREIRA<sup>2</sup>,  
Jaqueline Macedo COSTA<sup>2</sup>, Shirley Silva COSME<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Pará, Campus Altamira, Altamira, Pará, Brasil.

\* E-mail: alexsanches.eng@gmail.com

Recebido em dezembro/2016; Aceito em abril/2017.

**RESUMO:** A cajarana (*Spondias cytherea*) é um fruto climatérico altamente perecível, e por isso, são exploradas comercialmente sob a forma processada. Com o intuito de aumentar sua vida de prateleira, o presente estudo teve por objetivo avaliar a eficiência do 1-MCP no retardo da maturação e conseqüentemente na melhoria da qualidade dos frutos da cajaraneira ao longo do tempo de armazenamento sob condições de temperatura ambiente. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 6 sendo quatro concentrações de 1-MCP em seis tempos de avaliação, com cinco repetições e cinco frutos compondo a parcela experimental. A cada três dias, durante um período de quinze dias os frutos foram analisados quanto a: perda de massa fresca, firmeza da polpa, coloração da casca, sólidos solúveis, acidez titulável, conteúdo de vitamina C, taxa respiratória e índice de maturação. Os resultados mostraram interação significativa para todos os tratamentos, com exceção para a perda de massa fresca que diferiu somente ao longo do tempo de armazenamento. A aplicação de 1-MCP proporcionou um período de até seis dias úteis a mais quando comparados ao tratamento controle, tendo na concentração de 1,5  $\mu\text{L L}^{-1}$  os melhores resultados.

**Palavras-chave:** fruto tropical, conservação, qualidade, vida útil.

### Retardation of maturity in cajarana (*Spondias cytherea*) treated with 1-MCP

**ABSTRACT:** The cajarana (*Spondias cytherea*) is a climacteric fruit and highly perishable, for this reason are exploited commercially under processed manner. In order to increase the shelf life of fruits, this study aimed to evaluate the effectiveness of 1-MCP in delaying maturation and consequently to improve the quality during storage time at room temperature. The experimental design was completely randomized in a factorial 4x6 with four 1-MCP concentrations in six days of evaluation, with five replications and five fruits composing the experimental plot. Every three days during a period of fifteen days the fruits were analyzed: weight loss, firmness, peel color, soluble solids, titratable acidity, vitamin C content, respiration rate and maturity index. The results showed significant interaction for all treatments except for the loss of weight which differed only over the storage time. The application of MCP-1 gave a period of up to six more days when compared to the control treatment, with the concentration of 1,5  $\mu\text{L L}^{-1}$  of 1-MCP presenting the best results.

**Keywords:** tropical fruit, conservation, quality, shelf life.

## 1. INTRODUÇÃO

O gênero *Spondias* pertence à família Anacardiaceae, subfamília *Spondioideae* (Pell et al. 2011), dentre as quais podemos destacar: cajarana (*Spondias cytherea*), cajá (*S. lutea*), ciriguela (*S. purpurea*) e umbu (*S. tuberosa*), que são exploradas de forma extrativista em várias áreas tropicais e subtropicais do mundo. As *Spondias* têm importância econômica, principalmente pelas características organolépticas de seus frutos (CARVALHO et al., 2008).

A cajarana é um fruto climatérico e seu processo de maturação pode ser dividido em cinco estádios distintos de acordo com as características físicas e químicas. Devido

à sua elevada perecibilidade, são atualmente, explorados principalmente sob a forma processada (MATA et al., 2005; AROUCHA et al., 2012).

O etileno é conhecido como o hormônio do amadurecimento que desencadeia uma série de transformações bioquímicas que culminam no amadurecimento e na senescência dos frutos (MA et al., 2006).

O 1-MCP tem sido usado no tratamento de diversas espécies vegetais, com a finalidade de prolongar a vida útil pós-colheita destas espécies, com excelentes resultados, como é o caso da maçã (ZHANG et al., 2009). O composto volátil 1-MCP liga-se permanentemente aos receptores de etileno do tecido dos frutos impedindo sua ação, e conseqüentemente

favorecendo maior potencial de conservação (AMBAW et al., 2011).

Devido ao fato do 1-MCP ser eficiente no controle do amadurecimento, apresenta-se como uma ferramenta para a manutenção da qualidade dos produtos hortícolas (LUO et al., 2007). Assim o objetivo deste trabalho foi determinar o efeito do 1-MCP em cajaranas visando retardar sua maturação após a colheita e aumentar o seu período de conservação.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de cajaraneira foram colhidos em estágio de maturação fisiológico de vez, isto é, com coloração externa parcialmente verde escuro (50%) e polpa com consistência firme em pomar do Campus Experimental da Embrapa Amazônia Oriental localizado no município de Altamira-PA. Os frutos coletados apresentavam-se isentos de defeitos e sinais de ataque por pragas e doenças. Os frutos foram acondicionados em caixas térmicas e transportados até o Laboratório de Tecnologia de Produtos da Faculdade de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal do Pará, Campus Altamira.

No laboratório os frutos foram sanitizados em solução clorada a 5 ppm durante 5 minutos e colocados para secar em temperatura ambiente. Após secos os frutos foram divididos em blocos aleatoriamente e submetidos a aplicações de 1-MCP nas concentrações 0; 0,5; 10 e 15  $\mu\text{L}^{-1}$ . O 1-MCP, comercialmente denominado de SmartFresh® foi utilizado em aplicação única nos frutos com tempo de exposição de doze horas em condições de temperatura ambiente. A quantidade calculada de SmartFresh foi colocado em um recipiente plástico rígido, com 3 mL de água destilada e filtrada. Após agitação, a tampa foi removida no interior da caixa de isopor, a qual foi rapidamente lacrada. Finalizado os tratamentos, os frutos foram acondicionados em bancadas de madeira em temperatura ambiente de  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $85 \pm 2\%$  de UR, simulando a comercialização dos frutos durante 15 dias de armazenamento.

A cada três dias os frutos foram avaliados quanto a: perda de massa fresca, determinada pela diferença entre o peso no dia inicial ao experimento e aquele determinado em cada dia de avaliação sendo os resultados expressos em (%). A coloração da casca: valores de croma ( $C^*$ ) e ângulo hue de cor ( $h^\circ$ ) foram determinados utilizando o colorímetro Minolta Chroma Meter CR-300. A firmeza foi mensurada com o auxílio de um penetrômetro manual (Facchini, modelo FT 011), utilizando-se de cinco frutos para cada análise tendo os resultados expressos em Newton (N); o teor de sólidos solúveis (SST) foi determinado com auxílio de um refratômetro digital com os resultados expressos em ( $^\circ\text{Brix}$ ); a acidez total titulável (ATT) e o conteúdo de vitamina C foram determinados segundo normas do Instituto Adolfo Lutz (2008), e os resultados expressos em g/100 g polpa. O índice de maturidade fisiológica determinado pela relação SS/AT foi realizado pela diferença entre esses componentes. A taxa respiratória ( $\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) foi medida em analisador de gases (PBI Dansensor, modelo CheckMate 9900).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 6 sendo: quatro concentrações de 1-MCP e seis tempos de avaliação com cinco repetições e a parcela experimental composta por 5 frutos. Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, além de regressão polinomial utilizando o software estatístico ASSISTAT 7.7 versão beta.

## 3. RESULTADOS

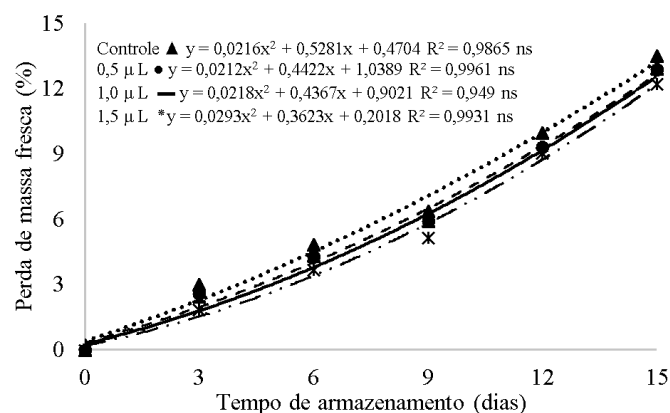
A vida útil das cajaranas foi de apenas seis dias em armazenamento ambiente, e com a aplicação de 1-MCP estendeu-se em até 12 dias, independentemente da concentração utilizada.

De acordo com a Figura 1 observa-se que aplicação de 1-MCP não afetou significativamente a perda de massa dos frutos apresentando média de 12,5% de perda de massa ao fim do período de avaliação. Com relação ao tempo de armazenamento, estes diferiram principalmente a partir do 9º dia, quando foram mais acentuados os percentuais de perda de massa.

A intensidade de cor de casca (croma, verde) apresentou redução em todos os tratamentos, todavia, os frutos tratados com 1-MCP independente da concentração utilizada, essa redução foi lenta até o 9º dia, seguido de decréscimo acentuado até o final do período de armazenamento, não diferindo estatisticamente entre si. Em relação ao tratamento controle, este diferiu significativamente dos demais tratamentos, pois apresentou as maiores variações de cromaticidade principalmente a partir do 6º dia de armazenamento, onde os frutos passaram de uma coloração de casca verde a amarelo (Figura 2A). Do ponto de vista comercial, isso é importante, pois realça a intensidade de coloração verde da casca do fruto, sugerindo um maior tempo de comercialização.

Com relação ao ângulo de cor ( $h^\circ$ ), notou-se redução nos valores (Figura 2B), entre os frutos durante o seu armazenamento, tratados ou não com 1-MCP independente da concentração. Aos nove dias, o ângulo de cor ( $h^\circ$ ) na casca dos frutos de cajaranas tratadas com 1-MCP sofreu grandes alterações com maior redução naqueles frutos mantidos em baixas concentrações do bloqueador de etileno.

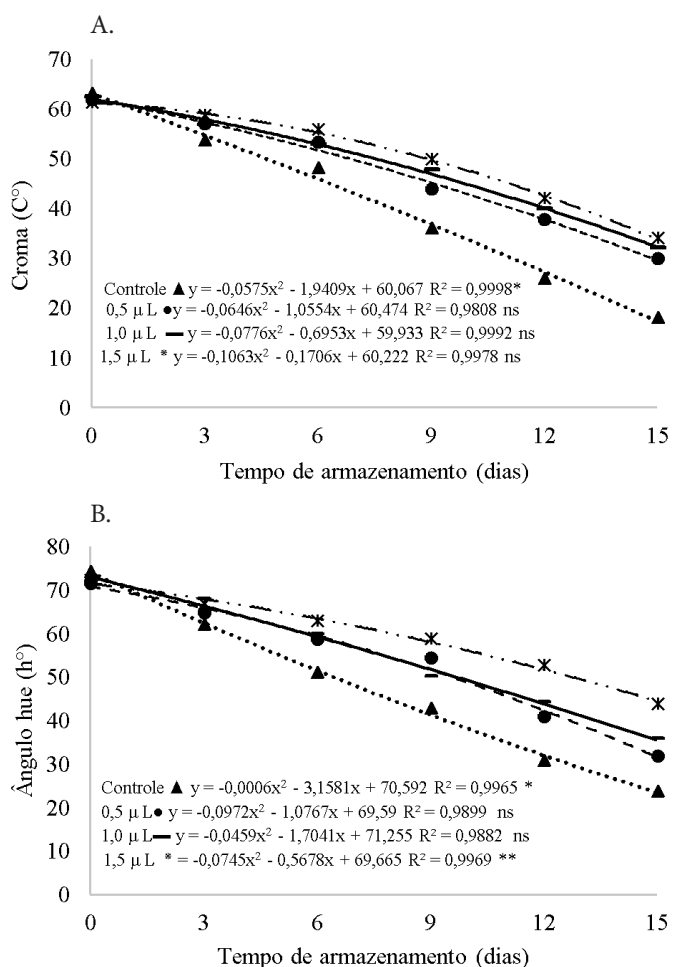
Analisando a firmeza da polpa entre os fatores tratamentos e o tempo de armazenamento, observou-se que a maior perda de firmeza foi a partir do sexto dia para os frutos do tratamento controle, ao nono para os frutos tratados com 0,5 e 1,0  $\mu\text{L}^{-1}$  de 1-MCP e ao décimo segundo dia para os frutos tratados com 1,5  $\mu\text{L}^{-1}$  de 1-MCP (Figura 3). A redução média de firmeza ao longo do período de armazenamento foi de até 60 N para os frutos sem aplicação de 1-MCP, enquanto que a média para os frutos tratados com o produto atingiu 40 N, independente da concentração utilizada (Figura 3).



ns = não significativo.

Figura 1. Regressão polinomial sobre a evolução da perda de massa fresca em cajaranas tratadas com 1-MCP ao longo do tempo de armazenamento.

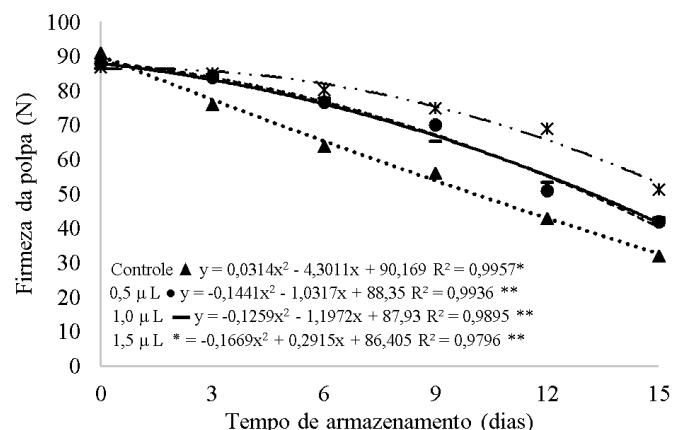
Figure 1. Polynomial regression on the evolution of fresh mass loss in 1-MCP treated cajaranas over the storage time.



246 ns = não significativo; \* significativo ao nível de 5% pelo teste de Tukey e \*\* significativo ao nível de 1% pelo teste de Tukey.

Figura 2. Regressão polinomial sobre as variáveis: a) cromagem (C°) e b) ângulo hue (h°) em frutos de cajaranas tratados com 1-MCP ao longo do tempo de armazenamento.

Figure 2. Polynomial regression on the variables: a) chroma (C°) and b) hue angle (h°) in fruits of cajaranas treated with 1-MCP throughout the storage time.



\* significativo ao nível de 5% pelo teste de Tukey e \*\* significativo ao nível de 1% pelo teste de Tukey

Figura 3. Regressão polinomial para a variável firmeza da polpa de cajaranas tratadas com 1-MCP ao longo do tempo de armazenamento.

Figure 3. Polynomial regression for the firmness variable of the pulp of cajaranas treated with 1-MCP throughout the time of storage.

O teor de sólidos solúveis foi maior nos frutos do tratamento controle quando comparados aos tratamentos com 1-MCP, principalmente no terço final do período de avaliação, com média ao final do período de avaliação de 14,35 °Brix (Figura 4). Entre as concentrações, observou-se que com o aumento da dosagem houve menor variação nos valores de sólidos solúveis, de modo que os tratamentos com 1,0 e 1,5  $\mu\text{L}^{-1}$  de 1-MCP não diferiram entre si, com médias de 11,87 e 11,65 °Brix respectivamente ao fim de quinze dias de armazenamento. A concentração de 0,5  $\mu\text{L}^{-1}$  de 1-MCP apresentou o maior teor de sólidos solúveis alcançando uma média de 13,18 °Brix ao fim do período de avaliação, diferindo significativamente das demais concentrações (Figura 4).

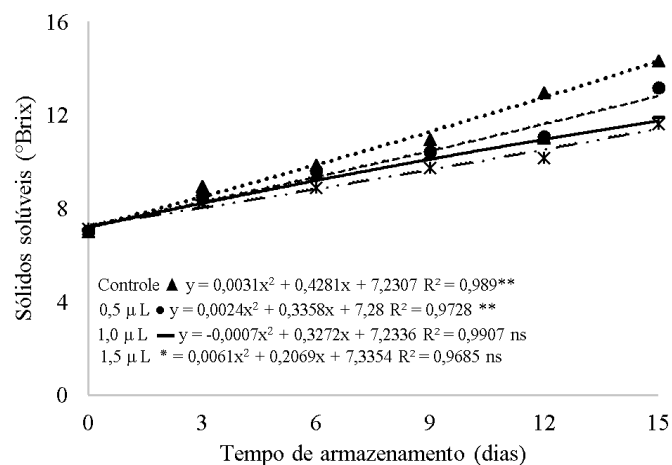
O teor de acidez titulável (Figura 5A) diminuiu progressivamente a partir do terceiro dia nos frutos do tratamento controle, apresentando uma redução total de até 0,42 g 100g<sup>-1</sup> de ácido cítrico ao longo de todo o período experimental. Para os frutos tratados com 0,5, 1,0 e 1,5 de 1-MCP a redução da acidez foi de 0,35, 0,33 e 0,27 g 100g<sup>-1</sup> ácido cítrico, respectivamente.

Entre os tratamentos com 1-MCP percebeu-se uma variação nos valores iniciais com redução mais expressiva a partir do 6º dia de armazenamento nos frutos tratados com 0,5 e 1,0  $\mu\text{L}^{-1}$  de 1-MCP. O tratamento com 1,5 de 1-MCP diferiu significativamente dos demais no décimo segundo e décimo quinto dia, quando observou-se menor redução da acidez nos frutos (Figura 5A).

O conteúdo de vitamina C variou significativamente entre os tratamentos, e principalmente ao longo do período de armazenamento (Figura 5B), observou-se um aumento do conteúdo de vitamina C até o 3º dia para os frutos do tratamento controle, até o 9º dia para os frutos mantidos a 0,5 e 1,0  $\mu\text{L}^{-1}$  de 1-MCP e até o décimo segundo dia para os frutos tratados com 1,5  $\mu\text{L}^{-1}$  de 1-MCP.

A média no conteúdo de vitamina C apresentado pelos tratamentos ao final de quinze dias de armazenamento foi de 0,43; 0,62; 0,66 e 0,78 g 100g<sup>-1</sup> ácido ascórbico (Figura 5B).

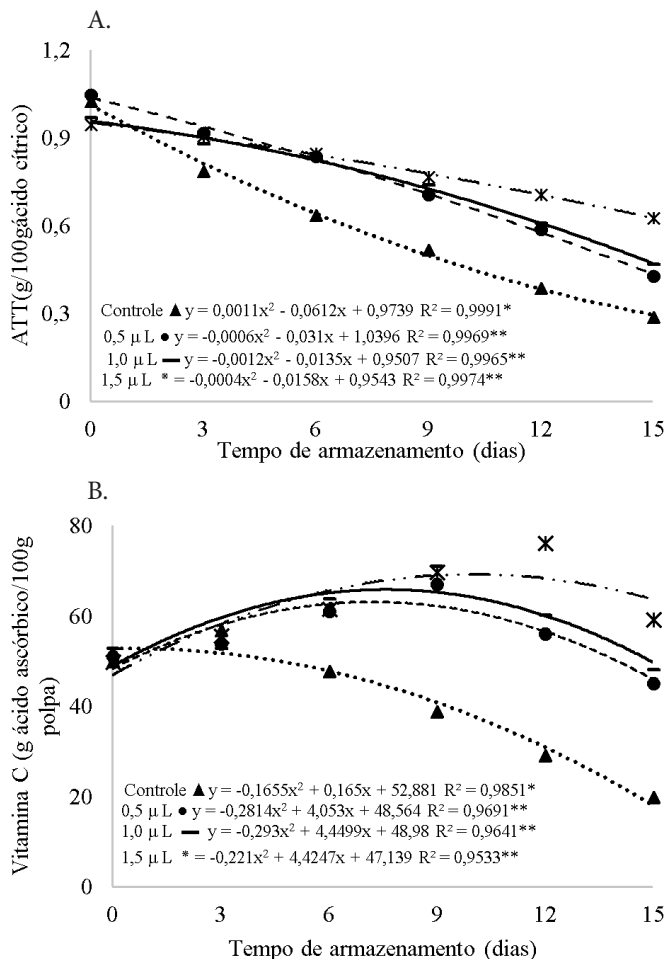
Como a avaliação do índice de maturação expressa o sabor, é interessante que essa relação apresente valores elevados, já que ela sugere a presença de mais açúcares do que ácidos. De



ns = não significativo; \*\* significativo ao nível de 1% pelo teste de Tukey

Figura 4. Regressão polinomial para a variável sólidos solúveis em cajaranas tratadas com 1-MCP ao longo do tempo de armazenamento.

Figure 4. Polynomial regression for the variable soluble soluble in 1-MCP treated cajaranas over the storage time.



\* significativo ao nível de 5% pelo teste de Tukey e \*\* significativo ao nível de 1% pelo teste de Tukey

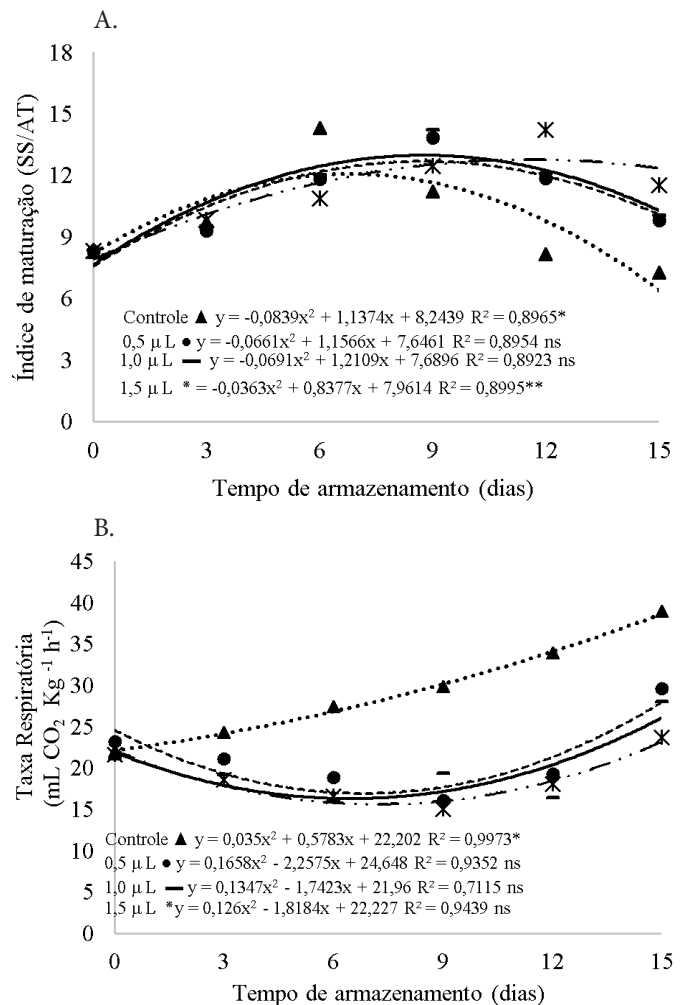
Figura 5. Regressão polinomial sobre a variável acidez titulável (a) e teor de vitamina C (b) em cajaranas tratadas com 1-MCP ao longo do tempo de armazenamento.

Figure 5. Polynomial regression on titratable acidity (a) and vitamin C (b) content in 1-MCP treated cajarana over the storage time.

acordo com a Figura 6A, observa-se que houve um ligeiro aumento nos valores de SS/AT nos frutos sem tratamento até o sexto dia alcançando valor de 14,35, com posterior decréscimo até o fim do período de armazenamento quando apresentou média de 7,31, indicando, portanto, frutos mais ácidos devido ao avançado estágio de senescência.

Entre os frutos tratados com 1-MCP houve aumento nos valores quando os frutos foram tratados na concentração de 1,5 μL de 1-MCP atingido média de 14,26 no 12º dia de avaliação, enquanto que nas concentrações de 0,5 e 1,0 μL o pico foi percebido no 9º dia de análise com valores médios de 13,89 e 14,25, respectivamente, com posterior redução (Figura 6A).

A taxa respiratória das cajaranas foi significativamente reduzida com o uso do 1-MCP independente da concentração utilizada, permitindo assim estender o período de conservação em temperatura ambiente. Observaram-se valores reduzidos até o nono dia nos tratamentos com 0,5; 1,0 e 1,5 μL (Figura 6B). O tratamento controle apresentou as maiores variações ao longo do período de armazenamento observando-se um aumento da respiração já a partir do terceiro dia de avaliação, chegando ao último dia com média superior a 35,00 mL CO<sub>2</sub> Kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> (Figura 6B).



ns = não significativo; \* significativo ao nível de 5% pelo teste de Tukey e \*\* significativo ao nível de 1% pelo teste de Tukey

Figura 6. Regressão polinomial para as variáveis índice de maturação (a) e taxa respiratória (b) em cajaranas tratadas com 1-MCP ao longo do tempo de armazenamento.

Figure 6. Polynomial regression for the variables maturation index (a) and respiratory rate (b) in 1-MCP treated cajarana over the storage time.

#### 4. DISCUSSÃO

No que se refere a perda de massa fresca Lima et al. (2010), ao avaliarem a influência da aplicação de 1-MCP (0; 100; 200 e 400 μL L<sup>-1</sup>) sobre a maturação pós-colheita e o tempo de armazenamento (0, 8 e 15 dias) sob refrigeração, em atemóia cv. African Pride, relataram que a diferença de perda de massa fresca não foi significativa quando comparado ao tratamento controle. Neste trabalho, sugere-se que a alta umidade no ambiente de armazenamento tenha proporcionado maior conservação dos frutos independente do uso de 1-MCP, diferindo significativamente, apenas com o decorrer do tempo de armazenamento.

A coloração da casca é uma das características mais importantes na pós-colheita, pois está diretamente relacionada à aceitação do consumidor final. Os resultados verificados para a variável Cromo concordam com os relatados por Silva et al. (2014), onde o 1-MCP retardou a degradação de clorofilas, o que permitiu maior cromaticidade da cor verde em atemóias, além de outros atributos relacionados a coloração da casca desse fruto.



Os frutos tratados com 1-MCP independente da concentração mantiveram-se mais firmes durante o armazenamento (Figura 3) isso significa que o 1-MCP possui efeito na retenção da firmeza, sugerindo um atraso na maturação dos frutos, com consequente redução na degradação dos componentes da parede celular. Vieira et al. (2012), ao avaliarem frutos de kiwi cv. Hayward tratado com 1-MCP também observaram maior retenção da firmeza em frutos em relação ao tratamento controle.

Entre os tratamentos com o 1-MCP, observou-se efeito dose dependente à medida que houve aumento na dosagem, assim, os frutos tratados com  $1,5 \mu\text{L}^{-1}$  de 1-MCP apresentaram-se ao final do período de armazenamento mais firmes que os frutos tratados com  $0,5$  e  $1,0 \mu\text{L}^{-1}$  (Figura 3) Resultados semelhantes foram encontrados por Lima et al. (2010), onde verificaram que atemóias tratadas nas maiores concentrações de 1-MCP apresentaram-se mais firmes ao final de 15 dias de armazenamento. A maior firmeza dos frutos tratados com as maiores doses de 1-MCP está provavelmente associada à redução da atividade das enzimas pectinolíticas, consequência da redução da ação do etileno (JACOMINO et al., 2002).

O conteúdo de sólidos solúveis apresentou aumento com o tempo de armazenamento (Figura 4) tal fato já era esperado dado o comportamento climatérico da cajarana onde os açúcares tendem a ser metabolizados pra serem utilizados na respiração dos frutos após a colheita.

O aumento no teor de sólidos solúveis também foi verificado por Vieira et al. (2012) durante o armazenamento de kiwis tratados com 1-MCP, contudo, os autores não verificaram diferença significativa entre tratamentos conforme observado neste trabalho.

A redução no conteúdo de acidez titulável na polpa dos frutos tratados ou não com 1-MCP durante o armazenamento (Figura 5A) provavelmente está relacionada com o avanço da maturação decorrente do processo respiratório e da conversão dos ácidos orgânicos em açúcares, tornando-os mais doces.

Vieira et al. (2012) ao avaliarem o uso do 1-MCP na pós-colheita de kiwis também observaram uma redução significativa nos valores de acidez titulável para todos os tratamentos, sendo uma redução mais evidente nos frutos não tratados.

As cajaranas tratadas com 1-MCP apresentaram um aumento no conteúdo de vitamina C (Figura 5B) e isso pode estar relacionado ao atraso na maturação dos frutos com queda na atividade respiratória e na produção de etileno, resultado de um menor gasto na utilização de substratos, em resposta à aplicação do 1-MCP.

Os resultados desta pesquisa corroboram com os observados por Trevisan et al. (2013) que avaliando os efeitos do 1-MCP associado ao etileno em mamão observaram uma redução nos valores de vitamina C ao longo do tempo de armazenamento nos frutos do tratamento controle e aumento nos frutos tratados com 1-MCP.

O índice de maturação é determinado pelo balanço entre o teor de sólidos solúveis totais e acidez total titulável através dos componentes existentes na polpa dos frutos, conferindo-lhe o sabor. Esse sabor pode ser mais ou menos ácido em função da região produtora ou das características do cultivar (SILVA et al., 2009).

Aroucha et al. (2012) ao avaliarem frutos de cajarana em diferentes estádios de maturação em ambiente refrigerado

encontraram valores médios (de quê) variando entre 6,55 a 14,35, valores estes dentro do verificado neste experimento.

A exposição das cajaranas ao 1-MCP retardou significativamente o pico respiratório dos frutos em comparação com o tratamento controle (Figura 6B). De maneira similar Sañudo-Barajas et al. (2009) e Trevisan et al. (2013) ao avaliarem a eficiência do 1-MCP na pós-colheita de mamão, observaram menor taxa respiratória nos frutos tratados com 1-MCP quando comparados aos frutos do tratamento controle. Esses mesmos pesquisadores observaram ainda uma menor taxa de respiração no período inicial de avaliação dos frutos quando submetidos ao tratamento 1-MCP, o mesmo evento evidenciado nessa pesquisa.

A diminuição da taxa respiratória dos frutos de cajarana tratados com 1-MCP sugeriu uma extensão do período de armazenamento em temperatura ambiente, devido possivelmente ao menor consumo de energia, sólidos solúveis (SS) e de ácidos orgânicos que aceleram o processo de senescência.

## 5. CONCLUSÕES

A utilização de 1-MCP na pós-colheita de cajarana promoveu vida útil de até 6 dias em relação ao tratamento controle independente da concentração aplicada.

A concentração de  $1,5 \mu\text{L}^{-1}$  de 1-MCP retardou a maturação dos frutos além de manter estáveis os teores de sólidos solúveis e de acidez titulável com o tempo de armazenamento sendo, portanto, a concentração mais recomendada para o prolongamento da vida de prateleira dos frutos de cajarana em temperatura ambiente.

## 6. REFERÊNCIAS

- AMBAW, A.; VERBOVEN, P.; CREEMER, P.; SCHENK, A.; NICOLAI, B. M. Modeling the diffusion-adsorption kinetics of 1-methylcyclopropene (1-MCP) in apple fruit and non-target materials in storage rooms. **Journal of Food Engineering**, London, v. 102, p. 257-265, 2011.
- AROUCHA, E. M. M.; SOUZA, C. S. de. M.; SOUZA, A. E. D. de; FERREIRA, R. M. de. A.; FILHO, J. C. A. Qualidade pós-colheita da cajarana em diferentes estádios de maturação durante armazenamento refrigerado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 391-399, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S010029452012000200011>
- CARVALHO, P. C. L.; RITZINGER, R.; SOARES FILHO, W. S.; LEDO, C. A. S. Características morfológicas, físicas e químicas de frutos de populações de umbu-cajazeira no Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, n. 30, v. 1, p. 140-147, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S010029452008000100026>
- JACOMINO, A. P.; KLUGE, R. A.; BRACKMANN, A.; CASTRO, P. D. C. Controle do amadurecimento e senescência de mamão com 1 metilciclopropeno. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 303-308, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162002000200015>.
- LIMA, M. A. C. de; MOSCA, J. L.; TRINDADE, D. C. G. da. Atraso no amadurecimento de atemóia cv. African Pride após tratamento pós-colheita com 1-metilciclopropeno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 599-604, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S010120612010000300005>

- LUO, Z. S.; XU, X.; CAI, Z.; YAN, M. Effects of ethylene and 1-methylcyclopropene (1- MCP) on lignification of postharvest bamboo shoot. **Food Chemistry**, Barking, v. 105, n. 2, p. 521-527, 2007.
- MA, B.; CAI, M. L.; SUN, H. J.; TAKADA, K.; MORI, H.; KAMADA, H.; EZURA, H. Subcellular localization and membrane topology of the melon ethylene receptor CmERS1. **Plant Physiology**, Waterbury, v. 141, n. 2, p. 587-597, 2006. <http://dx.doi.org/10.1104/pp.106.080523>
- MATA, M. E. R. M. C.; DUARTE, M. E. M.; ZANINI, H. L. H. T. Calor específico e densidade da polpa de cajá (*Spondias lutea* L.) com diferentes concentrações de sólidos solúveis sob baixas temperaturas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 488-498, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S010069162005000200023>
- PELL, S. K.; MITCHELL, J. D.; MILLER, A. J.; LOBOVA, T. A. **Anacardiaceae**. In: KUBITZKI, K. (Ed.) *The Families and Genera of Vascular Plants* v. 10. Berlin: Springer Verlag, 2011. p. 7-50.
- SAÑUDO-BARAJAS, J. A.; LABAVITCH, J.; GREVE, C.; OSUNA-ENCISO, T.; MUY-RANGEL, D.; SILLER-CEPEDA, J. Cell wall disassembly during papaya softening: role of ethylene in changes in composition, pectin-derived oligomers (PDOs) production and wall hydrolases. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 51, n. 3, p. 158- 167, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2008.07.018>
- SILVA, G. G.; MORAES, P. L. D.; ROCHA, R. H. C.; SANTOS, E. C.; SARMENTO, J. D. A. Caracterização do fruto da cajaraneira em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 11, n. 2, p. 159- 163, 2009.
- SILVA, G. M. C.; BIAZATTI, M. A.; SILVA, M. P. S. da; CORDEIRO, M. H. M.; MIZOBUTSI, G. P. Preservação dos atributos físicos de frutos de atemóia cv. gefner com o uso de 1-mcp e atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 4, p. 828-834, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-317/13>
- TREVISAN, M. J.; JACOMINO, A. P.; JUNIOR, L. C. C.; ALVES, R. F. Aplicação de 1-metilciclopropeno associado ao etileno para minimizar seus efeitos na inibição do amadurecimento do mamão ‘golden’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p.384-390, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S010029452013000200007>
- VIEIRA, M. J.; ARGENTA, L. C.; AMARANTE, C. V. T do; VIEIRA, A. M. F D.; STEFFENS, C. A. Qualidade pós-colheita de kiwi ‘hayward’ tratado com 1-MCP e armazenado sob diferentes atmosferas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 400-408, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S010029452010000200008>
- ZHANG, Z.; HUBER, D. J.; HURR, B. M.; RAO, J. Delay of tomato fruit ripening in response to 1-methylcyclopropene is influenced by internal ethylene levels. **Postharvest Biology and Technology**, Gainesville, v. 54, n. 1, p.1-8, 2009. <http://dx.doi:10.1016/j.postharvbio.2009.06.003>