

## CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MANGABA SOB REFRIGERAÇÃO E MODIFICAÇÃO DA ATMOSFERA DE ARMAZENAMENTO<sup>1</sup>

Manoel Soares Soares Júnior<sup>2</sup>, Marcio Caliarí<sup>2</sup>,  
Rosângela Vera<sup>2</sup>, Alessandra Guazzelli e Souza<sup>2</sup>

### ABSTRACT

POST-HARVEST CONSERVATION OF *MANGABA* UNDER REFRIGERATION AND MODIFICATION OF STORAGE ATMOSPHERE

The objective of this study was to evaluate the effects of packing atmosphere alteration on the *mangaba* fruits quality (*Hancornia speciosa* Gomes), stored under refrigeration ( $11 \pm 1^\circ\text{C}$ ), using polyvinyl chloride or low density polyethylene films, with or without potassium permanganate. Regardless the kind of film, the titratable acidity and soluble solids content increased, while the pH decreased, along the storage period. During that time, under modified atmosphere and refrigeration, fruits showed higher values for the soluble solids/titrable acidity ratio than other fruits. A significant loss of fresh matter occurred for the fruits packed with polyvinyl chloride, in relation to those packed with low density polyethylene. The fruits under atmosphere modified by polyvinyl chloride film, with or without potassium permanganate, and by low density polyethylene, with potassium permanganate, maintained good general features, until the eighth storage day. However, the fruits packed with low density polyethylene, without potassium permanganate, maintained their good features only until the fourth storage day. During ten storage days, none of the samples were visibly attacked by microorganisms.

KEY-WORDS: *Hancornia speciosa*; packaging; shelf life.

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da modificação da atmosfera na embalagem sobre a qualidade de frutos de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes), armazenados sob refrigeração ( $11 \pm 1^\circ\text{C}$ ), em filmes de policloreto de vinila ou polietileno de baixa densidade, com ou sem permanganato de potássio. Independentemente do tipo de filme, a acidez titulável e o teor de sólidos solúveis aumentaram, enquanto o pH diminuiu, ao longo do período de armazenamento. Durante todo o tempo de armazenamento, os frutos refrigerados sob atmosfera modificada tiveram valores mais altos para a relação sólidos solúveis/acidez titulável do que os outros frutos. Ocorreu significativa perda de massa fresca nos frutos embalados em policloreto de vinila, relativamente àqueles embalados em polietileno de baixa densidade. Os frutos sob atmosfera modificada por filme de policloreto de vinila, com ou sem permanganato de potássio, e por filme de polietileno de baixa densidade, com permanganato de potássio, mantiveram um bom aspecto geral, até o oitavo dia de armazenamento. Por outro lado, os frutos embalados com polietileno de baixa densidade, sem permanganato de potássio, somente mantiveram este aspecto até o quarto dia de armazenamento. Não houve ataque visível de microrganismos em quaisquer das amostras, durante os dez dias de armazenamento.

PALAVRAS-CHAVE: *Hancornia speciosa*; embalagem; vida-de-prateleira.

### INTRODUÇÃO

A mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes), também conhecida popularmente como mangaba e manguba, é uma espécie frutífera lactescente da família *Apocynaceae*. Ocorre na região nordeste do Brasil, na caatinga e na região central do país, até São Paulo e Mato Grosso do Sul, no cerrado. É, também, encontrada na região litorânea e em algumas regiões do Pará e vale do Rio Tapajós, na região amazônica (Lorenzi 2002). No cerrado, em condições

naturais, fornece de cem a quatrocentos frutos maduros por planta, entre outubro e dezembro (Silva et al. 1992). O fruto apresenta padrão respiratório climatérico (Sampaio 2002), é do tipo baga, elipsoidal ou arredondado, de 2,5 cm a 6,0 cm (com vários tamanhos na mesma planta), exocarpo amarelo, com manchas ou estrias avermelhadas, polpa bastante suave, doce, carnoso-viscosa, ácida, contendo, geralmente, de 2 a 15, ou até 30, sementes discóides, de 7 mm a 8 mm de diâmetro (Lederman et al. 2000).

1. Trabalho recebido em set./2006 e aceito para publicação em jun./2008 (nº registro: PAT 711).

2. Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia, Rodovia Goiânia - Nova Veneza, km 0, Cx. Postal 131 - CEP 74001-970, Goiânia - GO.

E-mails: manoel@agro.ufg.br; macaliari@ig.com.br; vera@agro.ufg.br; aleguazzelli@hotmail.com.

Devido aos excelentes aroma e sabor, quando madura, pode ser consumida em estado natural, ou sob a forma de sucos, polpas congeladas, sorvetes, doces, compotas, geléias, licores, vinhos, vinagres e xaropes (Braga 1960, Barros 1967, Pizza Júnior & Muller 1986, Naraim 1990, Almeida et al. 1998). A mangaba madura é um fruto extremamente perecível, devido à casca fina e elevado conteúdo de polpa. Portanto, é suscetível a danos mecânicos, durante a colheita, transporte e manuseio, o que representa um sério obstáculo para a sua comercialização (Borges et al. 2000). Além disso, pouco se sabe a respeito da conservação pós-colheita deste fruto.

Uma das técnicas mais eficientes para aumentar a durabilidade dos frutos e minimizar as perdas pós-colheita é o armazenamento sob baixa temperatura. A refrigeração é utilizada para diminuir a taxa respiratória, a perda de água e retardar o amadurecimento dos frutos (Paull 1994). Na comercialização, a embalagem é um requisito essencial para a manutenção da qualidade desse tipo de mercadoria, uma vez que oferece possibilidade de estender a vida de armazenagem pós-colheita, já que cria uma barreira que retarda a perda do sabor e aroma desejáveis e do vapor de água, enquanto restringe as trocas de CO<sub>2</sub> e de O<sub>2</sub>, criando uma atmosfera modificada (Baldwin et al. 1995).

O uso de atmosfera modificada (AM) tem se mostrado eficiente em reduzir as taxas de respiração e transpiração (Ben-Yehoshua 1987), ampliando a vida útil de frutos e hortaliças. O emprego de AM, pelo uso de filmes flexíveis como o PVC, ou o polietileno de baixa densidade, estabelece uma composição gasosa, no interior da embalagem, diferente da do ar, e, pela respiração do vegetal, ocorre uma redução da concentração de O<sub>2</sub> e elevação do CO<sub>2</sub>, fato que pode reduzir a atividade metabólica do produto (Kader 1986). Se a elevação do etileno não for desejável, utilizam-se removedores ou seqüestradores, como o permanganato de potássio (Chitarra & Chitarra 2005, p.335).

Uma alternativa para a comercialização da mangaba pode ser o seu processamento mínimo, com a disposição dos frutos higienizados em bandejas de polietileno expandido, juntamente com sachês de permanganato de potássio, embalados em filmes plásticos e mantidos sob refrigeração. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da atmosfera modificada por filme de policloreto de vinila

(PVC), ou por polietileno de baixa densidade (PE), com ou sem o uso de sachê de permanganato de potássio, sobre a qualidade de frutos de mangaba, higienizados e armazenados sob refrigeração.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos "de vez", provenientes de uma área sob cultivo homogêneo da região de Caçu-GO (18°33'S e 51°08'W), foram colhidos, manualmente, em novembro de 2004, por meio de vibração dos caules das plantas. Frutos "de vez" são aqueles ligados à planta, que possuem grau máximo de desenvolvimento (Vieira Neto 2002). Após a colheita, os frutos foram resfriados, até a temperatura de 11 ± 1°C, acondicionados em caixas de poliestireno expandido e transportados para câmara fria. Vinte frutos, escolhidos ao acaso, foram avaliados, quanto aos seguintes caracteres físicos: diâmetro longitudinal (mm), diâmetro transversal (mm) e massa fresca (g). As determinações de medida foram feitas com paquímetro manual e a massa em balança digital.

Para o experimento, utilizaram-se frutos previamente selecionados, isto é, os que apresentavam melhor aparência externa - casca íntegra, sem injúrias mecânicas, manchas ou rachaduras, e uniformes. Esses frutos foram submetidos a lavagens por imersão, em água corrente, e sanitizados em solução de hipoclorito de sódio, a 100 mg L<sup>-1</sup>, durante quinze minutos. Em seguida, foram dispostos em bandejas com fundo telado, onde foram mantidos, até a perda da umidade da superfície.

Quatro tratamentos foram avaliados na modificação da atmosfera de armazenagem, que corresponderam à combinação de dois filmes plásticos para embalagem, com e sem a utilização de sachês de permanganato de potássio (KMnO<sub>4</sub>). Cada sachê continha 2 g de KMnO<sub>4</sub> e 2 g de amido comercial de milho. Os filmes utilizados foram policloreto de vinila (PVC), marca Royalpack, com espessura de 15 µm, e polietileno de baixa densidade (PE), marca Cosplastic, com espessura de 30 µm. Aplicou-se o delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Para as análises físico-químicas, foram necessárias 72 amostras, pois, a cada dois dias, doze amostras eram destruídas.

Bandejas de poliestireno expandido, de 150 mm x 150 mm x 15 mm, foram sanitizadas por imersão, durante quinze minutos, e secas naturalmente.

Porções de, aproximadamente, 150 g de frutos foram distribuídas sobre essas bandejas. Nas amostras com sachês de permanganato de potássio, estes foram acomodados ao lado dos frutos. O filme de PVC foi colocado manualmente ao redor de cada bandeja e imediatamente termoselado. Os sacos de PE foram termosoldados em embaladora comum. Todas as amostras foram armazenadas em câmara fria, sem controle da umidade relativa do ar, a  $11 \pm 1^\circ\text{C}$ .

A cada dois dias, até completarem-se dez dias, foram realizadas análises de pH, perda de massa fresca, teor de sólidos solúveis e acidez titulável, sendo adotadas as metodologias propostas pelo Instituto Adolfo Lutz (1985). O pH foi obtido por meio de um potenciômetro Análion, modelo PM 608. A perda de massa fresca (%) foi calculada por gravimetria, segundo a expressão:  $\text{PMF} = (\text{MI} - \text{MS})/100/\text{MI}$ , em que MI é a massa inicial e MS a massa da amostra, no dia da avaliação. O teor de sólidos solúveis ( $^\circ\text{Brix}$ ) foi determinado com um refratômetro Instrutherm, modelo RT-30ATC, e o teor de acidez (% de ácido cítrico) por titulação, com solução de NaOH 0,1 N. Esses valores foram utilizados para o cálculo da relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT). Determinou-se, também, a percentagem de frutos atacados por microrganismos, em relação ao número total de frutos por bandeja. Isso foi caracterizado pela visualização de colônias de microrganismos na superfície dos frutos. Para a avaliação do aspecto geral (aparência), empregaram-se quatro avaliadores semi-treinados, seguindo-se a escala: 1 (aparência excelente), 2 (boa), 3 (regular) e 4 (péssima). O escore 2 correspondeu ao limite acima do qual a aparência limitava a aceitação do produto, por um consumidor médio (adaptado de Silva et al. 2003). A análise estatística dos dados obtidos compreendeu a realização do teste Tukey, a 5% de probabilidade (SAS Institute 1992).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Características físicas

A média da massa fresca das mangabas foi de 18,0 g, variando entre 6,0 g e 33,0 g, próximo da amplitude de 15,7 g a 34,0 g, encontrada por Ferreira et al. (2000), em frutos cultivados no litoral paraibano. As médias dos diâmetros longitudinal e transversal foram de 32,0 mm e 25,0 mm, variando de 23,0 mm a

40,0 mm e de 20,0 mm a 36,0 mm, respectivamente, que também estão próximas das amplitudes dos resultados de Ferreira et al. (2000), 28,3 mm a 37,0 mm e 15,6 mm a 33,0 mm. As dimensões e massa médias ligeiramente menores dos frutos colhidos em Caçu-GO, em relação às médias encontradas na literatura, são aceitáveis, pois as características físicas e químicas das frutas de determinada espécie dependem, além do fator genético, do estágio de maturação, local e dos tratamentos culturais e épocas de colheita (Fonseca et al. 2002).

### Perda de massa fresca

No que tange à perda de massa fresca, observa-se que, no segundo dia de armazenamento, o tipo de filme e a presença ou não de permanganato de potássio não afetou significativamente ( $p > 0,05$ ) esta variável (Tabela 1). Ao quarto dia, os frutos embalados com PVC, mais sachê de permanganato de potássio, apresentaram maior perda de matéria fresca (1,1%), diferindo ( $p < 0,05$ ) dos frutos embalados com PE, mais sachê de permanganato de potássio (0,0%). No entanto, essas duas amostras não diferiram ( $p > 0,05$ ) das demais. Do sexto ao décimo dia de armazenamento, as mangabas embaladas com PVC, com ou sem sachê de permanganato, apresentaram as maiores perdas de matéria fresca, diferindo ( $p < 0,05$ ) das embaladas com PE, com ou sem o sachê. Entretanto, não ocorreram diferenças ( $p > 0,05$ ) entre as amostras com e sem sachês, envoltas com o mesmo tipo de filme.

Tabela 1. Variação da perda de massa fresca e do teor de sólidos solúveis de frutos de mangabeira, sob diferentes tempos de armazenamento, refrigerados a  $11 \pm 1^\circ\text{C}$ , embalados com PVC ou PE, com ou sem utilização de sachê com  $\text{KMnO}_4$ .

Tratamentos <sup>1</sup>	Armazenamento (dias)									
	2		4		6		8		10	
	PMF <sup>2</sup>	SS <sup>3</sup>	PMF	SS	PMF	SS	PMF	SS	PMF	SS
PVC	0,0 <sup>A</sup>	12,6 <sup>B</sup>	0,9 <sup>AB</sup>	14,6 <sup>AB</sup>	1,5 <sup>A</sup>	15,5 <sup>A</sup>	2,2 <sup>A</sup>	15,7 <sup>A</sup>	3,1 <sup>A</sup>	16,0 <sup>B</sup>
PE	0,0 <sup>A</sup>	13,6 <sup>B</sup>	0,2 <sup>AB</sup>	13,4 <sup>B</sup>	0,2 <sup>B</sup>	14,6 <sup>A</sup>	0,2 <sup>B</sup>	15,7 <sup>A</sup>	0,2 <sup>B</sup>	15,2 <sup>BC</sup>
PVC+pp	0,4 <sup>A</sup>	15,5 <sup>A</sup>	1,1 <sup>A</sup>	15,7 <sup>A</sup>	1,3 <sup>A</sup>	16,0 <sup>A</sup>	2,2 <sup>A</sup>	16,4 <sup>A</sup>	2,9 <sup>A</sup>	16,8 <sup>A</sup>
PE+pp	0,0 <sup>A</sup>	13,2 <sup>B</sup>	0,0 <sup>B</sup>	13,5 <sup>B</sup>	0,2 <sup>B</sup>	14,8 <sup>A</sup>	0,7 <sup>B</sup>	14,9 <sup>A</sup>	0,7 <sup>B</sup>	14,6 <sup>C</sup>

<sup>1</sup>- PVC: policloreto de vinila; PE: polietileno de baixa densidade; pp: com sachê contendo 2 g de permanganato de potássio; <sup>2</sup>- PMF: perda de massa fresca (%); <sup>3</sup>- SS: sólidos solúveis ( $^\circ\text{Brix}$ ). Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Segundo Vicentini et al. (1999), a perda de pequenas quantidades de água por frutas e hortaliças é tolerável, mas aquelas que resultam em murchamento, ou enrugamento, devem ser controladas. Para Barros et al. (1994), o murchamento pode ser minimizado, pela redução da taxa de transpiração, que pode ser diminuída através do aumento da umidade relativa e diminuição da temperatura ambiente.

A partir do segundo dia de armazenagem, ocorreu perda de massa fresca em todas as amostras, embora os frutos sob atmosfera modificada com filme de PE tenham apresentado melhores resultados, quando comparados aos frutos embalados com filme de PVC. Essa perda é decorrente do processo de transpiração, em consequência do déficit de pressão de vapor, existente entre os tecidos internos do fruto e o ambiente externo. A utilização de embalagem com filmes plásticos, durante o armazenagem refrigerado, promove maior umidade relativa, ao redor das frutas, reduzindo o déficit de pressão de vapor e, conseqüentemente, a transpiração. Como consequência, as frutas permanecem com maior turgidez e sem sintoma de murchamento (Woods 1990). Esse comportamento provavelmente se deve à diferença de permeabilidade dos materiais utilizados como embalagem. O filme de PVC é mais permeável ao vapor de água do que o polietileno (Gorris & Peppelenbos 1992). Ainda assim, Silva et al. (2003) demonstraram que a modificação da atmosfera de armazenagem por filme de PVC reduz a perda de peso dos frutos, em relação ao armazenagem em temperatura ambiente, durante dez dias.

### *Sólidos solúveis*

Os teores de sólidos solúveis (SS) das mangabas armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada variaram entre 12,6 °Brix e 16,8 °Brix (Tabela 1), situando-se dentro da amplitude de 12,4 °Brix a 18,6 °Brix, encontrada por Ferreira et al. (2000), em frutos obtidos de mangabeiras cultivadas no litoral paraibano. No entanto, os valores de SS obtidos no presente trabalho ficaram acima dos valores de 7,5 °Brix a 13 °Brix, verificados por Parente et al. (1985), em frutos nativos colhidos no Distrito Federal.

Na Tabela 1, observa-se, também, que, no segundo dia de armazenagem, as mangabas sob AM, por filme PVC mais sachê com permanganato

de potássio, apresentaram maior teor de sólidos solúveis (15,5 °Brix), diferindo ( $p < 0,05$ ) das demais. Aos quatro dias, os frutos embalados com filme PVC (com ou sem sachê) apresentaram maiores valores de sólidos solúveis, diferindo ( $p < 0,05$ ) dos embalados com PE (com ou sem sachê). Do sexto ao oitavo dia de armazenagem, o tipo de filme e a presença ou não de permanganato de potássio não afetou ( $p > 0,05$ ) o teor de sólidos solúveis das mangabas. No décimo dia, os frutos embalados com PVC voltaram a apresentar maiores níveis de sólidos solúveis, diferindo ( $p < 0,05$ ) dos embalados com PE mais sachê. Entretanto, não ocorreram diferenças ( $p > 0,05$ ) em relação ao teor de sólidos solúveis, entre as amostras embaladas com PVC ou PE, sem sachês, e nem entre as embaladas com PE com sachês e PE sem sachês.

Os teores de sólidos solúveis, nos frutos sob AM com PVC, aumentaram com o tempo de armazenagem, enquanto sob AM com PE, os teores de sólidos solúveis aumentaram até o oitavo dia, declinando a partir daí. As mangabas armazenadas sob AM com PVC apresentaram níveis de sólidos solúveis ligeiramente maiores, em relação às com PE, excetuando-se o oitavo dia, quando não ocorreu diferença entre os frutos sob AM por PVC ou PE, sem sachê. O incremento em sólidos solúveis é devido ao amadurecimento dos frutos, sendo decorrente dos processos de biossíntese ou degradação de polissacarídeos (Knee & Bartley 1981). Esses resultados discordam daqueles de Silva et al. (2003), que não observaram diferença entre esses teores em frutos mantidos sob atmosfera ambiente, ou modificada por filme de PVC. Apesar disso, observaram menores variações em sólidos solúveis, nos frutos mantidos sob atmosfera modificada.

O teor de sólidos solúveis das mangabas aumentou, no decorrer do armazenagem, mais intensamente, nos tratamentos que utilizaram o filme de PVC, do que naqueles que utilizaram o filme de PE. O maior teor de sólidos solúveis para o filme de PVC, em parte, pode ser explicado pela maior perda de água das frutas, já que o filme de PVC é mais permeável que o filme de PE, o que faz com que os açúcares (principais componentes dos sólidos solúveis) se concentrem na polpa, sendo os resultados de sólidos solúveis compatíveis com os resultados da perda de massa das mangabas. O declínio de sólidos solúveis nos frutos sob AM por PE, a partir do oitavo

dia, provavelmente deveu-se ao início de reações predominantemente catalíticas (senescência), ou por atingir o limiar crítico de  $O_2$  na embalagem, iniciando a respiração anaeróbia.

### Acidez titulável

Neste trabalho, os valores obtidos para a acidez titulável (AT) das mangabas "de vez", durante o armazenamento sob refrigeração e AM, variaram entre 0,38% e 0,78% (Tabela 2). Parente et al. (1985), em amostras de frutos colhidos no Distrito Federal, obtiveram acidez titulável de 0,42% (ácido cítrico), para mangabas maduras; 0,49%, para frutos grandes "de vez"; 0,56%, para frutos médios "de vez"; e 0,42%, para frutos pequenos "de vez". Souza et al. (2003), por sua vez, encontraram 0,78% de AT em mangabas "de vez", colhidas em Itaporanga-SE.

Na Tabela 2, observa-se, ainda, que, no sexto dia de armazenamento, a acidez titulável da mangaba, sob AM com filme de PVC, foi menor ( $p < 0,05$ ) que a sob AM com filme de PE, com médias de 0,38% e 0,62% de ácido cítrico, respectivamente. Nos demais dias, os diferentes tipos de AM empregados não afetaram ( $p > 0,05$ ) a variável acidez titulável. Nos frutos sob AM por PE e PE mais sachê com permanganato de potássio, a acidez titulável foi crescente, durante todo o período de armazenamento. Essa elevação também foi observada por Bonnas et al. (2003), em abacaxi minimamente processado. Já nos frutos com atmosfera modificada por PVC, os valores de acidez titulável foram crescentes somente a partir do sexto dia de armazenamento.

A maioria dos frutos apresenta decréscimo nos níveis de acidez, com a evolução do amadurecimento, como ocorre, por exemplo, com a banana, na qual valores máximos de acidez coincidem com valores máximos de respiração (Azis et al. 1976, Chitarra & Lajolo 1985). O aumento de ácido cítrico, elevando os níveis de acidez, observado durante o período de armazenamento de mangabas, neste trabalho, pode ocorrer devido à produção de substrato respiratório.

Segundo Silva et al. (2003), independentemente da atmosfera, a acidez titulável tendeu a diminuir durante o armazenamento de mangabas sob temperatura ambiente. No entanto, frutos mantidos sob AM apresentaram valores de acidez titulável menores, quando comparados à atmosfera ambiente (AA), entre dois e oito dias de armazenamento. A

Tabela 2. Variação da acidez titulável e da relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável (SS/AT), de frutos de mangabeira, sob diferentes tempos de armazenamento, refrigerados a  $11 \pm 1^\circ C$ , embalados com PVC ou PE, com ou sem sachê de  $KMnO_4$ .

Tratamentos <sup>1</sup>	Armazenamento (dias)									
	2		4		6		8		10	
	AT <sup>2</sup>	$\frac{SS^3}{AT}$	AT <sup>2</sup>	$\frac{SS^3}{AT}$	AT <sup>2</sup>	$\frac{SS^3}{AT}$	AT <sup>2</sup>	$\frac{SS^3}{AT}$	AT <sup>2</sup>	$\frac{SS^3}{AT}$
PVC <sup>4</sup>	0,44 <sup>A</sup>	28,86 <sup>A</sup>	0,38 <sup>A</sup>	38,07 <sup>A</sup>	0,38 <sup>B</sup>	40,80 <sup>A</sup>	0,58 <sup>A</sup>	26,97 <sup>A</sup>	0,77 <sup>A</sup>	20,80 <sup>A</sup>
PE <sup>5</sup>	0,51 <sup>A</sup>	26,80 <sup>A</sup>	0,51 <sup>A</sup>	26,20 <sup>B</sup>	0,62 <sup>A</sup>	23,67 <sup>B</sup>	0,66 <sup>A</sup>	23,97 <sup>A</sup>	0,78 <sup>A</sup>	19,6 <sup>A</sup>
PVC+pp <sup>6</sup>	0,40 <sup>A</sup>	40,37 <sup>A</sup>	0,50 <sup>A</sup>	31,70 <sup>B</sup>	0,45 <sup>AB</sup>	36,30 <sup>AB</sup>	0,61 <sup>A</sup>	26,93 <sup>A</sup>	0,78 <sup>A</sup>	21,63 <sup>A</sup>
PE+pp	0,47 <sup>A</sup>	29,10 <sup>A</sup>	0,48 <sup>A</sup>	29,27 <sup>B</sup>	0,55 <sup>AB</sup>	27,57 <sup>AB</sup>	0,65 <sup>A</sup>	22,97 <sup>A</sup>	0,71 <sup>A</sup>	20,57 <sup>A</sup>

<sup>1</sup>- PVC: policloreto de vinila; PE: polietileno de baixa densidade; pp: com sachê contendo 2 g de permanganato de potássio; <sup>2</sup>- AT: acidez titulável (% de ácido cítrico); <sup>3</sup>- SS/AT: sólidos solúveis/acidez titulável. Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

manutenção da acidez titulável, durante o armazenamento de frutos no estágio maduro sob AM, provavelmente resultou na redução da atividade metabólica, em função de possível retardamento do climatério das mangabas. Esse efeito pode ocorrer devido à diminuição da atividade metabólica resultante da modificação da atmosfera de armazenamento. Entretanto, no último período de armazenamento, os autores observaram um aumento dos valores de acidez titulável, provavelmente resultante da hidrólise de pectina, pela pectinametilesterase e poligalacturonase, ocorrendo a liberação dos ácidos poligalacturônicos (Borges et al. 2000). A redução da atividade metabólica de frutos mantidos sob AM, possivelmente com a elevação da concentração de  $CO_2$  e redução de  $O_2$ , pode afetar os sistemas enzimáticos de degradação de glicose, resultando na baixa taxa de utilização de ácidos no ciclo de Krebs (Kays 1997).

À medida que o fruto se aproxima da maturidade, há aumento característico da taxa respiratória, da síntese dos hormônios e de precursores do etileno, degradação da parede celular e síntese de açúcares a partir das reservas. Nesse período, os ácidos orgânicos são usados como fonte de energia, apressando o estado de maturação dos frutos. Assim, o pH diminui e, conseqüentemente, a acidez titulável aumenta (Gardiazabal & Cano 1999).

### Relação sólidos solúveis/ acidez titulável (SS/AT)

A relação SS/AT é um indicativo de palatabilidade. É, usualmente, utilizada para avaliar o grau

de maturação dos frutos, bem como seu sabor, sendo este representado, principalmente, pelo balanço doçura/ acidez, aceitável ao paladar humano. Na Tabela 2, observa-se que, no quarto e sexto dias de armazenamento, as mangabas sob AM com PVC apresentaram as maiores relações SS/AT (38,07 e 40,89, respectivamente), diferindo ( $p < 0,05$ ) das embaladas com PE (26,2 e 23,67, respectivamente). Entretanto, não ocorreram diferenças ( $p > 0,05$ ) entre elas e as amostras com sachês, independentemente do tipo de filme. Nos demais dias avaliados ( $2^\circ$ ,  $7^\circ$  e  $10^\circ$ ), o tipo de filme e a presença ou não de permanganato de potássio não afetou ( $p > 0,05$ ) a relação SS/AT das mangabas.

Parente et al. (1985) encontraram relações SS/AT para mangabas nativas do Distrito Federal, entre 17,86 (frutos maduros) e 26,53 (frutos grandes "de vez"). Essa discrepância de resultados deve-se ao fato de a mangaba colhida no Distrito Federal ser menos doce, resultando em relação SS/AT diferente da obtida neste trabalho, com as mangabas de Caçugo.

Pode-se verificar, ainda, que os frutos sob AM com PE, com ou sem a presença de sachês de permanganato de potássio, apresentaram um declínio suave e gradativo na relação SS/AT, durante todo o período de armazenamento (Tabela 2). Isso também foi observado com abacaxi, por Bonnas et al. (2003). Já os frutos armazenados sob AM com PVC apresentaram elevação da relação SS/AT, até o sexto dia, declinando logo após.

### pH

Os valores de pH das mangabas armazenadas sob refrigeração e AM variaram entre 4,89 e 3,83 (Tabela 3), situando-se acima dos valores médios de 3,34 e 3,17, obtidos por Fonseca et al. (2002), para frutos de plantas nativas da região de Camaçari, no Estado da Bahia.

Observa-se, ainda, que, do segundo ao sexto dia de armazenamento, o tipo de filme e a presença ou não de permanganato de potássio não afetou ( $p > 0,05$ ) o pH das mangabas (Tabela 3). No oitavo dia, os frutos sob AM por PVC apresentaram maior pH (4,16), diferindo ( $p < 0,05$ ) dos embalados com PVC mais sachê com permanganato de potássio (4,03). Aos dez dias de armazenamento, os frutos envoltos com filme de PE mais sachê diferiram ( $p < 0,05$ )

Tabela 3. Variação do pH e do aspecto geral (aparência subjetiva) de frutos de mangabeira, sob diferentes tempos de armazenamento, refrigerados a  $11 \pm 1^\circ\text{C}$ , embalados com PVC ou PE, com ou sem sachê de  $\text{KMnO}_4$ .

Tratamentos <sup>1</sup>	Armazenamento (dias)									
	2		4		6		8		10	
	pH	AG <sup>2</sup>	pH	AG	pH	AG	pH	AG	pH	AG
PVC <sup>1</sup>	4,76 <sup>A</sup>	1,00 <sup>B</sup>	4,56 <sup>A</sup>	1,33 <sup>AB</sup>	4,46 <sup>A</sup>	1,67 <sup>BC</sup>	4,16 <sup>A</sup>	2,00 <sup>A</sup>	3,98 <sup>AB</sup>	2,67 <sup>A</sup>
PE <sup>5</sup>	4,48 <sup>A</sup>	2,00 <sup>A</sup>	4,25 <sup>A</sup>	2,00 <sup>A</sup>	4,26 <sup>A</sup>	2,67 <sup>A</sup>	4,10 <sup>AB</sup>	2,67 <sup>A</sup>	3,83 <sup>C</sup>	3,00 <sup>A</sup>
PVC+pp <sup>6</sup>	4,85 <sup>A</sup>	1,00 <sup>B</sup>	4,39 <sup>A</sup>	1,00 <sup>B</sup>	4,44 <sup>A</sup>	1,00 <sup>C</sup>	4,03 <sup>B</sup>	2,00 <sup>A</sup>	3,90 <sup>BC</sup>	2,33 <sup>A</sup>
PE+pp	4,89 <sup>A</sup>	2,00 <sup>A</sup>	4,32 <sup>A</sup>	2,00 <sup>A</sup>	4,26 <sup>A</sup>	2,00 <sup>AB</sup>	4,08 <sup>AB</sup>	2,00 <sup>A</sup>	4,01 <sup>A</sup>	2,33 <sup>A</sup>

<sup>1</sup> PVC: policloreto de vinila; PE: polietileno de baixa densidade; pp: com sachê contendo 2 g de permanganato de potássio; <sup>2</sup> AG: aspecto geral (aparência subjetiva - escore). Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

daqueles com PE e dos com PVC mais sachê, sendo que os embalados com PVC também diferiram ( $p < 0,05$ ) dos com PE.

### Aspecto geral

A qualidade pós-colheita dos frutos está relacionada com a minimização da taxa de deterioração, ou seja, com a manutenção da firmeza, da cor e da aparência, visando a mantê-los atraentes para o consumidor, por um período mais longo (Smith et al. 1987). Observou-se que, do segundo ao quarto dia de armazenamento, as mangabas sob AM por PVC, com ou sem sachês de permanganato de potássio, apresentaram melhor escore para aspecto geral ( $p < 0,05$ ) que os frutos sob AM por PE, com ou sem sachês (Tabela 3). No sexto dia, os frutos embalados com PVC, com ou sem sachês, continuaram apresentando melhor escore, diferindo ( $p < 0,05$ ) dos frutos embalados com PE, embora aqueles com PE mais sachê não tenham diferido ( $p > 0,05$ ) dos com PVC. Já do oitavo ao décimo dia, o tipo de filme e a presença ou não de permanganato de potássio não afetou mais o aspecto geral.

As mangabas embaladas com PE ultrapassaram o limite determinado pelo aspecto geral no sexto dia de armazenamento, enquanto, para as demais amostras, isso somente tenha ocorrido no oitavo dia de armazenamento. Além do aspecto visual, um odor desagradável também foi percebido, a partir do sexto dia, nas frutas embaladas somente com PE.

Segundo Toledo et al. (2003), frutos de mangaba "de caída", armazenados sob refrigeração a  $6^\circ\text{C}$

e sem utilização de filme plástico, apresentaram vida útil de até sete dias, enquanto para frutos "de vez" isto se deu em até nove dias. Nas temperaturas de 18°C e 24°C, esse período reduziu-se para três e cinco dias, para os frutos "de caída" e "de vez", respectivamente. Nesse período, os frutos apresentaram sinais de deterioração, ou seja, mudanças na aparência externa e odor desagradável. As mangabas "de caída" tornaram-se deterioradas, a partir de três dias de armazenamento, nas temperaturas de 18°C e 24°C, tornando-se, portanto, impróprias para o consumo *in natura* ou para a industrialização.

#### Ataque de microrganismos

Durante os dez dias de armazenamento não ocorreu ataque visível de microrganismos nos frutos de mangaba. O tipo de filme e o uso ou não de permanganato de potássio não afetaram ( $p > 0,05$ ) essa resposta. Dobray & Varsányi (1974) citam que o uso de filmes de polietileno de espessura de 0,01 mm, associado ao tratamento químico, na embalagem de produtos vegetais, é um procedimento simples para a manutenção dos produtos frescos, redução da perda de peso e controle de doenças pós-colheita. A utilização de embalagens e de temperaturas adequadas pode manter um produto livre de microrganismos patogênicos, com maior manutenção da sua qualidade e maior vida de prateleira (Schlimme & Rooney 1994).

#### CONCLUSÕES

1. Independentemente do tipo de embalagem utilizada, aumentam-se a acidez titulável e o teor de sólidos solúveis dos frutos de mangaba, sob refrigeração, enquanto o pH diminuiu com o tempo de armazenamento.
2. Ocorre significativa perda de massa fresca nos frutos embalados com policloreto de vinila, em relação àqueles embalados com polietileno de baixa densidade.
3. Sob atmosfera modificada por filme de policloreto de vinila, com ou sem sachês de permanganato de potássio, e por filme de polietileno de baixa densidade, com sachê, os frutos mantêm um bom aspecto geral, até o oitavo dia de armazenamento; enquanto aqueles embalados com polietileno de

baixa densidade, sem sachê, somente mantêm este aspecto até o quarto dia de armazenamento.

#### AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de iniciação científica (PIBIC) a A. G. e Souza.

#### REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S. P. et al. *Cerrado* : espécies vegetais úteis. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998.
- AZIS, A. B. A. et al. The changes of some chemical compounds of banana fruit under low storage temperature. *Egyptian Journal of Horticulture*, Cairo, v. 3, n. 2, p. 179-188, 1976.
- BALDWIN, E. A.; NISPEROS-CARRIEDO, M. O.; BAKER, R. A. Edible coatings for lightly processed fruits and vegetables. *HortScience*, Alexandria, v. 30, n. 1, p. 35-38, 1995.
- BARROS, J. C. S. M.; GOES, A.; MINAMI, K. Condições de conservação pós-colheita de frutos de pimentão (*Capsicum annum* L.). *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 51, n. 2, p. 363-368, 1994.
- BARROS, R. da C. Mangabeira, rainha dos tabuleiros. *Mundo Agrícola*, São Paulo, v. 16, n. 191, p. 9-12, 1967.
- BEN-YEHOSHUA, S. Transpiration, water stress and gas exchange. In: WEICHMANN, J. (Ed.). *Postharvest physiology of vegetables*. New York: Marcel Dekker, 1987. p. 113-170.
- BONNAS, D. S. et al. Qualidade do abacaxi cv. *smooth cayenne* minimamente processado. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v. 25, n. 2, p. 206-209, 2003.
- BORGES, M. F.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MOURA, C. F. H. Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes). In: ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MOURA, C. F. H. (Ed.). *Caracterização de frutas nativas da América do Sul*. Jaboticabal: Funep, 2000. p. 44-45.
- BRAGA, R. *Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará*. 4. ed. Natal: Universitária UFRN, 1960.
- CHITARRA, A. B.; LAJOLO, F. M. Mudanças fisiológicas e químicas pós-colheita na banana-marmelo em diferentes temperaturas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 20, p. 561-573, 1985.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. *Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio*. 2. ed. Lavras: Editora da UFLA, 2005.

- DOBNEY, E.; VARSÁNYI, J. Experiments on short-term storage of horticultural products by using plastic films treated with various methods. In: INTERNATIONAL COLLOQUIUM OF PLASTICS IN AGRICULTURES, 5., 1972, Budapest. *Anais...* Budapest: Ministry of Agriculture and Food, 1974. p. 650-659.
- FERREIRA, E. G. et al. Determinações físicas e químicas de frutos de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) do litoral da Paraíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16., 2000, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: SBF, 2000. 1 CD-ROM.
- FONSECA, A. A. O. et al. Qualidade física, química e físico-química de frutos nativos de mangabeiras (*Hancornia speciosa*) da região de Camaçari-BA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18., 2002, Porto Alegre. *Anais...* Campinas: SBCTA, 2002. 1 CD-ROM.
- GARDIAZABAL, F.; CANO, G. Caracterización de 10 cultivares de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) y su respuesta a la polinización artificial en Quillota, Chile. *Acta Horticulturae*, Brugge, v. 497, p. 239-253, 1999.
- GORRIS, L. G. M.; PEPPELENBOS, H. W. Modified atmosphere and vacuum packaging to extend the shelf life of respiring food products. *HortTechnology*, Palo Alto, v. 2, n. 3, p. 303-309, 1992.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos*. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985.
- KADER, A. A. Biochemical and physiology basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technology*, Chicago, v. 40, n. 5, p. 99-104, 1986.
- KNEE, M.; BARTLEY, I. M. Composition and metabolism of cell wall polysaccharides in ripening fruits. In: FRIEND, J.; RHODES, M. J. C. (Ed.). *Recent advances in the biochemistry of fruits and vegetables*. New York: Academic Press, 1981. p. 131-146.
- KAYS, S. J. *Postharvest physiology of perishable plant products*. Atenas: AVI, 1997.
- LEDERMAN, I. E. et al. *Mangaba (Hancornia speciosa Gomes)*. Jaboticabal: Funep, 2000. (Frutas nativas, 2).
- LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil*. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002.
- NARAIN, N. Mangaba. In: NAGY, S.; SHAW, P. E.; WARDOWSKI, W. F. (Ed.). *Fruits of tropical and subtropical origin: composition, properties and uses*. Lake Alfred: Florida Science Source, 1990. p. 159-165.
- PARENTE, T. V.; BORGIO, L. A.; MACHADO, J. W. B. Características químicas de frutos de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) do cerrado da região geoeconômica do Distrito Federal. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 96-98, 1985.
- PAULL, R. E. Tropical fruit physiology and storage potential. In: CHAMP, B. R.; HIGHLEY, E.; JOHNSON, G. I. (Ed.). *Postharvest handling of tropical fruits*. New York: Marcel Dekker, 1994. p. 198-302.
- PIZZA JÚNIOR, C. T.; MULLER, C. H. Mangaba. In: \_\_\_\_\_. *Guia Rural Abril*. São Paulo: Abril Cultural, 1986. p. 249-383.
- SAMPAIO, S. O. *Transformações durante o amadurecimento pós-colheita de frutos de cajazeira (Spondias mombim L.), ciriguela (Spondias purpurea L.) e mangabeira (Hancornia speciosa Gomes)*. 2002. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2002.
- SAS INSTITUTE. *SAS System for Windows 3.95*. Versão 6.08. Cary: SAS Institute, 1992. 10 CD-ROM.
- SCHLIMME, D. V.; ROONEY, M. L. Packing of minimally processed fruits and vegetables. In: WILEY, R. C. (Ed.). *Minimally processed refrigerated fruits & vegetables*. London: Chapman & Hall, 1994. p. 135-82.
- SILVA, J. A. et al. *Coleta de sementes, produção de mudas e plantio de espécies frutíferas nativas dos cerrados: informações exploratórias*. Brasília: Embrapa-CPAC, 1992. (Documentos, 44).
- SILVA, S. de M. et al. Conservação pós-colheita de mangaba sob atmosfera modificada por filme de PVC. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA MANGABA, 1., Aracaju, 2003. *Anais...* Aracaju: UFSE, 2003. 1 CD-ROM.
- SMITH, S.; GEESON, J.; STOW, J. Production of modified atmospheres in deciduous fruits by use of films and coatings. *HortScience*, Alexandria, v. 22, n. 5, p. 772-776, 1987.
- SOUZA, D. C. L. et al. Caracterização físico-química dos frutos de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) "de caída" e "de vez". In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA MANGABA, 1., Aracaju, 2003. *Anais...* Aracaju: UFSE, 2003. 1 CD-Rom.
- TOLEDO, W. F. F. et al. Propriedades térmicas e atividade de água da mangaba durante armazenagem refrigerada. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA



MANGABA, I., Aracaju, 2003. *Anais...* Aracaju: UFSE, 2003. 1 CD-ROM.

VICENTINI, N. M.; CASTRO, T. M. R.; CEREDA, M. P. Influência de películas de fécula de mandioca na qualidade pós-colheita de frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 19, n. 1, p. 127-130, 1999.

VIEIRA NETO, R. D. Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes). In: \_\_\_\_\_. *Frutíferas potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas*. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. p. 117-160.

WOODS, J. L. Moisture loss from fruits and vegetables. *Postharvest News and Information*, Oxford, v. 1, n. 3, p. 195-199, 1990.