



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PROCESSAMENTO E ARMAZENAMENTO DE
PRODUTOS AGRÍCOLAS**

**PARÂMETROS DE MATURAÇÃO DA MANGA CV. 'TOMMY
ATKINS' E QUALIDADE DOS FRUTOS ARMAZENADOS SOB
ATMOSFERA MODIFICADA PASSIVA**

JOSENARA DAIANE DE SOUZA COSTA

**CAMPINA GRANDE – PARAÍBA
FEVEREIRO, 2016**

JOSENARA DAIANE DE SOUZA COSTA

**PARÂMETROS DE MATURAÇÃO DA MANGA CV. ‘TOMMY
ATKINS’ E QUALIDADE DOS FRUTOS ARMAZENADOS SOB
ATMOSFERA MODIFICADA PASSIVA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Processamento e Armazenamento de Produtos
Agrícolas**

**ORIENTADORES: Prof. D. Sc. Francisco de Assis Cardoso Almeida
Prof. D. Sc. Acácio Figueiredo Neto**

**CAMPINA GRANDE – PARAÍBA
FEVEREIRO, 2016**

PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DA MESTRANDA

JOSENARA DAIANE DE SOUZA COSTA

**PARÂMETROS DE MATURAÇÃO DA MANGA CV. ‘TOMMY
ATKINS’ E QUALIDADE DOS FRUTOS ARMAZENADOS SOB
ATMOSFERA MODIFICADA PASSIVA**

Aprovada em ____ de Fevereiro de 2016.

BANCA EXAMINADORA

PARECER

Prof. D. Sc. Francisco de Assis Cardoso Almeida
Orientador DEAg/CTRN/UFCG

Prof. D. Sc. Acácio Figueiredo Neto
Orientador UNIVASF

Profª. D. Sc. Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo
Examinadora DEAg/CTRN/UFCG

Profª. D. Sc. Ângela Maria Santiago
Examinadora UEPB

*À mãinha, minha maior motivação,
meu porto seguro.*

AGRADECIMENTOS

Durante todo percurso de nossas vidas, afetamos e somos afetados pelos vários parceiros com quem convivemos e trocamos experiências. Dessa forma, vamos nos constituindo melhores seres humanos e, conseqüentemente, melhores profissionais.

Encontro-me em mais um momento de fechamento de um ciclo que se iniciou em 2014 e que avalio como uma experiência única, rica, com saberes e sabores singulares. Sendo assim, tenho neste momento a oportunidade de agradecer àqueles que foram essenciais para que os estudos, pesquisas e produções se concretizassem.

Primeiramente, quero enfatizar que tenho um Deus de providências e proteção, tenho consciência de que sem Ele nada seria possível. Agradeço aos meus familiares que de forma indescritível me incentivam a aproveitar bem o presente, a aprender com as experiências passadas e a projetar um futuro com bases sólidas, pautado em valores imprescindíveis a qualquer ser humano. Em especial, agradeço à minha mãe, pai, irmãs (Marylia, Joice e Patrícia), meu sobrinho Raí, Fabrício, minha madrinha Maria Helena e tia Toinha.

Sou imensamente grata às instituições parceiras no desenvolvimento deste trabalho: a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior (CAPES), a Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Agroservice na pessoa de Francisco Vivini e a Special Fruit Importação e Exportação Ltda.

Agradeço também aos meus mestres, em especial aos professores/orientadores Francisco de Assis Cardoso Almeida e Acácio Figueiredo Neto, por todo o aprendizado, atenção, compreensão e confiança.

“Ainda que eu falasse a língua dos anjos, que eu falasse a língua dos homens, sem amor eu nada seria”, com estas palavras de Renato Russo eu quero enfatizar a compreensão e paciência de meu noivo Reinaldo Pereira, só o amor que nos une pode resumir o meu muito obrigada por todo apoio e incentivo.

Para finalizar, com receio de ser injusta com alguém, quero agradecer imensamente àqueles que se aproximam de nós para nos despertar sentimentos bons e momentos prazerosos, falo aqui dos amigos. Agradeço a Tayron, Vanússia, Dyalla, Daniela, Aliçandro, Marcela, Manoel, Karol, Ítalo, Anderson e todos os meus companheiros de jornada.

*O ignorante afirma, o sábio duvida,
o sensato reflete.*

Aristóteles

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	VIII
LISTA DE TABELAS.....	XII
RESUMO GERAL	XIII
ABSTRACT GENERAL.....	XIV
1. INTRODUÇÃO GERAL	15
2. OBJETIVOS	17
2.1 Objetivo geral.....	17
2.2 Objetivos específicos	17
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3.1 Aspectos gerais da cultura da manga (<i>Mangifera indica</i> L.)	18
3.2 A cultivar ‘Tommy Atkins’	19
3.3 Importância econômica	20
3.4 Desenvolvimento e maturação da manga.....	22
3.5 Qualidade pós-colheita da manga	24
3.6 Qualidade da manga sob atmosfera modificada passivamente	30
3.6.1 Qualidade da manga revestida com cera de carnaúba.....	30
3.6.2 Qualidade da manga acondicionada em embalagens com filmes plásticos	31
Referências bibliográficas.....	33
4. CAPÍTULO 1 - AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS DA MATURAÇÃO DE MANGAS CV. ‘TOMMY ATKINS’	43
Resumo.....	44
Abstract	45
4.1 Introdução	46
4.2 Material e Métodos	47
4.3 Resultados e Discussão	51
4.4 Conclusões	62
Referências.....	63
5. CAPÍTULO 2 - CONSERVAÇÃO DE MANGAS CV. ‘TOMMY ATKINS’ ARMAZENADAS EM ATMOSFERA MODIFICADA PASSIVA	68
Resumo.....	69
Abstract	70
5.1 Introdução	71

5.2 Material e Métodos	72
5.2.1 Experimento 1: Qualidade da manga ‘Tommy Atkins’ após aplicação de cera de carnaúba e acondicionamento em embalagem XTend.....	72
5.2.2 Experimento 2: Utilização de embalagem XTend no aumento da vida útil de mangas ‘Tommy Atkins’, sob refrigeração e condição ambiente.....	76
5.3 Resultados e Discussão	77
5.3.1 Experimento 1: Qualidade da manga ‘Tommy Atkins’ após aplicação de cera de carnaúba e acondicionamento em embalagem XTend.....	77
5.3.2 Experimento 2: Utilização de embalagem XTend no aumento da vida útil de mangas ‘Tommy Atkins’, sob refrigeração e condição ambiente.....	95
5.4 Conclusões	100
Referências	101
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	106

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Figura 1 - Manga <i>Tommy Atkins</i>	19
Figura 2 – Diagrama esquemático das fases de desenvolvimento dos frutos.....	22
Figura 3 - Padrão de respiração de frutos climatéricos e não climatéricos.	25
Figura 4 - Aspecto externo do fruto em função do estágio de maturação: 1 – totalmente verde; 2 - 75% verde e 25% roxa; 3 – 50% vermelho arroxeadado e 50% verde; 4 – 25% verde e 75% vermelho; 5 – 25% amarela e 75% vermelha.....	27
Figura 5 - Coloração da polpa em função do estágio de maturação: 1 – polpa 100% na cor creme; 2 – 30% de cor amarela, partindo do centro do fruto: 3 – 30 a 60% da polpa na cor amarela; 4 – 60% cor amarela e 30% cor laranja: 5 – 90% de cor laranja.	28

CAPÍTULO 1

Figura 1.1 - Dados meteorológicos da área de estudo durante a condução do experimento. Temperatura média e umidade relativa (A); Radiação solar global e precipitação (B).	47
Figura 1.2 – Acompanhamento do desenvolvimento morfológico de frutos de manga cv. ‘Tommy Atkins’ ao longo da maturação (Maio à Agosto de 2015).....	49
Figura 1.3 - Evolução da massa fresca, diâmetros longitudinal (DL) e transversal (DT) de mangas ‘Tommy Atkins’ nas diferentes fases de maturação.	52
Figura 1.4 – Firmeza de frutos de manga ‘Tommy Atkins’ nas diferentes fases de maturação.	53
Figura 1.5 – Curvas dos ensaios de compressão (Força x Deformação) em mangas ‘Tommy Atkins’ durante a maturação (35, 50, 65, 80, 95, 110, 125 e 135 DAF).	54
Figura 1.6 – Força (A) e deformação (B) máximas ao longo da maturação de mangas ‘Tommy Atkins’	55
Figura 1.7 – Tensão (σ_H) e deformação (ϵ_H) de Hencky na ruptura das amostras de manga ‘Tommy Atkins’ nas diferentes fases de maturação.....	55
Figura 1.8 – Componentes de cor (L - Luminosidade, <i>a</i> - intensidade da cor verde/vermelha e <i>b</i> - intensidade de amarelo) da casca e da polpa de frutos de manga ‘Tommy Atkins’ nas diferentes fases de maturação.	57
Figura 1.9 – Sólidos solúveis (A), acidez titulável (B), relação SS/AT (C) e pH (D) de frutos de manga ‘Tommy Atkins’ nas diferentes fases de maturação.	58

Figura 1.10 – Teor de vitamina C de frutos de manga ‘Tommy Atkins’ nas diferentes fases de maturação..... 60

Figura 1.11 – Projeção bidimensional dos resultados obtidos da análise de componentes principais I e II para as variáveis analisadas (A) e dispersão dos estádios de maturação de mangas ‘Tommy Atkins’ em função dos componentes (B). L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7 e L8 correspondem a 35, 50, 65, 80, 95, 110, 125, 135 DAF, respectivamente.....61

CAPÍTULO 2

Figura 2.1 – Coleta dos frutos de manga ‘Tommy Atkins’ no *Pecking house* (A); transporte em caixas plásticas (B); sanitização dos frutos em solução de hipoclorito (C); secagem em condições ambiente (D); imersão dos frutos em cera de carnaúba (E); acondicionamento dos frutos nas caixas de papelão e nas embalagens de filme Xtend (F). 73

Figura 2.2 – Ilustração dos diâmetros longitudinal (DL) e transversal (DT) de mangas ‘Tommy Atkins’ 74

Figura 2.3 - Influência da interação técnicas com período de armazenamento (A), temperatura com período de armazenamento (B) e técnicas com temperatura (C) sobre a perda de massa (PM) de mangas ‘Tommy Atkins’ 79

Figura 2.4 - Influência da interação técnicas com período de armazenamento (A), temperatura com período de armazenamento (B) e técnicas com temperatura (C) sobre a variação do diâmetro longitudinal (ΔDL) de mangas ‘Tommy Atkins’ 80

Figura 2.5 - Influência da interação técnicas com período de armazenamento (A), temperatura com período de armazenamento (B) e técnicas com temperatura (C) sobre a variação do diâmetro transversal (ΔDT) de mangas ‘Tommy Atkins’ 81

Figura 2.6 - Influência da interação técnicas com período de armazenamento (A), temperatura com período de armazenamento (B) e técnicas com temperatura (C) sobre a firmeza de mangas ‘Tommy Atkins’ 82

Figura 2.7 – Influência da interação técnicas com período de armazenamento (A) e técnicas com temperatura (B) sobre a luminosidade da casca (L_{casca}) de mangas ‘Tommy Atkins’ 83

Figura 2.8 – Influência da interação técnicas com período de armazenamento (A), temperatura com período de armazenamento (B) e técnicas com temperatura (C) sobre o valor a da casca de mangas ‘Tommy Atkins’ 84

Figura 2.9 – Influência da interação técnicas com período de armazenamento (A), temperatura com período de armazenamento (B) e técnicas com temperatura (C) sobre o valor b da casca de mangas ‘Tommy Atkins’ 84

Figura 2.10 – Aspecto externo dos frutos de manga ‘Tommy Atkins’ em função das diferentes técnicas utilizadas (CT = controle; C = cera de carnaúba; E = embalagem Xtend;

C+E = cera e embalagem) e da temperatura (25 e 12°C), no vigésimo dia de armazenamento (D21)..... 85

Figura 2.11 - Influência da interação técnicas com período de armazenamento (A), temperatura com período de armazenamento (B) e técnicas com temperatura (C) sobre a luminosidade da polpa (L_{polpa}) de mangas ‘Tommy Atkins’ 86

Figura 2.12 – Influência da interação técnicas com período de armazenamento (A), temperatura com período de armazenamento (B) e técnicas com temperatura (C) sobre o valor a da polpa de mangas ‘Tommy Atkins’. 87

Figura 2.13 – Influência da interação técnicas com período de armazenamento (A), temperatura com período de armazenamento (B) e técnicas com temperatura (C) sobre o valor b da polpa de mangas ‘Tommy Atkins’ 87

Figura 2.14 - Coloração da polpa dos frutos de manga ‘Tommy Atkins’ em função das técnicas utilizadas (CT = controle; C = cera de carnaúba; E = embalagem Xtend; C+E = cera e embalagem) e da temperatura: 25°C para B, C, D e E; 12°C para F, G, H, I. D0 = primeiro dia antes do armazenamento e D21 = vigésimo dia de armazenamento. 88

Figura 2.15 - Influência da interação técnicas com período de armazenamento (A), temperatura com período de armazenamento (B) e técnicas com temperatura (C) sobre o teor de sólidos solúveis (SS) de mangas ‘Tommy Atkins’ 89

Figura 2.16 - Influência da interação técnicas com período de armazenamento (A), temperatura com período de armazenamento (B) técnicas com temperatura (C) sobre a acidez titulável (AT) de mangas ‘Tommy Atkins’ 90

Figura 2.17 - Influência da interação técnicas com período de armazenamento (A), temperatura com período de armazenamento (B) e técnicas com temperatura (C) sobre a relação SS/AT de mangas ‘Tommy Atkins’ 91

Figura 2.18 - Influência da interação temperatura com período de armazenamento (A) e técnicas com temperatura (B) sobre o potencial hidrogeniônico (pH) de mangas ‘Tommy Atkins’ 92

Figura 2.19 - Influência da interação técnicas com período de armazenamento (A), temperatura com período de armazenamento (B) e técnicas com temperatura (C) sobre o teor de vitamina C de mangas ‘Tommy Atkins’ 93

Figura 2.20 - Médias e desvio padrão do percentual de CO₂ em embalagens XTend contendo frutos de manga ‘Tommy Atkins’, com e sem revestimento de cera de carnaúba, armazenados a 12°C (E12 e C+E12) e 25°C (E25 e C+E25) por 21 dias. E = embalagem Xtend; C+E = cera e embalagem. 94

Figura 2.21 - Componentes de cor (L - Luminosidade, a - intensidade da cor verde/vermelha e b - intensidade de amarelo) da casca e da polpa de frutos de manga ‘Tommy Atkins’ armazenados em atmosfera modificada por meio de cera de carnaúba mais embalagem XTend em refrigeração (12°C) mais período adicional à temperatura de 25°C. 97

Figura 2.22 - Coloração da casca e da polpa dos frutos de manga ‘Tommy Atkins’ armazenados em atmosfera modificada por meio de cera de carnaúba mais embalagem XTend sob refrigeração (12°C) mais período adicional à temperatura de 25°C..... 98

Figura 2.23 - Sólidos solúveis (A), acidez titulável (B), relação sólidos solúveis/acidez titulável (C) e pH (D) de frutos de manga ‘Tommy Atkins’ armazenados em atmosfera modificada por meio de cera de carnaúba mais embalagem XTend em refrigeração (12°C) mais período adicional à temperatura de 25°C 99

Figura 2.24 - Teor de vitamina C de frutos de manga ‘Tommy Atkins’ armazenados em atmosfera modificada por meio de cera de carnaúba mais embalagem XTend em refrigeração (12°C) mais período adicional à temperatura de 25°C..... 100

LISTA DE TABELAS

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Tabela 1 - Composição físico-química da polpa da manga 'Tommy Atkins'	20
Tabela 2 - Mercado externo da manga brasileira: produção, valor da produção e preço, no período de 2009 a 2013.	21

CAPÍTULO 1

Tabela 1.1 – Análise de fertilidade do solo em diferentes profundidades e de tecido foliar de mangueiras cv. Tommy Atkins, no início do ciclo da cultura em Janeiro de 2015.....	48
Tabela 1.2 – Coeficientes de correlação simples estimados entre as variáveis massa (M), diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), firmeza do fruto (F), força máxima de compressão ($F_{m\acute{a}x}$) e deformação máxima ($D_{m\acute{a}x}$) durante a maturação de mangas 'Tommy Atkins'	56

CAPÍTULO 2

Tabela 2.1 - Análise de variância entre as técnicas (t), temperaturas (T) e período de armazenamento (P) para as diferentes variáveis.....	78
Tabela 2.2 - Análise de variância do período de armazenamento para as diferentes variáveis... ..	95
Tabela 2.3 - Médias das variáveis perda de massa, variação dos diâmetros longitudinal e transversal, firmeza e extravasamento de solutos de frutos de manga 'Tommy Atkins' armazenados em atmosfera modificada por meio de cera de carnaúba mais embalagem XTend em refrigeração (12°C) mais período adicional à temperatura de 25°C.	96

COSTA, J. D. S. **Parâmetros de maturação da manga cv. ‘Tommy Atkins’ e qualidade dos frutos armazenados sob atmosfera modificada passiva.** 2015. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola. Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas) - Universidade Federal de Campina Grande – UFCG.

RESUMO GERAL

O cultivo da manga (*Mangifera indica* L) é uma das principais atividades da fruticultura brasileira e apresenta um grande potencial de crescimento de suas exportações, especialmente na região do Submédio do Vale do São Francisco, por se destacar tanto em termos de custos de produção, como em qualidade. Tendo em vista a importância da mangicultura desta região no cenário nacional, objetivou-se com este trabalho avaliar a evolução de parâmetros de maturação e a conservação de mangas cv. ‘Tommy atkins’ armazenadas em atmosfera modificada passiva. O trabalho foi conduzido em duas etapas. O Capítulo 1 aborda os estudos dos parâmetros físicos, físico-químicos e mecânicos para os diferentes estádios de maturação dos frutos aos 35, 50, 65, 80, 95, 110, 125 e 135 dias após a floração (DAF). No Capítulo 2, foram avaliadas alternativas de conservação pós-colheita de manga ‘Tommy Atkins’, variando-se o a temperatura e modificando a atmosfera de armazenamento por meio da aplicação de cera de carnaúba e embalagem de filme plástico XTend. Os parâmetros físicos e mecânicos, juntamente com a relação sólidos solúveis/acidez titulável e coloração da casca (valor *a*) e da polpa (valores de *a* e *b*) foram os que melhor caracterizaram os frutos. O ponto de colheita avaliado (135 DAF) foi considerado adequado para um bom amadurecimento dos frutos. O armazenamento utilizando-se cera de carnaúba com embalagem flexível Xtend conservaram as mangas ‘Tommy Atkins’ por 21 dias, sob refrigeração ($12 \pm 1^\circ\text{C}$) ou com período adicional de sete dias à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Palavras-chave: *Mangifera indica* L., maturidade, conservação pós-colheita, cera de carnaúba, embalagem de filme plástico.

COSTA, J. D. S. **Parâmetros de maturação da manga cv. 'Tommy Atkins' e qualidade dos frutos armazenados sob atmosfera modificada passiva.** 2015. 106 f. Dissertation (Master's degree in Agricultural Engineering. Processing and Storage of Agricultural Products) - Universidade Federal de Campina Grande – UFCG.

ABSTRACT GENERAL

The cultivation of mango (*Mangifera indica* L) is one of the main activities of the Brazilian fruit growing and presents a great potential for growth of its exports, especially in the Submédio of the São Francisco Valley, for stand out both in terms of production costs, and quality. Given the importance of mango this region on the national stage, the objective of this study was to evaluate the evolution of maturation parameters and the conservation 'Tommy Atkins' mangoes stored in modified atmosphere. The work was conducted in two stages. Chapter 1 deals with the study of physical, physicochemical and mechanical for the different fruit maturation stages, 35, 50, 65, 80, 95, 110, 125 and 135 days after flowering (DAF). In Chapter 2 were evaluated postharvest preservation alternatives Tommy Atkins mango, varying the temperature and modifying the storage atmosphere by means of carnauba wax and plastic film packaging Xtend. The physical and mechanical parameters, along with the soluble solids / titratable acidity and skin color (value) and pulp (values of a and b) were the best characterized the fruits. The estimated harvest time (135 DAF) was considered adequate for a good ripening of the fruit. The storage using carnauba wax with flexible packaging Xtend retained 'Tommy Atkins' mangoes for 21 days under refrigeration (12 ± 1 ° C) or additional period at a temperature of 25 ± 1 ° C.

Key words: *Mangifera indica* L., maturity, postharvest conservation, carnauba wax, plastic packaging film.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Das cultivares de manga (*Mangifera indica* L.) de importância comercial como Haden, Palmer e Tommy Atkins, esta última ocupa posição de destaque tanto na produção nacional quanto no mercado externo, em virtude de sua alta produtividade, resistência ao transporte e alto valor nutricional aliado a grande aceitação pelo seu sabor agradável, cor atraente, elevado teor de sólidos totais e pouca fibra.

Dentre as questões que envolvem a produção e qualidade da manga, o estágio inadequado de maturação fisiológica na colheita é uma das principais causas de perdas pós-colheita, difícil de se determinar por variar com a cultivar e a região, entre outros fatores. O estágio em que as mangas são colhidas é determinante para o amadurecimento, podendo manifestar-se em deficiências, que refletem, entre outros aspectos, na cor, na firmeza, no conteúdo de açúcares e na acidez, principalmente quando colhidos prematuramente; vez que quando da colheita tardia, podem-se obter frutos mais sensíveis a danos mecânicos e ao ataque de microrganismos, reduzindo a vida útil do produto.

O tema põe de manifesto a necessidade do conhecimento dos parâmetros físicos e químicos envolvidos no processo de maturação da manga para que frutas de alta qualidade sejam colhidas no tempo correto.

Além das perdas decorrentes da colheita em estágio de maturação inadequado, a manga após ser colhida apresenta rápido amadurecimento e deterioração devido às alterações fisiológicas bem como às práticas de manuseio e acondicionamento, que reduzem a vida pós-colheita do fruto, tornando limitada a distribuição para mercados consumidores mais distantes.

Para assegurar sua qualidade até o consumo, a manutenção dos atributos dos frutos, proporcionada pela ausência de doenças ou problemas fisiológicos, deve ser aliada a técnicas de armazenamento pós-colheita, que reduzam as taxas respiratórias, produção de etileno e consequentemente retardem o amadurecimento. Diferentes técnicas têm sido utilizadas para prolongar a vida útil dos frutos, como o uso de refrigeração e utilização de atmosfera modificada, ou mesmo a combinação delas.

A atmosfera modificada passivamente com o uso de embalagens de filmes plásticos altera a concentração inicial dos gases ao redor dos frutos, podendo retardar o processo de amadurecimento, permitindo a manutenção da qualidade pós-colheita dos mesmos.

No caso da modificação da atmosfera conseguida pela utilização de revestimento ceroso, novas técnicas vêm sendo estudadas para prolongar a vida útil e melhorar a aparência

das frutas, como a manga, principalmente no que diz respeito à substituição de ceras comerciais por revestimentos solúveis e biodegradáveis. Sendo estes revestimentos alternativas novas para auxiliar na conservação de alimentos, pois possuem excelentes propriedades de barreira, principalmente a gases e vapor de água, retardam o amadurecimento e a deterioração dos frutos, contribuindo para a manutenção da qualidade pós-colheita.

A cera de carnaúba, extraída da árvore brasileira *Copernicia prunifera* (carnaubeira), tem sido usada como uma opção de revestimento lipídico para frutas, conferindo brilho, evitando as perdas por transpiração, reduzindo a perda de massa fresca e impedindo a ação oxidante do oxigênio. A aplicação desse revestimento pode prolongar a vida útil do fruto, além de apresentar a vantagem de ser comestível, biodegradável e de fácil remoção.

Diante do exposto, verifica-se a importância do estudo de avaliação do processo de maturação que auxiliem na colheita adequada e na utilização de novas técnicas pós-colheita que minimizem o metabolismo da manga, reduzam perdas e aumentem o período de conservação com qualidade. Para tanto, é necessário o conhecimento das características e das alterações físicas, químicas e fisiológicas da manga Tommy Atkins durante o armazenamento, a fim de que sejam utilizadas práticas adequadas de manejo pós-colheita.

Portanto, pesquisas voltadas ao desenvolvimento e disseminação dessas técnicas são fundamentais para a fruticultura e, conseqüentemente, para a economia nacional, pois além de minimizarem as perdas quantitativas, elevam a competitividade e a qualidade do produto para atender às necessidades do mercado consumidor.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar parâmetros de maturação e a conservação pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’ armazenadas em atmosfera modificada passiva.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Avaliar as alterações dos parâmetros físicos (massa dos frutos, diâmetros longitudinal e transversal, firmeza e coloração da casca e da polpa), mecânicos (força e deformação máximas de compressão, tensão e deformação de Hencky) e físico-químicos (sólidos solúveis, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez titulável, potencial hidrogeniônico e vitamina C) durante a maturação de mangas cv. ‘Tommy Atkins’, até a colheita comercial;
- ✓ Estudar a conservação pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’ *in natura* sob atmosfera modificada passiva, utilizando ou não refrigeração;
- ✓ Estudar a associação de recobrimento biodegradável à base de cera de carnaúba com embalagem XTend sobre a qualidade pós-colheita da manga ‘Tommy Atkins’ durante o armazenamento;
- ✓ Estabelecer condições que prolonguem a vida útil e o período de comercialização da manga ‘Tommy Atkins’, preservando sua qualidade;
- ✓ Avaliar as alterações nas características físicas (perda de massa, cor da casca, cor da polpa, firmeza da polpa e extravasamento de solutos) e físico-químicas (pH, acidez titulável, teor de sólidos solúveis, relação sólidos solúveis/acidez titulável e vitamina C) e fisiológica (concentração de CO₂) da manga ‘Tommy Atkins’, durante o armazenamento sob atmosfera modificada passivamente, por meio de revestimento com cera de carnaúba e embalagem XTend.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Aspectos gerais da cultura da manga (*Mangifera indica* L.)

A mangueira (*Mangifera indica* L.), dicotiledônea pertencente à família Anacardiaceae, é originária do sul da Ásia, mais precisamente da Índia e do arquipélago Malaio, cultivada há mais de 4.000 anos, foi disseminada para outras partes do mundo, inclusive para as Américas (ZOTARELLI, 2014). No Brasil, foi introduzida por navegantes portugueses no início do século XVI, em Pernambuco. Em todo o mundo, são mais de 500 variedades de manga, sendo que, no Brasil, são cultivadas cerca de 30 (MODESTO, 2013).

É uma árvore frondosa, de porte médio a grande, podendo chegar até 30 metros de altura, com copa simétrica, arredondada, variando de baixa e densa a ereta e aberta, com folhagem sempre verde. O sistema radicular é caracterizado por uma raiz pivotante e por raízes de superfície, as quais apresentam ramificações compostas por raízes finas e fibrosas, e o caule é do tipo tronco, lignificado, ereto e grosso (SANTOS-SEREJO, 2005). Morfologicamente as folhas são simples, alternas, grossas, com pontas curtas e agudas (MANICA, 2001; MODESTO, 2013) e o fruto tipo drupa, cuja polpa aromática varia de acordo com a coloração amarelada, sabor e presença de fibras, sendo rica em açúcares, baixo teor de acidez, quantidades consideráveis de vitamina A e C e mais de 80% do seu peso em água (ALVES et al., 2002).

O fruto é climatérico, o qual se caracteriza por um aumento rápido e significativo na respiração imediatamente antes, ou durante o amadurecimento e aumento na produção auto catalítica do etileno (CRUZ, 2010). Exigindo cuidados na pós-colheita para que não haja muitas perdas devido a causas intrínsecas como a respiração, senescência e transpiração ou causas extrínsecas como danos mecânicos, patógenos, temperatura, umidade relativa do ar e contaminações (COSTA; SANTOS, 2004). Esses cuidados são de extrema importância, pois seja no mercado interno ou externo, as mangas são comercializadas e consumidas em sua maioria na forma *in natura* (MELO; ARAÚJO, 2011).

A manga é um dos mais importantes frutos a nível mundial, cultivada em mais de 90 países (LIU et al., 2013), principalmente, em regiões tropicais onde há uma evidente distinção entre as estações seca e húmida (PARFONY, 2001). O Brasil encontra-se entre os maiores produtores, uma vez que as condições climáticas permitem a produção deste fruto ao longo de todo o ano pelo uso de técnicas de indução floral (RIBEIRO et al., 2007; CARVALHO, 2014).

As principais áreas de cultivo no país estão no semiárido nordestino, com destaque para o Submédio do Vale do São Francisco, nos Estados da Bahia e Pernambuco. As mangas produzidas nestas áreas são exportadas principalmente para a União Europeia (74%) e os Estados Unidos (23%), e as principais variedades cultivadas são: ‘Tommy Atkins’, ‘Haden’, ‘Palmer’, ‘Keitt’, ‘Van Dyke’, ‘Rosa’, ‘Espada’, entre outras (FARAONI; RAMOS; STRINGHETA, 2009; SANTOS et al., 2013).

3.2 A cultivar ‘Tommy Atkins’

A manga ‘Tommy Atkins’ (Figura 1) é originária da Florida nos EUA (COSTA; SANTOS, 2004; SILVA; CALISTO, 2013) e, dentre as variedades de manga, é a que apresenta maior produção, volume comercial e aceitabilidade no mercado mundial. No Brasil, representa 90% das exportações de manga, o que totaliza mais de 12% das frutas exportadas (LIMA, 2007; SOUZA et al., 2013).



Figura 1 - Manga *Tommy Atkins*.

Fonte: HortifrutiBrasil (2014).

O fato de ser a manga mais cultivada e exportada no País deve-se à: alta produtividade; boa capacidade de adaptação a diferentes ambientes de cultivo; maior tolerância a certas doenças, como o oídio, a antracnose e a verrugose; frutos com boa qualidade e conservação pós-colheita (CARVALHO et al., 2004); além da resistência no seu transporte, mesmo a grandes distâncias (VIANA, 2006).

A cultivar Tommy Atkins possui frutos com tamanho entre médio e grande, com massa em torno de 460 g, casca espessa e formato oval (COSTA; SANTOS, 2004). A coloração da casca se caracteriza pela cor laranja amarelada coberta com tons de vermelho e

púrpura intensa e a polpa por ser firme, succulenta, com sabor agradável, pouca fibra (SILVA; CALISTO, 2013) e composição físico-química variável, conforme Tabela 1, onde se tem a composição físico-química, desta fruta, apresentada por diferentes autores.

Tabela 1 - Composição físico-química da polpa da manga ‘Tommy Atkins’.

Composição Físico-Química	Manica (2001)	Carvalho et al. (2004)	Batista (2010)	Modesto (2013)
pH	4,1-5,0	4,37	4,62	3,62-4,44
Sólidos Solúveis (°Brix)	21,30	16,60	14,00	11,05-14,55
Acidez (%)	0,21-0,45	0,20	0,27	0,24
Fibras insolúveis (g/100g)	0,95-1,39	1,97	-	-
Lipídeos (g/100g)	-	0,27	-	-
Sólidos Totais (g/100g)	-	16,10	-	-
Açúcares redutores (g/100g)	3,44-4,20	1,32	2,50	-
Pectina (g/100g)	1,21-1,41	0,95	0,32	-
Proteína (g/100g)	-	0,30	-	-
Vitamina C (mg/100g)	17-45	31,70	31,70	7,46-8,73
Carotenóides (mg/100g)	-	3,40	2,53	0,39-0,57

3.3 Importância econômica

A manga (*Mangifera indica* L.) é cultivada em regiões tropicais e subtropicais do mundo, e apresenta destaque no mercado em decorrência do seu potencial de exportação (CORDEIRO et al., 2014). O Brasil é o sétimo maior produtor e o segundo exportador desta fruta, com produção nacional de 1,25 milhão de toneladas e exportação de 127.002 toneladas (IBRAF, 2013). A participação do País nas exportações mundiais vem ampliando, gerando emprego e renda, especialmente na região Nordeste, que é a principal produtora, com destaque para a região do Vale do São Francisco, que responde por mais de 85% do total exportado (SOUZA et al, 2013).

É uma fruta tropical com boa expressão econômica (BRANDÃO et al., 2003; SOUSA, 2014), sendo a segunda maior cultura tropical do mundo, depois da banana (NASSUR, 2013). Além de ter valor nutricional reconhecido e características sensoriais que elevam seu consumo (BENEVIDES et al., 2008; BEZERRA et al., 2011), sua produção gera divisas, cria empregos e aumenta a renda, tanto de pequenos quanto de grandes produtores.

A manga está entre as principais frutas de exportação do Brasil, ficando atrás apenas do melão, apresentando também grande participação no mercado interno. Em 2013, esta cadeia produtiva comemorou o recorde de receita nos negócios com o exterior: US\$ 147,5 milhões, com alta de 7,3% sobre os US\$ 137,5 milhões obtidos em 2012 (Tabela 2). Em 2014 o Brasil não só produziu mais mangas com também exportou (133,033 mil ton.), ampliando os embarques em 9,04%. (REETZ et al., 2015). Conforme OCDE-FAO (2015), a produção deve manter a tendência de ascensão na próxima década.

Tabela 2 - Mercado externo da manga brasileira: produção, valor da produção e preço, no período de 2009 a 2013.

Ano	US\$ FOB	Toneladas (mil)	Preço (US\$)
2009	97388,16	110,20	0,88
2010	119929,76	124,69	0,96
2011	140910,32	126,43	1,11
2012	137588,92	127,01	1,08
2013	147481,60	122,00	1,21

Fonte: Santos et al. (2013).

Cerca de 10% da produção de manga são exportados (OCDE-FAO, 2015), e o maior mercado de destino é a União Europeia, que tem demanda o ano inteiro, seguido do americano. No entanto, as exportações para o Japão, Europa Oriental e Oriente Médio tem crescido a cada ano, representando mercados promissores, cujos preços pagos são bastante atrativos (LIMA, 2013).

O elevado volume de produção e exportação do Brasil deve-se, principalmente, à região Nordeste, que é responsável por 69% da área total cultivada, mais de 38.000 hectares, e pela produção de mais de 85% do total exportado pelo Brasil, com destaque para o Submédio do Vale do São Francisco: Juazeiro na Bahia e Petrolina em Pernambuco (SOUSA, 2014).

De acordo com Mendes (2015) a exportação de mangas produzidas nesta região pode aumentar, tendo em vista que uma mudança na padronização da fruta deve criar mais espaço para as vendas no mercado norte-americano, já que o produtor poderá enviar a manga com até 900 gramas. Além disso, a região possui grande potencial para aumentar sua parcela no mercado internacional, pois consegue produzir durante todo o ano produtos de elevada qualidade

(LIMA, 2013) e atinge uma produtividade média de aproximadamente 20 toneladas por hectare, sendo superior à nacional, que é de 16 toneladas (IBGE, 2012).

3.4 Desenvolvimento e maturação da manga

O processo de desenvolvimento dos frutos abrange as fases de formação, crescimento, maturação e senescência (Figura 2), durante as quais tecidos são formados e diferenciados, assim como compostos orgânicos são acumulados e/ou degradados, devido a um conjunto de processos fisiológicos, bioquímicos e genéticos (WATADA et al.,1984; SILVA, 2008).

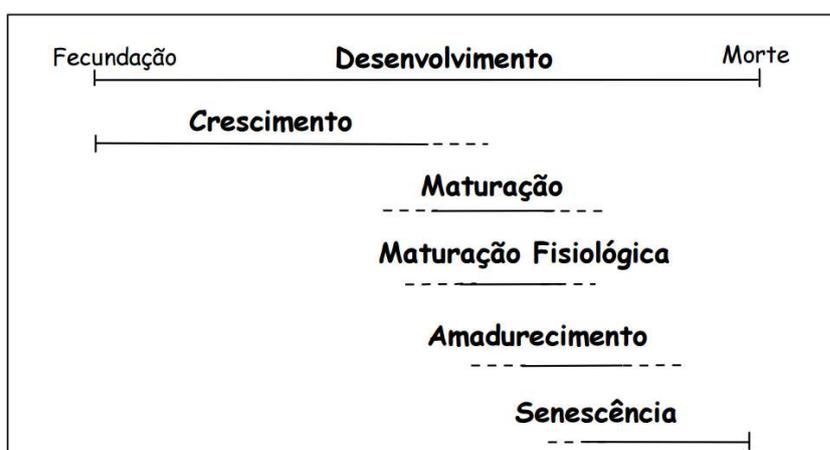


Figura 2 – Diagrama esquemático das fases de desenvolvimento dos frutos
Fonte: Watada et al. (1984).

Após a fecundação e início da formação dos frutos, os mesmos começam a crescer, devido à divisão e expansão celular, provocando mudanças irreversíveis nas características físicas dos mesmos (WATADA et al.,1984; CHITARRA; CHITARRA, 2005). Para a manga, os frutos inicialmente aumentam em comprimento, e em seguida no diâmetro, ao mesmo tempo em que acumulam carboidratos (SANTOS et al., 2008). De acordo com Berilli et al. (2007) esta fase é influenciada por fatores intrínsecos de cada espécie ou variedade, como também por fatores ambientais, como temperatura, precipitação e radiação solar.

A fase seguinte, da maturação, sobrepõe-se a do crescimento, e é caracterizada por alterações fisiológicas, bioquímicas e estruturais dos frutos. Durante essa fase ocorre a maturidade fisiológica, onde os frutos apresentam crescimento máximo e maturação adequada, podendo ser colhidos, com boa qualidade para o consumidor (SANTOS et al., 2008; SILVA, 2008).

A definição do ponto de colheita ainda constitui um obstáculo para o produtor. Logo, é importante o conhecimento de características que auxiliem na determinação do momento adequado para colher, vez que a vida útil dos frutos nos mercados dependerá deste ponto. Os frutos colhidos prematuramente não apresentam completo amadurecimento e apresentam baixa qualidade sensorial, maior sensibilidade a baixas temperaturas e são mais suscetíveis à desidratação e desordens fisiológicas (DREHMER; AMARANTE, 2008). Já a colheita em estágio de maturação avançado pode resultar em rápida perda de qualidade, diminuindo o período de comercialização (AZZOLINI; JACOMINO; BRON, 2004).

O grau de maturidade ideal depende de muitos fatores, entre eles o tempo que a manga levará para ser consumida ou industrializada. Quando são destinados a uso imediato, os frutos são colhidos completamente maduros e para transporte ou armazenamento por períodos longos, no estágio maturo, com a finalidade de chegarem ao mercado em bom estado de conservação e num nível adequado de maturação (SANTOS et al., 2008).

Segundo Cunha, Pinto e Ferreira (2002), a época de maturação dos frutos, com padrão de crescimento sigmóide, varia entre as regiões, e o período da floração à maturidade é, em geral, de 100 a 150 dias. Em regiões mais quentes, esse período é menor, como observado por Lucena et al. (2011a, 2011b), que estudando o desenvolvimento de mangas cv. 'Tommy Atkins', através de alterações físicas e químicas, verificaram que os frutos atingiram a maturidade aos 98 dias após a antese.

Morais et al. (2002) estudando o ponto de colheita ideal da manga 'Tommy Atkins' exportadas para o mercado Europeu através da avaliação de diferentes variáveis verificaram uma tendência à redução da acidez total titulável (ATT) e aumento no teor de sólidos solúveis (SST), ocasionando uma elevação na relação SST/ATT à medida que os frutos foram maturando. Além disso, observaram diferenças entre os teores de açúcares solúveis totais nos diferentes estádios de maturação, sendo mais acentuadas quando compararam os estádios 96, 103 dias após a floração plena (DFP) e estágio de colheita comercial (EC) com 82 e 89 DFP, tanto no dia da colheita quanto após o armazenamento. A partir das análises de todas as variáveis estudadas, incluindo, coloração, perda de massa e firmeza os autores concluíram que a colheita também poderia ser realizada no período de 96 DFP.

Logo, a avaliação da qualidade da manga na colheita, antes baseada numa escala visual a partir da cor da casca e tamanho, fundamenta-se atualmente em diferentes características externas e internas aos frutos, como: firmeza, cor da polpa, aroma, sabor, teor de sólidos solúveis, acidez total, relação sólidos solúveis com acidez titulável, pH, açúcares redutores, substâncias voláteis, ácido ascórbico, entre outros (JHA; KINGSLY; CHOPRA,

2006; SANTOS et al., 2008; CANUTO; SOUZA NETO; GARRUTI, 2009; ABBASI et al., 2011; AULAR; NATALE, 2013).

O conhecimento das propriedades mecânicas também é de fundamental importância para a determinação do ponto ideal de colheita de frutos visando aperfeiçoar o sistema produtivo (FIGUEIREDO NETO, 2012). Os testes de compressão e penetração apresentam uma relação satisfatória com as condições reais e são muito utilizados para estimar a firmeza dos frutos por meio de um perfil de força-deformação (LIEN; AY; TING, 2009), como se pode observar no trabalho de Torres et al. (2012), que mostra que as taxas de relaxamento inicial de variedades de manga aumentam com a maturidade. Além do estágio de maturação ou ponto de colheita, esse perfil de comportamento mecânico da manga pode indicar seu potencial de armazenamento, o que influencia no seu manuseio, transporte e comercialização (DINIZ, 2013).

Cavalini et al. (2006) acrescenta que o ponto de colheita deve ser estabelecido levando-se em consideração os índices de maturação, que são definidos por meio do monitoramento das alterações físicas e químicas durante o amadurecimento. Para Padda et al. (2011), as análises mostraram que a firmeza é a melhor ferramenta para avaliar alterações durante amadurecimento de manga, seguido de sólidos solúveis totais e do valor a para cor da polpa. Já Cunha Júnior et al. (2007) afirmaram que a avaliação conjunta dos índices, como firmeza da polpa, cor, pH, teor de sólidos solúveis e acidez titulável, servem para melhor identificar o estágio de maturação e acompanhar o processo de amadurecimento pós-colheita dos frutos.

O amplo conhecimento da maturação da manga nas condições regionais de cultivo é relevante, por ser a qualidade final do fruto na prateleira bastante heterogênea, considerando o tamanho, qualidade do paladar e comportamento pós-colheita (LÉCHAUDEL; JOAS, 2007), sendo de grande importância reduzir as perdas das exportações em virtude dos frutos não oferecerem a qualidade exigida pelo consumidor devido ao ponto de colheita inadequado.

3.5 Qualidade pós-colheita da manga

O Brasil apresenta uma das maiores taxas de perdas pós-colheita de frutas e hortaliças do mundo (35 - 40%), comparado com a Europa, cujas perdas são inferiores a 25% e aos EUA onde, em algumas regiões, a perda é de cerca de 16% (ASSIS; BRITTO; FORATO, 2009). As Centrais de Abastecimento (CEASAS) estimam que as perdas pós-colheita de manga, no território nacional, giram em torno de 40% do total produzido. Segundo Andrade (2013), o

Brasil em 2011 consumiu 19% da manga *in natura*, exportou 10%, industrializou 31% e perdeu 40% na pós-colheita.

Os frutos estão sujeitos a perdas pós-colheita decorrentes da redução na qualidade física, as quais são originadas de fatores inerentes ao metabolismo normal do produto ou externo ao mesmo, causadas por danos mecânicos, fisiológicos e/ou fitopatológicos (DINIZ, 2013). Esses três fatores podem manifestar-se isoladamente ou em conjunto, proporcionando perdas quantitativas, qualitativas e nutricionais em todas as fases da cadeia pós-colheita (TEZOTTO et al., 2011).

De acordo com Andrade (2013), as perdas quantitativas estão relacionadas à tudo aquilo que foi produzido, mas não chegou à mesa do consumidor em decorrência de defeitos graves, amadurecimento avançado, danos por frio, danos mecânicos e doenças pós-colheita. Já as perdas qualitativas e nutricionais, compreendem as propriedades sensoriais (aparência, sabor e aroma), as propriedades mecânicas (firmeza e textura) e o valor nutricional (compostos químicos, funcionais e sais minerais).

Como a manga exibe um padrão climatérico (Figura 3), a taxa de respiração é alta após a frutificação, diminuindo e mantida em baixas taxas até o amadurecimento. Ao final do período de maturação observa-se um pico na taxa respiratória, que antecede ou sucede a um drástico incremento na síntese de etileno. O início da produção de etileno desencadeia e coordena as mudanças que ocorrem no amadurecimento e envolve diversos processos fisiológicos e bioquímicos que resultam em modificações da estrutura e composição química dos frutos (DINIZ, 2013).

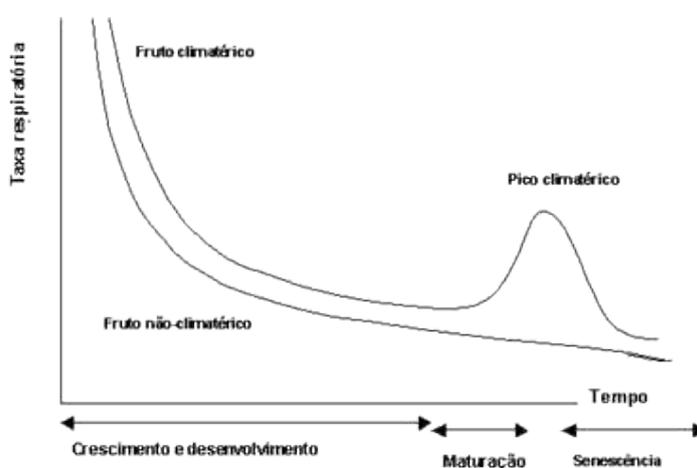


Figura 3 - Padrão de respiração de frutos climatéricos e não climatéricos.
Fonte: SPI (2015).

A maioria das alterações fisiológicas pós-colheita de frutos climatéricos é influenciada, direta ou indiretamente, pelo etileno, que apesar de não ser o único, é considerado o principal hormônio do amadurecimento, cuja taxa de produção para a manga pode aumentar até 10 vezes, passando de cerca de 0,2 - 0,4 para 2 - 4 ml/kg.h a 20°C. Já a taxa de produção de dióxido de carbono durante o amadurecimento pode aumentar 4 vezes, de cerca de 40–50 para 160–200 mg/kg.h a 20°C (SEBRAE, 2011).

Os processos fisiológicos pós-colheita incluem, além do aumento da produção de CO₂ e de etileno, a intensidade em que se dá a perda de massa, as mudanças na cor da polpa e casca, a diminuição dos teores de clorofila com aumento dos carotenoides, redução da firmeza, degradação do amido com o conseqüente aumento do conteúdo de sólidos solúveis totais e diminuição da acidez (CHITARRA; CHITARRA, 2005; NASSUR, 2013).

A perda de massa fresca durante o amadurecimento dos frutos é reflexo da eliminação de água devido à transpiração e aos processos respiratórios, podendo resultar na perda de qualidade, como alteração da aparência (murchamento e enrugamento) e textura (amacramento e perda de suculência) (KADER, 2002). A manga, assim como a grande maioria dos frutos climatéricos, perde peso durante o amadurecimento e a taxa de perda é influenciada pelas técnicas pós-colheita utilizados e pelas condições de armazenamento (MANICA, 2001).

Quando se utiliza atmosfera modificada como técnica de conservação pós-colheita observa-se comumente a limitação da perda de massa. A intensidade do efeito, entretanto, depende das características do material usado, das condições de armazenamento e do metabolismo do produto. Em estudos realizados com pêssego e nectarina, Akbudak e Eris (2004) observaram que o acondicionamento dos frutos em embalagens de polipropileno e polietileno limitou a perda de massa durante o armazenamento.

Lima et al. (2006) e Cordeiro et al. (2014), ao estudarem o prolongamento da vida de prateleira das mangas ‘Tommy Atkins’ e ‘Palmer’, respectivamente, sob efeito do inibidor de etileno 1-metilciclopropeno (1-MCP), observaram retardo no amadurecimento dos frutos e conseqüente redução da perda de massa fresca. García, Beltrán e López(2005) estudando o efeito do 1-MCP em manga ‘Kent’ em simulação de exportação para Europa observaram ainda que ao final do experimento os frutos tratados com a dose de 300 mL.L⁻¹ de 1-MCP apresentaram perda de massa 37% menor do que aqueles não tratados.

Além da perda de massa, a firmeza representa uma das mais importantes características físicas, uma vez que frutos mais firmes sugerem uma vida útil pós-colheita prolongada (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Essa característica está associada tanto com a

composição e estrutura das paredes celulares quanto com a manutenção da integridade das mesmas (BATISTA, 2010).

Os valores médios avaliados na firmeza das mangas são decrescentes com o avanço da maturação, sendo que as mangas exportadas pelo Brasil apresentam uma variação entre 85 a 114N (MANICA, 2001). Lucena, Silva Júnior e Campelo (2000) estudaram a caracterização físico-química da manga Tommy, nos estádios 2, 3 e 4 de maturação, constatando que a textura foi de 95,41; 85,93 e 48,75N, respectivamente. Santos et al. (2011b) avaliando o prolongamento da vida pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’, verificaram que apesar do decréscimo da firmeza dos frutos ao longo do armazenamento, os que receberam embalagens plásticas e sachê absorvedor de etileno permaneceram mais firmes que os frutos do grupo controle.

O decréscimo na firmeza da polpa pode vir acompanhado com o amaciamento dos frutos e com a redução da aparência comercial dos mesmos, conforme foi observado por Lima et al. (2007) em estudos sobre o armazenamento refrigerado de manga Tommy Atkins. Além disso, os autores verificaram que a utilização de atmosfera modificada por meio do uso de sacolas microperfuradas pode limitar danos ocasionados pelo enrugamento superficial dos frutos, nos quais, ao 37º dia de armazenamento, foi constatada a ocorrência de manchas numa área superficial inferior a 20%.

Outra transformação física durante o amadurecimento da manga é a mudança na cor da casca e da polpa. Estas características são importantes para o mercado de fruta *in natura*, por ser um importante fator de aceitação do produto pelo consumidor.

De acordo com a escala proposta por Assis (2004), o desenvolvimento da cor da casca da manga ao longo do amadurecimento é classificado em cinco estágios (Figura 4), que vai desde a tonalidade verde oliva, passando a verde-clara brilhante, até a coloração entre amarela ou vermelha arroxeadada, dependendo da cultivar.

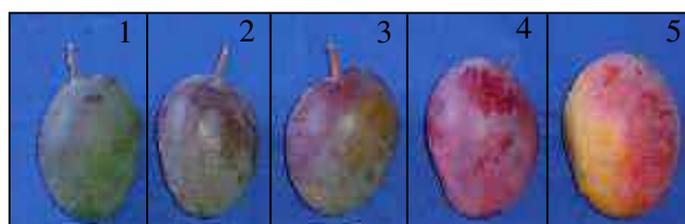


Figura 4 - Aspecto externo do fruto em função do estágio de maturação: 1 – totalmente verde; 2 - 75% verde e 25% roxa; 3 – 50% vermelho arroxeadado e 50% verde; 4 – 25% verde e 75% vermelho; 5 – 25% amarela e 75% vermelha.

Fonte: Assis (2004).

Quanto à polpa no primeiro estágio a cor é totalmente creme, mudando progressivamente para amarela e amarela - alaranjada partindo do endocarpo em direção ao exocarpo, como se pode verificar na Figura 5. No final da maturação, o fruto apresenta uma polpa com 90% de cor laranja (FILGUEIRAS, 2000).

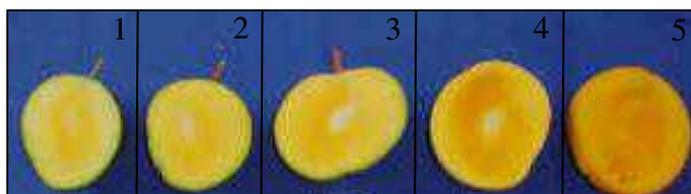


Figura 5 - Coloração da polpa em função do estágio de maturação: 1 – polpa 100% na cor creme; 2 – 30% de cor amarela, partindo do centro do fruto; 3 – 30 a 60% da polpa na cor amarela; 4 – 60% cor amarela e 30% cor laranja; 5 – 90% de cor laranja.

Fonte: Assis (2004).

Estudos comprovam que a cor da manga depende da temperatura, embalagem e período de armazenamento. Hiluey et al. (2005), avaliando manga tipo ‘Espada’, observaram que à medida que avança o tempo de armazenamento, o verde da casca inicialmente escuro vai dando lugar ao amarelo. No entanto, o uso de embalagens PVC esticável e auto aderente não perfurado, associado à baixa temperatura, prolongou a vida útil dos frutos com manutenção da cor da casca e da polpa.

As cores das frutas se devem aos pigmentos naturais, sendo que os três tipos mais comuns nos vegetais são: a clorofila, os carotenoides e as antocianinas (BATISTA, 2010). Carotenóides são pigmentos lipossolúveis, amarelos, laranjas e vermelhos, presentes em muitas frutas e vegetais, cujo teor aumenta com o amadurecimento (SEBRAE, 2011; PORTO, 2014). A variedade de manga ‘Ubá’, por exemplo, apresentou aumento do conteúdo médio de carotenóides na manga madura de, aproximadamente, 3,4 vezes maior que na manga verde e 1,4 vezes maior que na manga parcialmente madura (MATA et al., 2011). Neste mesmo estudo, o conteúdo de vitamina C, outro antioxidante natural, também foi quantificado apresentando um decréscimo de 22,3% ao longo do amadurecimento da fruta.

O aumento dos açúcares solúveis é outra mudança que ocorre no amadurecimento de mangas e é a alteração da composição mais importante relacionada ao sabor e ao aroma dos frutos. Os sólidos solúveis (SS) representam uma medida indireta da porção de sólidos totais, principalmente açúcares (85-90%), que se encontram dissolvidos na seiva vacuolar das células das frutas (COSTA et al., 2004).

Durante o desenvolvimento do fruto o conteúdo de amido aumenta e é quase completamente hidrolisado em açúcares mais simples durante o amadurecimento (NASSUR, 2013), como observado por Yamashita et al. (2001) que caracterizaram níveis superiores em mangas cv. 'Tommy Atkins' ao longo do armazenamento, passando de 17,20 °Brix, no tempo zero, a 18,33 °Brix, no sexto dia; e Santos et al. (2010) que observaram um aumento nos teores de sólidos solúveis de 6,39% para 14,89%, no início e no décimo dia de armazenamento de manga 'Palmer', respectivamente.

As condições de armazenamento também podem promover modificações no teor de sólidos solúveis e outros atributos de qualidade, como verificado por Miguel et al. (2013), que ao armazenarem manga cv. 'Palmer' perceberam que os SS foram influenciados pela temperatura do armazenamento, com os frutos acondicionados a 12°C apresentando teores significativamente maiores que os mantidos a 2 e 5°C. O inverso ocorreu com a acidez titulável, pois os frutos armazenados a 12°C se apresentaram menos ácidos.

A acidez em frutas e hortaliças é atribuída, principalmente, aos ácidos orgânicos que se encontram dissolvidos nos vacúolos das células, tanto na forma livre, como combinada com sais, ésteres, glicosídeos, etc. Dentre os numerosos compostos ácidos, com natureza química variada, o predominante na manga é o ácido cítrico, que além de ser determinante na relação de doçura ou indicar sabor ácido ou azedo nos frutos, tem grande ação conservante e indicador sensorial (KLEIN, 2009).

Silva et al. (2009), avaliando as características físico-químicas de 15 variedades de mangueira, verificaram que dentre os materiais estudados a Tommy Atkins correspondeu a baixos teores de acidez total titulável. Miguel et al. (2014) em estudos sobre o efeito do armazenamento refrigerado (12°C ± 1,0°C; 85-90% UR) na qualidade dessa mesma variedade observaram média de acidez titulável de 0,52%, valor inferior ao encontrado por Jeronimo et al. (2007) que ao estudarem o armazenamento em condições refrigeradas (13 ± 1°C, 85-90%), verificaram para o momento em que as mangas foram armazenadas a média de 1,08% de acidez titulável, e elevação dos valores para 1,12% no quarto dia de armazenamento. Valores ainda menores foram encontrados por Yamashita et al. (2001), que ao trabalharem com a mesma cultivar em ambiente refrigerado obtiveram média de 0,23%, seis dias após o armazenamento.

Todas as mudanças físicas e químicas que ocorrem nos frutos durante o amadurecimento podem afetar sua qualidade e conservação (CRUZ, 2010). Deste modo, é importante o conhecimento dessas alterações, visando estabelecer métodos mais adequados de manuseio e tratamento pós-colheita, como o uso ou não de revestimentos e utilização de

embalagens, permitindo uma melhor conservação do produto, aumentando sua vida de prateleira e a aceitação dos frutos no mercado.

3.6 Qualidade da manga sob atmosfera modificada passivamente

3.6.1 Qualidade da manga revestida com cera de carnaúba

Devido ao intenso metabolismo durante o amadurecimento, os frutos climatéricos, como a manga, senescem rapidamente, limitando o transporte para longas distâncias e impedindo o armazenamento por períodos prolongados (SIQUEIRA et al., 2012). Neste contexto, se faz necessário o uso de técnicas de conservação pós-colheita, que reduzam as taxas respiratórias, retardam o amadurecimento e previnem as desordens fisiológicas dos frutos (SANTOS et al., 2006), aumentando a vida útil.

Uma dessas técnicas é o uso de atmosfera modificada passiva, que se baseia na alteração das concentrações de O_2 e CO_2 em torno do produto, retardando o amadurecimento pós-colheita de alguns frutos e as mudanças bioquímicas e fisiológicas a ele associadas. A atmosfera modificada ocorre em função da interação natural do fruto com o envoltório utilizado, que pode ser embalagem ou revestimentos, havendo limitações nas trocas gasosas e nas taxas respiratórias, resultando no acúmulo de CO_2 e decréscimo na concentração de O_2 . Essas interações dependem tanto das características do fruto quanto do material utilizado, como tipo de revestimento, espessura, composição química e outros (MOTA et al., 2012), além da temperatura e tempo.

Os revestimentos comestíveis atuam principalmente no preenchimento parcial dos estômatos e lenticelas, formando uma barreira a gases e vapor de água. A redução do O_2 provoca uma diminuição na produção do etileno, o qual é responsável pelo amadurecimento e posterior degradação do fruto. Logo, a modificação da atmosfera através dos revestimentos permite, em princípio, interferir nas taxas metabólicas e aumentar a vida de prateleira dos frutos (MAIA; PORTE; SOUZA, 2000; ASSIS; BRITTO; FORATO, 2009).

Para a elaboração dos revestimentos comestíveis são geralmente utilizados compostos como as proteínas (gelatina, caseína, ovoalbumina, glúten de trigo, e outros), os polissacarídeos (amido e seus derivados, pectina, celulose e seus derivados, entre outros), os lipídios (monoglicerídeos acetilados, ácido esteárico, ceras e ésteres de ácido graxo) ou a combinação destes compostos. Os revestimentos a base de lipídios, por serem compostos hidrofóbicos, são utilizados principalmente para limitar a perda de água do produto, a

exemplo das ceras que, além de regularem a perda de umidade, diminuem as taxas metabólicas, retardam o enrugamento, incrementam o brilho superficial, reduzem a abrasão e ainda podem atuar como carreadores de compostos antimicrobianos e antioxidantes (LUVIELMO; LAMAS, 2012; ANCOS et al., 2015).

Para que um material possa ser utilizado como revestimento comestível para frutas é importante que promova uma boa aparência, tenha boa adesão à superfície do fruto, não seja perceptível ao paladar e, principalmente, não seja tóxico (VILLADIEGO et al., 2005). Um exemplo desse tipo de revestimento é o de cera de carnaúba, oriunda da carnaubeira (*Copernicia prunifera*), uma palmeira nativa do Brasil e endêmica na região Nordeste (QUEIROGA et al., 2013).

A cera de carnaúba se destaca entre as ceras vegetais e tem sido estudada como revestimento para frutas, como goiabas (JACOMINO et al., 2003), maracujá-amarelo (MOTA et al., 2006), laranjas (NJOMBOLWANA et al., 2013) e maçãs (JO et al., 2014), a fim de estender a vida de prateleira (BARMAN; ASREY; PAL, 2011), conferindo brilho, evitando as perdas por transpiração e mantendo a qualidade.

Para a manga, Feitosa et al. (2006) perceberam que o uso de cera de carnaúba associado ao tratamento hidrotérmico prolongou a vida útil dos frutos, reduzindo inicialmente a perda de firmeza da polpa, aumentando o teor de sólidos solúveis e diminuindo a acidez dos frutos. Observaram ainda que após 12 dias do tratamento os frutos mantiveram uma boa aparência externa e interna e tiveram a perda de peso reduzida. Hoa e Ducamp (2008) aplicando recobrimentos à base de cera de carnaúba em manga também verificaram redução da perda de massa. Resultados satisfatórios da utilização da cera também foram encontrados por Santos et al. (2011a), que associada ao armazenamento refrigerado foi eficiente na conservação pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas hidrotermicamente, pois propiciaram menor perda de massa, além de terem retardado a maturação dos frutos.

3.6.2 Qualidade da manga acondicionada em embalagens com filmes plásticos.

Atualmente, a manga produzida no Vale do Submédio São Francisco que é destinada à exportação possui como principal técnica pós-colheita o uso da refrigeração e, em alguns casos, a aplicação de ceras. Essa técnica auxilia no retardo do amadurecimento da fruta durante o transporte para comercialização, porém possibilita poucos dias de exposição nas gôndolas dos supermercados (LIMA et al., 2007). Logo, é de extrema importância utilizar outras tecnologias para o melhor aproveitamento e conservação, tanto em termos econômicos

quanto nutricionais, visando à maior flexibilidade no período entre a colheita e o consumo (HOJO, 2005).

Entre essas técnicas, pode-se utilizar a atmosfera modificada que visa prolongar a conservação por meio da alteração da concentração de gases disponível para a respiração durante o armazenamento. A atmosfera passivamente modificada em torno dos frutos pode ser conseguida por meio de materiais como: polietileno de baixa densidade (PEBD), polipropileno (PP), poliestireno, acetato de celulose, cloreto de polivinil (PVC) e outros (LIMA et al., 2007). O polietileno de baixa densidade é utilizado em vários plásticos, devido à sua versatilidade, praticidade, custo relativamente baixo e elevada eficiência (SANTOS, 2008; MANTILLA et al., 2010), e tem sido usado na conservação de frutas e hortaliças, principalmente quando associado ao armazenamento refrigerado.

Santos et al. (2011b) avaliaram que o uso da atmosfera modificada obtida através de filmes plásticos (PVC e polietileno) associados ou não, a absorvedor de etileno, reduziu de maneira significativa a perda de massa de frutos de manga. E quando associadas à refrigeração retardaram o amadurecimento dos frutos, preservando características físico-químicas satisfatórias para uma maior conservação pós-colheita. Resultados semelhante foram encontrados por Lima et al. (2007) ao estudarem a utilização de sacola plástica microperfurada, para formação de atmosfera modificada da manga ‘Tommy Atkins’.

Pfaffenbach (2003) avaliou diferentes tipos de embalagens na conservação da manga, os frutos acondicionados em polietileno apresentaram as menores perdas de massa nas variedades Haden 2H, Palmer e Tommy Atkins. Os frutos de manga ‘Tommy Atkins’ refrigerados embalados em polietileno com o sachê de permanganato de potássio se mantiveram mais firmes e houve retardamento da evolução da cor da casca.

O polietileno de baixa densidade é um dos filmes mais utilizados como embalagens de atmosfera modificada para aplicação na pós-colheita de frutos, no entanto, outros filmes têm sido desenvolvidos para conservação desses produtos, como o XTend (PINTO et al., 2006). Estas embalagens atuam através de um efeito combinado de atmosfera modificada (alta concentração de CO₂ e baixa de O₂), umidade modificada (90-95%), controle de condensação (liberação do excesso de umidade), bloqueio da ação e biossíntese de etileno, e redução da perda de massa e de patógenos, garantindo um armazenamento e vida de prateleira prolongada de produtos frescos. Esta linha de filmes plásticos tem sido desenvolvida para aplicação na pós-colheita de diversos frutos, como manga, banana, uva, melão, cereja, morango, maracujá, pera (STEPAC, 2015), laranja (PORAT et al., 2004), goiaba (PEREIRA et al., 2005), mamão (PINTO et al., 2006) e tangerina (NASCIMENTO et al., 2011).

O período de armazenamento varia entre os diferentes frutos, Pereira et al. (2005), por exemplo, verificaram que a embalagem XTend foi eficiente na manutenção dos parâmetros de qualidade, como firmeza e teor de clorofila, de goiabas cv. Cortibel, conservando-as por vinte e nove dias. Nascimento et al. (2011) concluíram que o acondicionamento de tangerinas W Murcott em embalagem flexível Xtend permitiu a conservação por 60 dias a $10\pm 1^\circ\text{C}$.

De maneira geral, os melhores resultados das características de qualidade pós-colheita dos frutos são obtidos quando há um balanço adequado entre a permeabilidade do filme plástico aos gases e a respiração do produto, que depende do tipo, da variedade, do peso, do estágio de maturação e da temperatura dos frutos (MOTA et al., 2012). Deste modo, estudos ainda precisam ser realizados no intuito de reduzir as taxas respiratórias e preservar as características físicas, químicas e nutricionais a fim de prolongar o período de conservação dos frutos.

Referências bibliográficas

ABBASI, K.S., ANJUM, N., SAMMI, S., MASUD, T.; ALI, S. Effect of coatings and packaging material on the keeping quality of mangoes (*Mangifera indica* L.) stored at low temperature. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 10, n. 2, p. 129-138, 2011.

AKBUDAK, B.; ERIS, A. Physical and chemical changes in peaches and nectarines during the modified atmosphere storage. **Food Control**, v. 15, p. 307-313, 2004.

ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MENEZES, J. B.; ASSIS, J. S.; LIMA, M. A. C.; AMORIN, T. B. F.; MARTINS, A. G. Colheita e Pós-Colheita. In: GENUÍ, P. J. C.; PINTO, A. C. Q. **A Cultura da Mangueira**. Brasília: Embrapa informação tecnológica, p. 383-405, 2002.

ANCOS, B.; PEÑA, D. G.; COCA, C. C.; MORENO, C. S. Uso de películas/recubrimientos comestibles en los productos de IV y V gama. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 16, n. 1, p. 8-17, 2015.

ANDRADE, M. E. L. **Qualidade pós-colheita de manga 'Tommy Atkins' tratada com água eletrolisada**. 2013. 66 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia. Área de concentração: Agricultura Tropical) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2013.

ASSIS, J. S. **Cultivo da Mangueira: colheita e pós-colheita**. Embrapa Semiárido. 2004. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Manga/CultivodaMangueira/colheita.htm>>. Acesso em: 24 de set. 2015.

ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D.; FORATO, L. A. **O uso de biopolímeros como revestimentos comestíveis protetores para conservação de frutas in natura e minimamente**

processadas. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. São Carlos, Embrapa Instrumentação Agropecuária, 23p. 2009.

AULAR, J.; NATALE, W. Nutrição mineral e qualidade do fruto de algumas frutíferas tropicais: goiabeira, mangueira, bananeira e mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. 1214-1234, 2013.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; BRON, I. U. Índices para avaliar qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 2, p. 139-145, 2008.

BARMAN, K., ASREY, R.; PAL, R. K. Putrescine and carnauba wax pretreatments alleviate chilling injury, enhance shelf life and preserve pomegranate fruit quality during cold storage. **Scientia Horticulturae**, v. 130, p. 795-800, 2011.

BATISTA, Patrício Ferreira. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante em frutas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco**. 2010. 162 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia. Área de Concentração: Agricultura Tropical) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2010.

BENEVIDES, S. D.; RAMOS, A. M.; STRINGHETA, P. C.; CASTRO, V. C. Qualidade da manga e polpa da manga Ubá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 28, n. 3, p. 571-578, 2008.

BERILLI, S. S.; OLIVEIRA, J. G.; MARINHO, A. B.; LYRA, G. B.; SOUSA, E. F.; VIANA, A. P.; BERNARDO, S.; PEREIRA, M. G. Avaliação da taxa de crescimento de frutos de mamão (*Carica papaya* L.) em função das épocas do ano e graus-dias acumulados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 011-014, 2007.

BEZERRA, T. S.; COSTA, J. M. C.; AFONSO, M. R. A.; MAIA, G. A.; CLEMENTE, E. Avaliação físico-química e aplicação de modelos matemáticos na predição do comportamento de polpas de manga desidratadas em pó. **Revista Ceres**, v. 8, n. 3, p. 278-283, 2011.

BRANDÃO, M. C. C.; MAIA, G. A.; LIMA, D. P.; PARENTE, E. J. S.; CAMPELLO, C. C.; NASSU, R. T.; FEITOSA, T.; SOUSA, P. H. M. Análise físico química, microbiológica e sensorial de frutos de manga submetidos à desidratação osmótico solar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 38-41, 2003.

CANUTO, K. M.; SOUZA NETO, M. A.; GARRUTI, D. S. Composição química volátil, em diferentes estádios de maturação, de manga 'Tommy Atkins' produzida no Vale do São Francisco. **Química Nova**, v. 32, n. 9, p. 2377-2381, 2009.

CARVALHO, C. R. L.; ROSSETTO, C. J.; MANTOVANI, D. M. B.; MORGANO, M. A.; CASTRO, J. V.; BORTOLETTO, N. Avaliação de cultivares de mangueira selecionadas pelo Instituto Agrônomo de Campinas comparadas a outras de importância comercial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 264-271, 2004.

CARVALHO, C. Y. D. **Texturizado de manga**: Impacto do processamento na componente de aroma. 2014. 95 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Alimentar. Processamento de Alimentos) - Universidade de Lisboa, Lisboa - PT, 2014.

CAVALINI, F. C.; JACOMINO, A. P.; LOCHOSKI, M. A.; KLUGE, R. A.; ORTEGA, E. M. M. Maturity indexes for 'Kumagai' and 'Paluma' guavas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 176-179, 2006.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras, MG: ESAL/FAEPE, 785p. 2005.

CORDEIRO, M. H. M.; MIZOBUTSI, G. P.; SILVA, N. M.; OLIVEIRA, M. B.; MOTTA, W. F.; SOBRAL, R. R. S. Conservação pós-colheita de manga var. Palmer com uso de 1-metilciclopropano. **Magistra**, v. 26, n. 2, p. 102-113, 2014.

COSTA, J. G.; SANTOS, C. A. F. **Cultivo da Mangueira**. Embrapa Semiárido. 2004. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Manga/CultivodaMangueira/cultivares.htm#tommy>>. Acesso em: 23 set. 2015.

COSTA, W. S.; SUASSUNA FILHO, J.; MATA, M. E. R. M. C.; QUEIROZ, A. J. M. Influência da concentração de sólidos solúveis totais no sinal fotoacústico de polpa de manga. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 6, n. 2, p. 141-147, 2004.

CRUZ, J. N. **Estudo de tratamentos fitossanitários na manga (Mangífera indica L.) para exportação**. 2010. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear) - Universidade de São Paulo, São Paulo - SP, 2010.

CUNHA JÚNIOR, L. C.; DURIGAN, M. F. B.; MATTIUZ, B. H.; MARTINS, R. N.; DURIGAN, J. F. Caracterização da curva de maturação de pêssegos 'Aurora-1', na região de Jaboticabal-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 661-665, 2007.

CUNHA, G. A. P.; PINTO, A. C. Q.; FERREIRA, F. R. **Origem, dispersão, taxonomia e botânica**. In: GENÚ, P. J. C.; PINTO, A. C. Q. A cultura da mangueira. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 31-36, 2002.

DINIZ, M. D. M. S. **Propriedades texturais, físico-químicas, reológicas e enzimáticas da manga "Tommy Atkins" durante o armazenamento em atmosfera modificada sob refrigeração**. 2013. 159 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2013.

DREHMER, A. M. F.; AMARANTE, C. V. T. Conservação pós-colheita de frutos de araçá-vermelho em função do estágio de maturação e temperatura de armazenamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 322-326, 2008.

FARAONI, A. S.; RAMOS, A. M.; STRINGHETA, P. C. Caracterização da manga orgânica cultivar Ubá. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 9-14, 2009.

FEITOSA, H. P. F.; ASSIS, J. A.; HOLSCHUH, H. J.; FEITOSA FILHO, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; PINTO, J. M. Tratamento hidrotérmico e aplicação de cera de carnaúba sobre a qualidade da manga Tommy Atkins. In: XXXV Congresso Brasileiro De Engenharia Agrícola, 2006, João Pessoa - PB. **Anais...** João Pessoa-PB: SBEA, 2006.

FIGUEIREDO NETO, A. **Cinética das propriedades mecânicas durante a maturação dos frutos e avaliação da qualidade fisiológica das sementes de abóbora**. 2012. 112 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 2012.

FILGUEIRAS, H. A. Colheita e manuseio pós-colheita. In: FILGUEIRAS, H. A. C. et al. **Frutas do Brasil: Manga Pós-colheita**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, p. 22-25, 2000.

GARCÍA, J. A. O.; BELTRÁN, J. A.; LÓPEZ, M. A. U. Efecto del 1-metilciclopropeno (1-MCP) sobre la vida de anaquel y calidad de mango para exportación. **Revista Fitotecnia Mexicana**, v. 28, n. 3, p. 271-278, 2005.

HILUEY, L. J.; GOMES, J. P.; ALMEIDA, F. A. C.; SILVA, M. S.; ALEXANDRE, H. V. Avaliação do rendimento do fruto, cor da casca e polpa de manga tipo espada sob atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 7, n. 3, p. 151-157, 2005.

HOA, T. T.; DUCAMP, M. N. Effects of different coatings on biochemical changes of ‘cat Hoa loc’ mangoes in storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 48, n. 1, p. 150-152, 2008.

HOJO, E. T. D. **Qualidade de mangas 'Palmer' tratadas com 1-metilciclopropeno e armazenadas sob refrigeração**. 2005. 127 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, 2005.

HORTIFRUTIBRASIL. **Manga: Preço da Tommy é o maior em 3 anos no primeiro trimestre**. 2014. Disponível em: <<http://hortifrutibrasil.blogspot.com.br/2014/04/manga-preco-da-tommy-e-o-maior-em-3.html>>. Acesso em: 24 set. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS – IBRAF. **Panorama da cadeia produtiva das frutas em 2012 e projeções para 2013**. Coordenação geral: Moacir Saraiva Fernandes. 133p, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Banco de dados agregados: Sistema IBGE de recuperação automática: SIDRA**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 24 set. 2015.

JACOMINO, A. P.; OJEDA, R. M.; KLUGE, R. A.; SCARPARE FILHO, J. A. Conservação de goiabas tratadas com emulsões de cera de carnaúba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 401-405, 2003.

JERONIMO, E. M.; BRUNINI, M. A.; ARRUDA, M. C.; CRUZ, J. C. S.; FISCHER, I. H.; GAVA, G. J. C. Conservação pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’ armazenadas sob atmosfera modificada. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 28, n. 3, p. 417-426, 2007.

JHA, S. N.; KINGSLEY, A. R. P.; CHOPRA, S. Physical and mechanical properties of mango during growth and storage for determination of maturity. **Journal of Food Engineering**, v. 72, p. 73-76, 2006.

JO, W. S.; SONG, H. Y.; SONG, N. B.; LEE, J. H.; MIN, S. C.; SONG, K. B. Quality and microbial safety of 'Fuji' apples coated with carnauba-shellac wax containing lemongrass oil. **Food Science and Technology**, v. 55, p. 490-497, 2014.

KADER, A. A. Fruits in the global market, In: KNEE, M. Fruit quality and its biological basis. **Columbus**: Sheffield Academic, p. 1-14, 2002.

KLEIN, B. **Redução de brux e acidez em sucos de frutas através de nanofiltração**. 2009. 78f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2009.

LÉCHAUDEL, M.; JOAS, J. An overview of preharvest factors influencing mango fruit growth, quality and postharvest behaviour. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 19, n. 4, p. 287-298, 2007.

LIEN, C. C.; AY, C.; TING, C. H. Non-destructive impact test for assessment of tomato maturity. **Journal of Food Engineering**, v. 91, n. 3, p. 402-407, 2009.

LIMA, A. B. **Qualidade de manga Tommy Atkins orgânica colhida sob boas práticas agrícolas, tratada com extrato de erva-doce e fécula de mandioca**. 2007. 96f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2007.

LIMA, J. R. F. **Exportações de Manga Produzida no Submédio do Vale do São Francisco no Período de 2003-2012**. Comunicado técnico 154. Petrolina – PE, Embrapa Semiárido, 4p, 2013.

LIMA, M. A. C.; SILVA, A. L.; AZEVEDO, S. S. N.; SANTOS, P. S. Tratamentos pós-colheita com 1-metilciclopropeno em manga 'Tommy atkins': efeito de doses e número de aplicações. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p. 64-68, 2006.

LIMA, M. A. C.; TRINDADE, D. C. G.; SANTOS, A. C. N.; PAES, P. C. Armazenamento refrigerado de manga Tommy Atkins' sob atmosfera modificada (Smartbag). In: congresso Iberoamericano De Tecnología Postcosecha Y Agro exportaciones, 5., 2007, Cartagena. **Anais...** . Cartagena: Aitep, p. 36-36. 2007.

LIU, F.; FU, S. F.; BI, X. F.; CHEN, F.; LIAO, X. J.; HU, X. S.; WU, J. H. Physico-chemical and antioxidant properties of four mango (*Mangifera indica* L.) cultivars in China. **Food Chemistry**, v. 138, p. 396-405, 2013.

LUCENA, E. M. P.; ASSIS, J. S.; ALVES, R. E.; ENÉAS FILHO, J. Alterações físicas e químicas durante o crescimento e desenvolvimento de mangas 'Tommy Atkins' produzidas no Vale do São Francisco, Brasil. **Journal Interamerican Society for Tropical Horticulture**, v. 55, p. 48-51, 2011a.

LUCENA, E. M. P.; ASSIS, J. S.; ALVES, R. E.; ENÉAS FILHO, J. Alterações na cor, vitamina C, fenólicos e atividade de enzimas oxidativas durante o desenvolvimento de manga 'Tommy Atkins'. **Journal Interamerican Society for Tropical Horticulture**, v. 54, p. 113-117, 2011b.

LUCENA, E. M. P.; SILVA JUNIOR, A.; CAMPELO, I. K. M. Caracterização físico-química da manga (*Mangifera indica* L.), variedade Tommy Atkins, em diferentes estádios de maturação. In: **Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Fortaleza, p. 5246, 2000.

LUVIELMO, M. M.; LAMAS, S. V. Revestimentos comestíveis em frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 8, n. 1, p. 8-15, 2012.

MAIA, L. H.; PORTE, A.; SOUZA, V. F. **Filmes comestíveis**: aspectos gerais, propriedades de barreira à umidade e oxigênio. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, v. 18, p. 105-128. 2000.

MANICA, I. **Cultivares e Melhoramento**. In: MANICA, I. (Ed.). Manga: tecnologia, produção, agroindústria e exportação. Porto Alegre: Cinco Continentes, p. 87-130, 2001.

MATA, G. M. S. C.; OLIVEIRA, D. S.; DELLA-LUCIA, C. M.; CAMPOS, F. M.; QUEIROZ, J. H.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Teores de β -caroteno e vitamina C durante o amadurecimento da manga "UBÁ" (*Mangifera indica* L. var. Ubá). **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 70, n. 2, p. 225-229, 2011.

MANTILLA, S. P. S.; MANO, S. B.; VITAL, H. C.; FRANCO, R. M. Atmosfera modificada na conservação de alimentos. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 8, n. 4, p. 437-448, 2010.

MELO, E. A.; ARAÚJO, C. R. Mango varieties "Espada", "Rosa" and "Tommy Atkins: bioactive compounds and antioxidante potential. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, p. 1451-1460, 2011.

MENDES, I. Exportação de mangas colhidas no sertão de PE. 2015. Disponível em: <http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2015/07/exportacao-de-mangas-colhidas-no-sertao-de-pe-deve-aumentar-este-ano.html>. Acesso em: 28 dez. 2015.

MIGUEL, A. C. A.; DURIGAN, J. F.; BARBOSA, J. C.; MORGADO, C. M. A. Qualidade de mangas cv. palmer após armazenamento sob baixas temperaturas. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 398-408, 2013.

MIGUEL, L. C. O.; LIMA, R. K. B.; SANTOS, E. C.; FERREIRA, L. L.; SILVA, F. S. O.; OLIVEIRA, N. P. S.; SILVA, V. L. F.; SILVA, T. T. F. Qualidade química e físico-química de mangas após armazenada sobre refrigeração. **Agropecuária Científica no Semi - Árido**, v. 10, n. 1, p. 156-160, 2014.

MODESTO, J. H. **Produtividade, sazonalidade e análises tecnológicas de frutos de cultivares de mangueira em condições subtropicais**. 2013. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia. Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu – SP, 2013.

MORAIS, P. L. D.; FILGUEIRAS, H. A. C.; PINHO, J. L. N.; ALVES, R. E. Ponto de colheita ideal de mangas 'Tommy Atkins' destinadas ao mercado europeu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 671-675, 2002.

MOTA, W. F.; MARTINS, A. M.; ARAÚJO, M. W.; MIZOBUTSI, G. P.; LIMA, J. F.; MOREIRA, G. B. L. Utilização da atmosfera modificada com filme de pvc e cera na conservação pós-colheita de banana 'prata anã'. **Magistra**, v. 24, n. 2, p. 108-115, 2012.

MOTA, W. F.; SALOMÃO, L. C. C.; NERES, C. R. L.; MIZOBUTSI, G. P.; NEVES, L. L. M. Uso de cera de carnaúba e saco plástico poliolefínico na conservação pós-colheita do maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 2, p. 190-193, 2006.

NASCIMENTO, L. M.; ARRUDA, M. C.; FSCHER, I. H.; FERRAZ, L. P.; FONSECA, M. B. Potencial de conservação de tangerina W Murcott: armazenamento refrigerado x atmosfera modificada. **Citrus Research & Technology**, v. 32, n. 3, p. 167-172, 2011.

NASSUR, R. C. M. R. **Indicadores de qualidade em mangas durante o amadurecimento**. 2013. 86 f. Tese (Doutorado. Curso de Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2013.

NJOMBOLWANA, N. S.; ERASMUS, A.; ZYL, J. G.; PLOOY, W.; CRONJE, P. J. R.; FOURIE, P. H. Effects of citrus wax coating and brush type on imazalil residueloading, green mould control and fruit quality retention of sweet oranges. **Postharvest Biology and Technology**, v. 86, p. 362-371, 2013.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OCDE) - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **Perspectivas Agrícolas no Brasil: desafios da agricultura brasileira 2015-2024**. 2015. Disponível em: <<https://www.fao.org.br/download/PA20142015CB.pdf>>. Acesso em: 04 jan. 2016.

PADDA, M. S.; AMARANTE, C. V. T.; GARCIA, R. M.; SLAUGHTER, D. C.; MITCHAM, E. J. Methods to analyze physico-chemical changes during mango ripening: A multivariate approach. **Postharvest Biology and Technology**, v. 62, p. 267-274, 2011.

PARFONY, R. **Fruit Crops: Mango**. In: Raemaekers, R. H. (ed). *Crop Production in Tropical Africa*. Brussels, Goekint Graphics, p. 596-608. 2001.

PEREIRA, T.; CARLOS, L. A.; OLIVEIRA, J. G.; MONTEIRO, A. R. Características físicas e químicas de goiaba cv. Cortibel (*Psidium guajava*) estocadas sob refrigeração em filmes X-tend. **Alimentos e Nutrição**, v. 16, n. 1, p. 11-16, 2005.

PFAFFENBACH, L. B. **Uso de embalagens plásticas na conservação pós-colheita e qualidade de mangas 'Haden 2h', 'Palmer' e 'Tommy Atkins'**. 2003. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agrônômico, Campinas - SP, 2003.

PINTO, L. K. A.; MARTINS, M. L. L.; RESENDE, E. D.; ALMEIDA, R. F.; VITORAZI, L.; PEREIRA, S. M. F. Influência da atmosfera modificada por filmes plásticos sobre a qualidade do mamão armazenado sob refrigeração. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 4, p. 744-748, 2006.

PORAT, R.; WEISS, B.; COHEN, L.; DAUS, A.; AHAONI, N. Reduction on postharvest rind disorders in citrus fruit by modified atmosphere packing. **Postharvest Biology and Technology**, v. 33, n. 1, p. 35-43, 2004.

PORTO, R. G. C. L. **Influência do estágio de maturação no teor de compostos bioativos e atividade antioxidante no cajuí (*Anacardium humile* St. Hill) e castanhola (*Terminalia catappa* L.)**. 2014. 64 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Universidade Federal do Piauí, Teresina – PI, 2014.

QUEIROGA, V. P.; RAMOS, G. A.; ASSUNÇÃO, M. V.; ALMEIDA, F. A. C. **Carnaubeira: Tecnologias de plantio e aproveitamento industrial**. Campina Grande: EDUFPG, 2013. 204 p.

REETZ, E. R.; KIST, B. B.; SANTOS, C. E.; CARVALHO, C.; DRUM, M. **Anuário Brasileiro da Fruticultura 2014**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2015, 108p.

RIBEIRO, S. M. R.; QUEIROZ, J. H.; QUEIROZ, M. E. L. R.; CAMPOS, F. M.; SANT'ANA, H. M. PINHEIRO. Antioxidant in Mango (*Mangifera indica* L.) pulp. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 62, p. 13-17, 2007.

SANTOS, A. E. O.; GRAVINA, G. A.; BERBERT, P. A.; ASSIS, J. S.; BATISTA, P. F.; SANTOS, O. O. Efeito da técnica hidrotérmico e diferentes revestimentos na conservação pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 1, n. 1, p. 140-146, 2011a.

SANTOS, A. E. O.; ASSIS, J. S.; BATISTA, P. F.; SANTOS, O. O. Utilização de atmosfera modificada na conservação pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins'. **Revista Semiárido de Visu**, v. 1, n. 1, p. 10-17. 2011b.

SANTOS, C. E.; KIST, B. B.; CARVALHO, C.; REETZ, E. R.; DRUM, M. **Anuário Brasileiro da Fruticultura 2013**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2013, 136 p.

SANTOS, C. M. S.; VILAS BOAS, E. B. B.; BOTREL, N.; PINHEIRO, A. C. M. Influência da atmosfera controlada sobre a vida pós-colheita e qualidade de banana prata-anã. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 2, p. 317-322, 2006.

SANTOS, D. B.; PEREIRA, M. E. C.; VIEIRA, E. L.; LIMA, M. A. C. Caracterização físico-química dos estádios de maturação da manga 'Tommy Atkins' produzida no município de Iaçu - BA. **Magistra**, v. 20, n. 4, p. 342-348, 2008.

SANTOS, L. O. **Conservação pós-colheita de mangas produzidas na região de Jaboticabal - SP**. 2008. 103 f. Dissertação (Mestrado Curso de Agronomia. Área de Concentração em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Jaboticabal – SP, 2008.

SANTOS, L. O.; DURIGAN, J. F.; MARTINS, R. N.; MORGADO, C. M. Conservação e qualidade de mangas 'Palmer' submetidas a tratamento com fungicidas e hidrotérmico. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 6, p. 1514-1521, 2010.

SANTOS-SEREJO, J. A. **Classificação e descrição botânica**. In: PEREIRA, M. E. C.; FONSECA, N.; SOUZA, F. V. D. (Eds.). *Manga: o produtor pergunta, a Embrapa responde*. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, cap. 1, p. 15-17, 2005.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE. **Manual de práticas para o melhor manejo pós-colheita da manga.** 2011. 77p.

SILVA, D. F. P.; SIQUEIRA, D. L.; PEREIRA, C. S.; SALOMÃO, L. C. C.; STRUIVING, T. B. Caracterização de frutos de 15 cultivares de mangueira na Zona da Mata mineira. **Ceres**, v. 56, n. 6, p. 783-789, 2009.

SILVA, T. V. **Fisiologia do desenvolvimento dos frutos do maracujazeiro amarelo e maracujazeiro doce.** 2008. 166 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes – RJ, 2008.

SIQUEIRA, A. P. O.; SANTOS, S. M. L.; LIMA, B. S.; AFONSO, M. R. A.; COSTA, J. M. C. **Uso de coberturas comestíveis na conservação pós-colheita de goiaba e maracujá-azedo.** 2012. 90 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes – RJ, 2012.

SOUSA, F. A. **Uso do índice de degradação de amido na indicação da qualidade de manga ‘Tommy Atkins’ injuriada por impacto.** 2014. 36 f. TCC (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências e Tecnologia Alimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal - PB, 2014.

SOUZA, F. S.; ALVES, J.; LIMA, J. R. F.; PEREIRA, A. F. C. **Análise dos Preços da Manga do Vale do São Francisco nos Mercados interno e externo: Um Estudo De Séries Temporais Para o Brasil, Estados Unidos e União Européia (2003 – 2013).** VIII SOBER Nordeste. Parnaíba- PI – Brasil. 2013.

SOCIEDADE PORTUGUESA DE INOVAÇÃO – SPI. **Respiração.** Disponível em: <<http://www2.spi.pt/documents/books/hortofructicolas/Wcd95e35a3a08.asp>>. Acesso em: 17 nov. 2015.

STEPAC. **Fresh produce packaging.** 2015. Disponível em: <<http://www.stepac.com/catalog>>. Acesso em: 17 nov. 2015.

TEZOTTO, J. V.; JACOMINO, A. P.; GODOY, A. E.; PEREIRA, E. C. C. GALLON, C. Z. Efeito do corte como dano mecânico na qualidade e na fisiologia de mamões ‘Golden’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 241-247, 2011.

TORRES, R.; MONTES, E. J.; PÉREZ, O. A.; ANDRADE, R. D. Influencia del estado de madurez sobre las propiedades viscoelásticas de frutas tropicales (Mango, Papaya y Plátano). **Información Tecnológica**, v. 23, n. 5, p. 115-124, 2012.

VIANA, F. B. **A Mangueira e seus potenciais polinizadores na região do Vale médio São Francisco, Juazeiro, Bahia.** Manual técnico. Probio. Salvador -BA, 2006.

VILLADIEGO, A. M. D.; SOARES, N. F. F.; ANDRADE, N. J.; PUSCHMANN, R.; MINIM, V. P. R.; CRUZ, R. Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios. **Revista Ceres**, v. 53, n. 300, p. 221-244, 2005.

WATADA, A. E.; HERNER, R. C.; KADER, A. A.; ROMANI, R. J.; STABY, G. L. Terminology for the description of developmental stages of horticultural crops. **HortScience**, v. 19, n. 1, p. 20-21, 1984.

YAMASHITA, F.; TONZAR, A. C.; FERNANDES, J. G.; MORIYA, S.; BENASSI, M. T. Embalagem individual de mangas cv. 'Tommy Atkins' em filme plástico: efeito sobre a vida de prateleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 288-292, 2001.

ZOTARELLI, M. F. **Produção e caracterização de manga desidratada em pó por diferentes processos de secagem**. 2014. 165 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2014.

4. CAPÍTULO 1

AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS DA MATURAÇÃO DE MANGAS CV. 'TOMMY ATKINS'

AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS DA MATURAÇÃO DE MANGAS CV. 'TOMMY ATKINS'

Resumo

Os estudos sobre a evolução da maturação da manga nas regiões de cultivo podem auxiliar na determinação do ponto ideal de colheita, permitindo um adequado manejo pós-colheita e aumentando a vida útil dos frutos. Objetivou-se com este trabalho avaliar alterações de parâmetros físicos, físico-químicos e mecânicos durante a maturação de mangas cv. 'Tommy Atkins'. Foram selecionadas cinquenta plantas, de cinco fileiras de um pomar comercial. Os frutos foram colhidos aos 35, 50, 65, 80, 95, 110, 125 e 135 dias após a floração (DAF). Avaliou-se a evolução da massa dos frutos, diâmetros longitudinal e transversal, força e deformação máximas de compressão, tensão e deformação de Hencky, firmeza do fruto, coloração da casca e da polpa, sólidos solúveis, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez titulável, potencial hidrogeniônico e vitamina C. O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, constituídas por dez frutos cada, e os resultados foram submetidos à análise de regressão e de componentes principais devido ao caráter quantitativo imposto pelo fator tempo de colheita. As curvas de tensão e deformação de Hencky foram submetidas à análise do erro padrão da média. Os parâmetros físicos e mecânicos avaliados obtiveram elevada relação, representando bons indicativos de desenvolvimento dos frutos de mangas 'Tommy Atkins'. Os frutos nos diferentes estádios de maturação, destacando os mais avançados, podem ser caracterizados pela relação SS/AT e coloração da casca (valor a) e da polpa (valores de a e b). O ponto de colheita analisado (135 DAF) foi adequado, pois os frutos apresentaram características físicas e físico-químicas favoráveis para o amadurecimento e apropriadas para comercialização.

Palavras-chave: Ponto de colheita, crescimento do fruto, propriedades mecânicas.

PARAMETERS EVALUATION OF MATURITY CV. 'TOMMY ATKINS' MANGOES

Abstract

Studies on the evolution of ripening mango in growing regions can help determine the ideal harvest, allowing proper postharvest handling and increasing shelf life of fruit. The objective of this study was to evaluate changes of physical, physicochemical and mechanical during ripening of cv. 'Tommy Atkins' mangoes. Fifty plants were selected, five rows of an orchard. The fruits were harvested at 35, 50, 65, 80, 95, 110, 125 and 135 days after flowering (DAF). We evaluated the evolution of fruits mass, longitudinal and transverse diameters, strength and maximum compression deformation, stress and strain of Hencky, fruit firmness, skin color and pulp, soluble solids, titratable acidity, ratio, hydrogenic potential and vitamin C. The statistical design was completely randomized with four replications constituted by ten fruits each, and the results were submitted to regression analysis and principal component due to the quantitative approach imposed by the factor harvest time. The voltage curves and Hencky strain were subjected to analysis standard error of the mean. The physical and mechanical parameters evaluated achieved high ratio, representing good indicators of development of the fruits of 'Tommy Atkins' mango. The fruits in different maturation stages, highlighting the most advanced, can be characterized by the ratio and skin color (value) and pulp (values of a and b). The analyzed the point of harvest (135 DAF) was adequate, since the fruits showed physical and physicochemical characteristics favorable for maturing and suitable for commercialization.

Key words: Harvest point, fruit growth, mechanical properties.

4.1 Introdução

A cultura da manga tem grande importância econômica e social, envolvendo elevada expansão de área cultivada, produtividade e qualidade dos frutos, altos rendimentos e grande volume de negócios nos mercados interno e externo (XAVIER et al., 2009). O Submédio do Vale do São Francisco destaca-se no cenário da fruticultura brasileira como a principal região produtora e exportadora de mangas, principalmente da cultivar 'Tommy Atkins'. Cerca de 85% dessas exportações é absorvida pelos países da Europa e Estados Unidos (REETZ et al., 2015).

Tendo o mercado externo como um dos principais consumidores do fruto e ao mesmo tempo um mercado muito exigente e competitivo, fazem-se necessários estudos sobre o processo de maturação da manga até a colheita. A qualidade da manga para consumo e sua capacidade de conservação pós-colheita dependem, principalmente, do estágio de desenvolvimento do fruto no momento da colheita (MORAIS et al., 2002), visto que o fruto colhido em estágio imaturo não será capaz de alcançar o nível de qualidade aceitável para o consumidor.

O estágio inadequado de maturação fisiológica pode gerar perdas na produção de mangas. Logo, o estudo da evolução da maturação desta fruta auxiliará na melhor determinação do ponto de colheita, permitindo um manejo pós-colheita adequado e aumentando a vida útil (LIMA; SILVA; AZEVEDO, 2009).

Para a avaliação da maturação dos frutos pode-se utilizar índices físicos, como, massa, tamanho, forma, coloração da casca e da polpa, firmeza e número de dias após a floração. Motta et al. (2015), por exemplo, constataram que a leitura instrumental da cor da casca, utilizada para determinação do índice de cor, pode ser usada para determinar o estágio de maturação de frutos de manga. Parâmetros químicos, tais como teor de sólidos solúveis, acidez total, relação açúcar/ácido, pH e ácido ascórbico, também podem ser adotados nesses estudos, como evidenciado por Ahmed e Ahmed (2014).

Quanto maior o número de critérios adotados, maiores serão as chances de o produtor acertar o ponto ideal de colheita desejado (CHOUDHURY; COSTA, 2004). Neste sentido, o estudo de propriedades mecânicas também é importante para a determinação da maturação do fruto, podendo-se utilizar testes de compressão para obtenção de curvas de força-deformação e verificar a firmeza dos frutos, como nos estudos realizados com tomate (CIRO; VAHOS; MÁRQUEZ, 2005), figo (SOUZA; FERRAZ, 2009), mamão e banana (TORRES et al., 2012) e abóbora (FIGUEIREDO NETO et al., 2013).

O conhecimento dessas propriedades também pode auxiliar no desenvolvimento e seleção de equipamentos utilizados nos processos como, colheita, embalagem, armazenamento e transporte, para que possam atingir a máxima eficiência sem comprometer a qualidade final do produto (LIMA et al., 2014).

Assim, o amplo conhecimento da evolução da maturação da manga, nas condições regionais de cultivo, potencializará a vida útil, assegurando a aparência, o sabor e o valor nutricional desejado pelos consumidores (LIMA; SILVA; AZEVEDO, 2009). Diante do que foi exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar alterações de parâmetros físicos, mecânicos e físico-químicos durante a maturação de mangas cv. ‘Tommy Atkins’.

4.2 Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no período de Maio a Agosto de 2015 em pomar comercial da Fazenda Special Fruit Importação e Exportação Ltda., localizada no município de Juazeiro–Bahia, região de clima do tipo BSwH, segundo classificação de Koppen, que fica a 9°24'45.85"S e 40°30'53.51"O, com altitude de 374m. Os dados meteorológicos da área, coletados desde o início do ciclo até o final do experimento, a partir de estação meteorológica da Fazenda, encontram-se nas Figuras 1.1 (A e B).

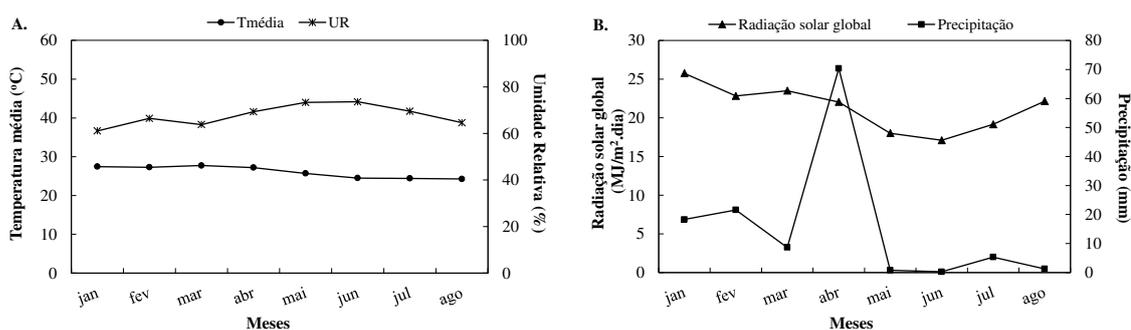


Figura 1.1 - Dados meteorológicos da área de estudo durante a condução do experimento. Temperatura média e umidade relativa (A); Radiação solar global e precipitação (B).

A Fazenda tem 320 hectares, dos quais 120 são plantados com manga cv. ‘Tommy Atkins’. Na área em estudo, de 7,1 hectares, o espaçamento da cultura é de 5 X 4 m e o sistema de irrigação utilizado é de microaspersão, com turno de rega diário, início após a fase da floração, e com lâmina bruta de 85 L/planta, ajustada ao longo do ciclo em função das características climáticas registradas. As mangueiras receberam todos os tratamentos culturais de acordo com as exigências da cultura.

Os dados das análises de fertilidade do solo em diferentes profundidades (0 – 30; 30 – 60 cm) e de tecido foliar das mangueiras cv. ‘Tommy Atkins’, no início do ciclo, para o lote onde os trabalhos foram realizados, encontram-se na Tabela 1.1.

Tabela 1.1 – Análise de fertilidade do solo em diferentes profundidades e de tecido foliar de mangueiras cv. Tommy Atkins, no início do ciclo da cultura em Janeiro de 2015.

Determinações	Solo (0-30 cm)	Solo (30-60 cm)	Folha
N	-	-	1,62%
M.O.	3,4%	2,8%	-
pH (CaCl ₂)	6,30	6,30	-
pH (H ₂ O)	7,00	7,00	-
pH (SMP)	7,05	7,05	-
CE (25°C)	378,0 mS/cm	300,0 mS/cm	-
P	94,0 mg/dm ³	92,0 mg/dm ³	0,14%
K	1,30 cmolc/dm ³	1,10 cmolc/dm ³	0,76%
Ca ²⁺	27,5 cmolc/dm ³	25,0 cmolc/dm ³	4,50%
Mg ²⁺	6,1 cmolc/dm ³	5,5 cmolc/dm ³	0,18%
H + Al	1,4 cmolc/dm ³	1,4 cmolc/dm ³	-
SB	34,90 cmolc/dm ³	31,60 cmolc/dm ³	-
CTC	36,30 cmolc/dm ³	33,00 cmolc/dm ³	-
V	96,14%	95,76%	-
S	13,8 mg/dm ³	15,7 mg/dm ³	0,18%
Na	5,5 mg/dm ³	6,5 mg/dm ³	136,0 ppm
B	0,5 mg/dm ³	0,7 mg/dm ³	98,0 ppm
Cu	1,5 mg/dm ³	1,0 mg/dm ³	60,0 ppm
Fe	12,5 mg/dm ³	12,0 mg/dm ³	310,0 ppm
Mn	10,0 mg/dm ³	11,5 mg/dm ³	200,0 ppm
Zn	140,0 mg/dm ³	180,0 mg/dm ³	70,0 ppm

N – nitrogênio; M.O. – matéria orgânica; pH – potencial hidrogeniônico; CE – condutividade elétrica; P – fósforo; K – potássio; Ca²⁺ – cálcio trocável; Mg²⁺ – magnésio trocável; H + Al – acidez potencial; SB – soma de bases; CTC – capacidade de troca de cátions; V – saturação por bases; S – enxofre; Na – sódio; B – boro; Cu – cobre disponível; Fe – ferro disponível; Mn – manganês disponível; Zn – zinco disponível.

Foram selecionadas e marcadas cinquenta plantas, distribuídas em cinco fileiras de plantio de um lote do pomar. A coleta foi realizada no período da manhã, utilizando-se uma tesoura de poda para o corte do pedúnculo. Ao todo foram coletados 800 frutos, cem para cada fase: 35, 50, 65, 80, 95, 110, 125 e 135 dias após a floração – DAF (momento da colheita

comercial). O acompanhamento do desenvolvimento dos frutos pode ser verificado na Figura 1.2 abaixo:

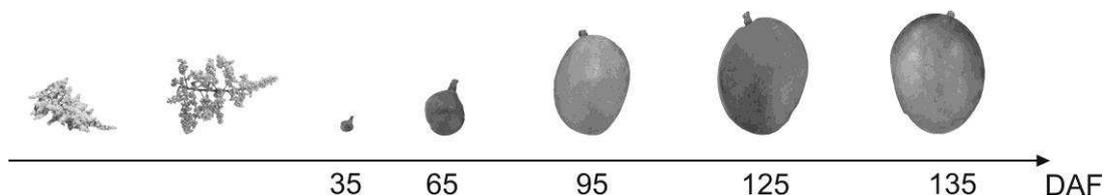


Figura 1.2 – Acompanhamento do desenvolvimento morfológico de frutos de manga cv. ‘Tommy Atkins’ ao longo da maturação (Maio à Agosto de 2015).

Após a coleta, os frutos foram transportados cuidadosamente até o Laboratório de Armazenamento de Produtos Agrícolas (LAPA) da Universidade Federal do Vale do São Francisco, campus Juazeiro-BA, onde foram submetidos a uma nova seleção, ficando oitenta frutos para cada tratamento (fase), lavados e sanitizados através de imersão em solução contendo água clorada (150 ppm/L de cloro) por 15 minutos e deixadas para secagem natural a temperatura ambiente (SOUSA, 2014).

Os frutos foram avaliados por meio das seguintes determinações:

Massa dos frutos - determinada com auxílio de balança semi-analítica com precisão de 0,01g.

Diâmetros longitudinal (DL) e transversal (DT) - determinados com uso de um paquímetro digital, e expressos em centímetros (cm).

Firmeza do fruto - determinada com o auxílio de um penetrômetro digital modelo PTR 300, com ponteira de 5mm de diâmetro. Foi realizada uma leitura por fruto, na porção equatorial. O resultado foi expresso em Newtons (N).

Ensaio de compressão – realizados em parceria com o Laboratório de Ensaio de Materiais (LEM) da UNIVASF, utilizando-se uma máquina universal de ensaios de acionamento eletromecânico, modelo EMIC DL 10.000, controlada por um microcomputador através do software TESC versão 3.04, adaptada para experimentos com produtos agrícolas. Nestes ensaios os frutos foram colocados em posição de repouso entre placas paralelas (diâmetro de 30 cm), submetendo-os a uma compressão de 5mm/min até atingir a força limite da variedade no estágio analisado, ou seja, até se verificar o rompimento do epicarpo. Deste modo, foi obtida a relação entre a força (N) e a deformação (mm).

Tensão (σ_H) e deformação (ε_H) de Hencky - determinadas de acordo com as Equações 1 a 3, conforme sugerido por Ferrari et al. (2011). Sendo a tensão de ruptura calculada pelo valor de pico da curva tensão-deformação.

$$\sigma_H = \frac{F(t)}{A(t)} \quad (1)$$

$$\varepsilon_H = -\ln\left(\frac{H(t)}{H_0}\right) \quad (2)$$

$$A(t) = \frac{A_0 H_0}{H(t)} \quad (3)$$

Onde: σ_H - tensão de Hencky (Pa); ε_H - deformação (%); $F(t)$ - força (N) em função do tempo t (s); $A(t)$ - área (m^2) em função do tempo (s); A_0 - área inicial da amostra (m^2); H_0 - altura inicial da amostra (m); $H(t)$ - altura da amostra (m) em função do tempo (s).

Cor da casca e da polpa - a cor da casca foi avaliada através da média de duas leituras em pontos equidistantes de cada fruto (BATISTA, 2010) e a da polpa após remoção da epiderme, com auxílio de faca inoxidável. Utilizou-se um colorímetro digital portátil da marca Konica Minolta DP-400. Os resultados foram expressos em três parâmetros: L , que corresponde a luminosidade (brilho, claridade ou reflectância, onde 0 representa escuro/opaco e 100 o branco); a (valores negativos correspondem à intensidade da cor verde e valores positivos a intensidade da cor vermelha) e b (valores negativos correspondem a intensidade da cor azul e valores positivos a intensidade da cor amarela).

Teor de sólidos solúveis (SS) – determinado, em filtrado da polpa centrifugada, utilizando um refratômetro digital (Invert Sugar Refractometer HI 96804), sendo os resultados expressos em percentual (%).

Acidez titulável (AT) - determinada por diluição de 5 g de polpa em 50mL de água deionizada, titulando-se com solução de hidróxido de sódio (NaOH 0,1M), utilizando-se como indicador fenolftaleína a 1% (IAL, 2008). Os resultados foram expressos em percentagem de ácido cítrico.

Relação SS/AT - obtido por meio da razão entre os valores das análises de sólidos solúveis e acidez titulável, sendo os resultados expressos em valor absoluto.

Potencial hidrogeniônico (pH) - determinado utilizando-se um pHmetro de bancada (PHS-3E), conforme técnicas recomendadas pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008).

Vitamina C - determinada por titulometria, usando a solução de DFI (2,6 dicloro-fenol-indofenol a 0,02 %) até coloração róseo claro permanente, utilizando 1 g de polpa diluída em 50 mL de ácido oxálico 0,5 %, de acordo com Strohecker e Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico.100 g⁻¹ de polpa.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com oito tratamentos (idades dos frutos) e quatro repetições, constituídas por dez frutos cada. As variáveis foram submetidas à análise de regressão, adotando-se $R^2 > 0,75$, e estimados os coeficientes de correlação simples entre os parâmetros físicos e mecânicos, utilizando-se o *software Assistat*, Versão 7.7 beta (SILVA, 2014). Os dados também foram submetidos à análise de componentes principais (ACP) a partir da matriz de correlação, utilizando-se o programa Statistica 7.0 (STATSOFT, 2008). Os valores de tensão e deformação de Hencky foram submetidos à análise do erro padrão da média.

4.3 Resultados e Discussão

Mediante os resultados da maturação (Figura 1.3) pode-se observar que a massa fresca dos frutos de manga ‘Tommy Atkins’ aumentou durante todo o período avaliado, com uma variação menor entre 125 e 135 DAF, o que pode estar relacionado com a aproximação da maturidade fisiológica, onde os frutos apresentam crescimento máximo (SANTOS et al., 2008). Resultados semelhantes foram encontrados por Lima, Silva e Azevedo (2009) em estudos com a mesma cultivar, onde registraram uma tendência a variações menores a partir de 120 dias após a frutificação.

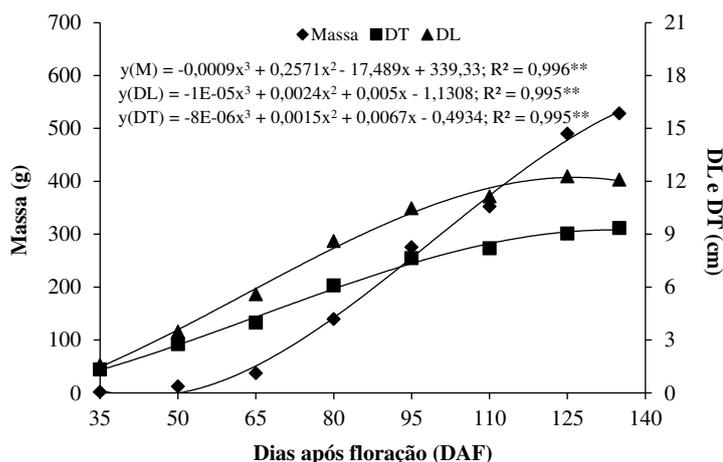


Figura 1.3 - Evolução da massa fresca, diâmetros longitudinal (DL) e transversal (DT) de mangas ‘Tommy Atkins’ nas diferentes fases de maturação.

Semelhante ao que se observou para a massa, as mangas aumentaram em tamanho até 125 DAF, apresentando comportamento cúbico em resposta à variação do tempo (Figura 1.3). Este aumento gradual ao longo do período de maturação pode ser atribuído ao processo de desenvolvimento fisiológico, relacionado entre outras coisas, com o possível incremento de sólidos solúveis (JHA; KINGSLY; CHOPRA, 2006), devido a alterações na relação entre fonte e dreno de assimilados, induzindo a planta a produzir frutos com maior tamanho e massa (RAMOS et al., 2011).

Os valores dos diâmetros longitudinal (11,14 cm) e transversal (8,20 cm) encontrados neste trabalho para 110 DAF foram superiores aos verificados por Lucena et al. (2007), estudando as características físicas da manga 'Tommy Atkins', também na região do Vale do São Francisco, que foram de 10,79 cm e 8,05 cm, respectivamente, ao 112 dias após a atese. Modesto (2013) em estudos sobre cultivares de mangueira verificou que pode haver diferenças entre os diâmetros dos frutos de uma mesma cultivar em diferentes ciclos agrícolas, a exemplo da manga cv. ‘Tommy Atkins’, onde se observou valores para diâmetro longitudinal de 12,97 cm, no ciclo 2011/2012, e de 10,56 cm em 2012/2013.

Estas diferenças podem estar associadas à sazonalidade da cultivar, disponibilidade de água e temperatura, época da poda, fatores intrínsecos à planta, como o número de frutos por planta e a competição entre órgão em desenvolvimento, além de metodologias de análises utilizadas nos estudos (RAMOS et al., 2011; RUFINI et al., 2011; SILVA et al., 2012). Rufini et al. (2011) realizando a caracterização biométrica de acessos de manga ‘Ubá’ encontraram uma variação de 5,93 a 8,17 cm para diâmetro longitudinal e de 5,09 a 6,50 cm para diâmetro

transversal, o que representa uma grande variabilidade destas características para uma mesma cultivar.

As alterações na firmeza dos frutos ao longo da maturação podem ser verificadas na Figura 1.4. Na colheita (135 DAF), os frutos apresentaram firmeza semelhante às colheitas em 95, 110 e 125 DAF anteriores, assim como verificado por Morais et al. (2002), que em estudos com a mesma cultivar, observaram que os frutos colhidos em 89 DAF, 96 DAF e no estágio comercial (EC) não apresentaram diferenças significativas para a firmeza média da polpa. Conforme observado por Jha, Kingsly e Chopra (2006) a firmeza permanece praticamente constante durante os estádios de desenvolvimento da manga, decrescendo somente a partir da maturidade fisiológica.

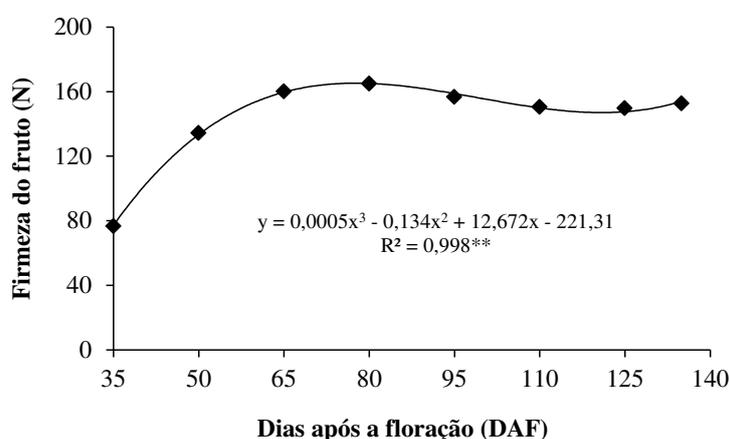


Figura 1.4 – Firmeza de frutos de manga ‘Tommy Atkins’ nas diferentes fases de maturação.

A firmeza máxima da manga ‘Tommy Atkins’ foi registrada aos 80 DAF, para em seguida entrar em decréscimo, passando de 164,95 N para 149,76 N aos 125 DAF. No entanto aos 80 dias a manga não pode ser colhida por não ter alcançado a maturidade fisiológica que somente ocorreu aos 125 DAF. Comportamento semelhante foi observado por Lima, Silva e Azevedo (2009) que registrou entre o tempo de 113 a 139 DAF (dias após a frutificação, decréscimo na firmeza de 107 N para 54 N da manga ‘Tommy Atkins’ no vale do São Francisco. Rocha et al. (2001) também observaram diminuição na firmeza da polpa desta manga durante o amadurecimento pós-colheita, registrando variações de 96,1 N a 9,4 N, desde os estádios iniciais de maturação até o completo amadurecimento do fruto, respectivamente.

Os resultados encontrados no presente trabalho estão de acordo com a recomendação para o mínimo de firmeza na colheita das mangas da variedade ‘Tommy Atkins’, que é de 129, 45N (FILGUEIRAS et al., 2000).

Na Figura 1.5 observa-se o comparativo das curvas forças com deformações obtidas nos ensaios de compressão dos frutos para cada período de maturação. Verificou-se um aumento tanto da força máxima suportada quanto da deformação até 125 DAF, que em média foram de 4.782,34 N e 25,71 mm, respectivamente. Notou-se ainda que no ponto de colheita (135 DAF) a resistência dos frutos teve uma pequena redução em comparação ao estágio anterior, ou seja, atingiram o seu limite de elasticidade com uma menor força aplicada. Essa redução pode ser atribuída à ocorrência, em menor intensidade, de eventos associados ao amaciamento dos frutos mesmo ligados à planta, decorrentes da degradação de hemicelulose, substâncias pécnicas e da hidrólise do amido (WILLS et al., 2007).

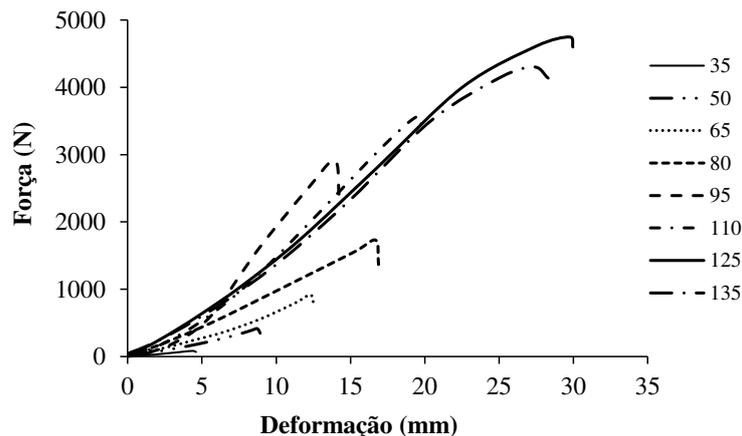


Figura 1.5 – Curvas dos ensaios de compressão (Força x Deformação) em mangas ‘Tommy Atkins’ durante a maturação (35, 50, 65, 80, 95, 110, 125 e 135 DAF).

Nas Figuras 1.6A e 1.6B pode-se observar que, assim como a deformação, a tensão axial aplicada aos frutos foi crescente para promover a ruptura das estruturas celulares ao longo da maturação. Antes de atingir este ponto de ruptura, como os frutos de manga são viscoelásticos, poderiam, teoricamente, retornar a sua conformação inicial desde que sofressem pequenas deformações (IKEGWU; EKWU, 2009; DINIZ, 2013).

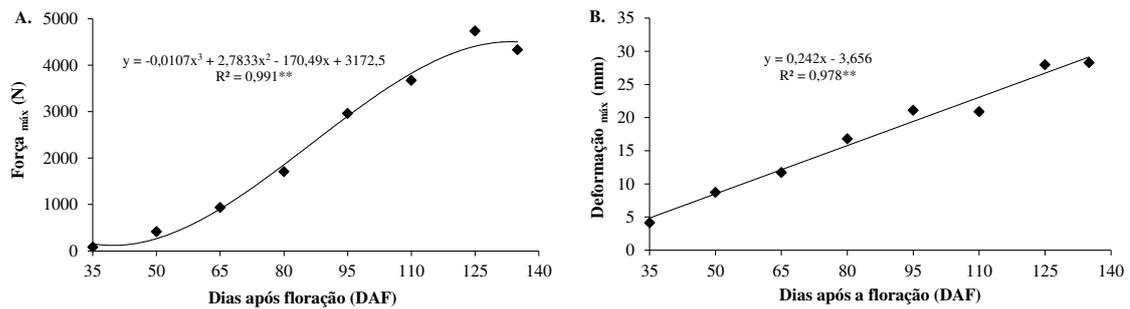


Figura 1.6 – Força (A) e deformação (B) máximas ao longo da maturação de mangas ‘Tommy Atkins’.

Caso os frutos fossem colhidos a 110 DAF, por exemplo, os potenciais de armazenamento e de processamento provavelmente seriam menores, tendo em vista que resistiriam menos aos esforços (TORRES et al., 2012) e atingiriam seus limites antes do que se fossem colhidos a 125 ou 135 DAF.

A evolução do processo de maturação promoveu um aumento da tensão de ruptura dos frutos (Figura 1.7), porém ao final do processo não se verificou diferença significativa para os frutos de 125 e 135 DAF, que alcançaram uma tensão de $1,2 \pm 0,05$ e $1,1 \pm 0,09$ MPa, respectivamente. Esta variação ao longo da maturação pode ser atribuída ao acréscimo de massa, que juntamente com a estrutura e constituintes da parede celular, afetados por pequenas variações da maturação, auxiliam na determinação das propriedades reológicas do material biológico (ITO et al., 2007).

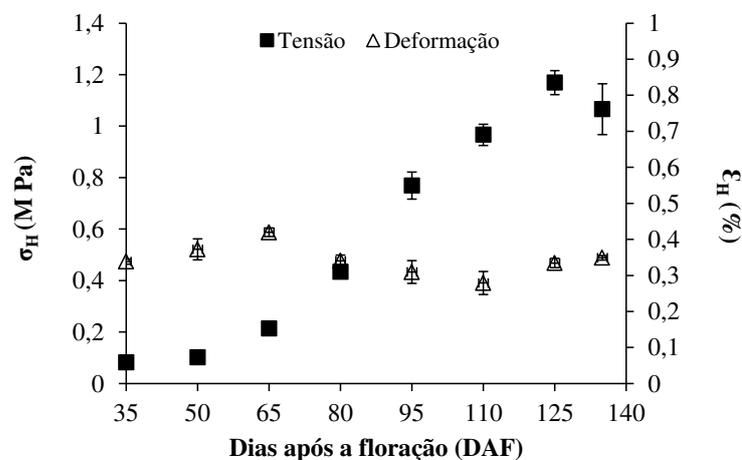


Figura 1.7 – Tensão (σ_H) e deformação (ϵ_H) de Hencky na ruptura das amostras de manga ‘Tommy Atkins’ nas diferentes fases de maturação.

A deformação na ruptura (Figura 1.7) também sofreu influência no decorrer da maturação, sendo os maiores valores obtidos para os frutos aos 65 DAF. Menores deformações ao longo da maturação podem estar relacionadas ao ganho de sólidos, que podem levar a redução da elasticidade (FERRARI et al., 2011).

Quando se realizou a análise de correlação entre massa, diâmetros longitudinal e transversal, força e deformação máximas de compressão, nas diferentes fases de maturação, verificaram-se elevados coeficientes de correlação positiva atingindo valores superiores a 0,92 (Tabela 1.2).

Tabela 1.2 – Coeficientes de correlação simples estimados entre as variáveis massa (M), diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), firmeza do fruto (F), força máxima de compressão ($F_{máx}$) e deformação máxima ($D_{máx}$) durante a maturação de mangas 'Tommy Atkins'.

Variáveis	M	DL	DT	F	$F_{máx}$	$D_{máx}$
M	1	0,92**	0,95**	0,41*	0,98**	0,95**
DL		1	0,99**	0,68**	0,96**	0,97**
DT			1	0,65**	0,97**	0,97**
F				1	0,50**	0,61**
$F_{máx}$					1	0,97**
$D_{máx}$						1

** , * significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

Os elevados coeficientes de correlação simples (Tabela 1.2) entre os parâmetros físicos e mecânicos durante o período de maturação representando bons indicativos de desenvolvimento dos frutos de mangas 'Tommy Atkins' abrem a possibilidade de se recorrer não só a métodos físicos como também a avaliações mecânicas para a determinação da maturação dos frutos, com base na força e deformação máximas de compressão.

Na Figura 1.8, pode-se observar as relações entre as coordenadas de cor, L, *a* e *b*, da casca e polpa dos frutos de manga 'Tommy Atkins' durante a maturação. A luminosidade da casca variou entre 31,34 e 39,47 (Figura 1.8A), não sendo tão influenciada pela maturação da manga, como verificado por Lima, Silva e Azevedo (2009) cujos valores para a mesma cultivar variaram de 35 a 43, e não apresentaram tendência característica ao longo do período analisado (52 a 139 dias após a frutificação).

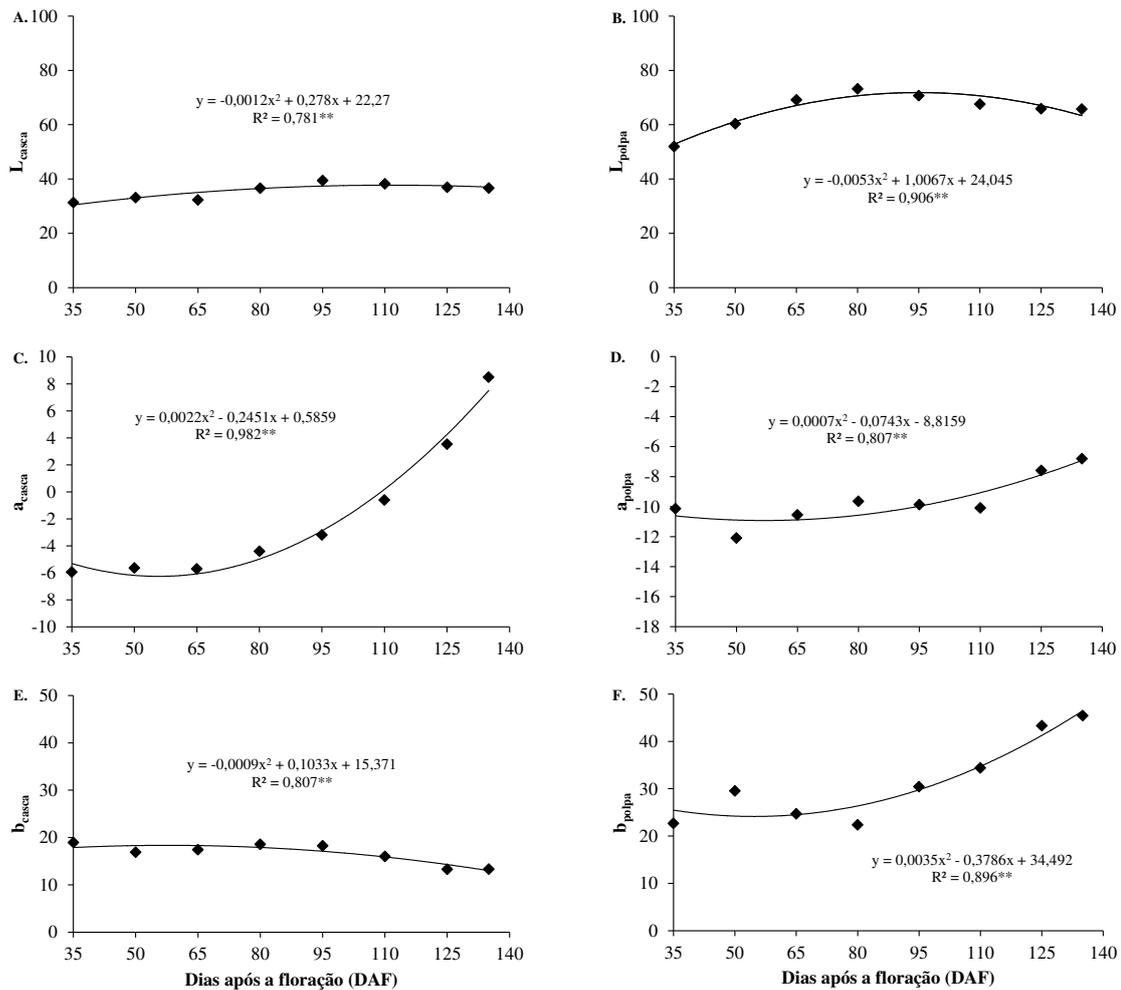


Figura 1.8 – Componentes de cor (L - Luminosidade, a - intensidade da cor verde/vermelha e b - intensidade de amarelo) da casca e da polpa de frutos de manga ‘Tommy Atkins’ nas diferentes fases de maturação.

Os valores de a da casca (Figura 1.8C) indicaram a tendência deste componente da cor de variar de verde para vermelho, saindo de valor negativo (-5,94 aos 35 DAF) para positivo (8,49 aos 135 DAF), o que evidencia a degradação da clorofila durante o processo na mudança de cor dos frutos (HOJO, 2005). Estes resultados asseguram diferenças entre os frutos imaturos e maduros (LUCENA et al., 2011b), amparados por elevado coeficiente de determinação ($R^2 = 0,982$). Além disso, as variações nos estádios iniciais foram menores, fazendo com que o valor a da casca seja um melhor indicador nas fases posteriores de maturação, como constatado também por Basulto et al. (2009), em estudos sobre a maturidade de mamão ‘Maradol’.

Observou-se ainda pequenas variações nos tons amarelados da casca (Figura 1.8E), cujo aparecimento é mais evidente durante o amadurecimento, como verificado por Morais et

al. (2002) durante o armazenamento de mangas ‘Tommy Atkins’ colhidas aos 103 dias após a floração plena.

Para a polpa dos frutos, a luminosidade mostrou uma tendência de aumento até 95 DAF (Figura 1.8B), com média geral durante a maturação de 65,49, próximo ao valor encontrado por Lucena et al. (2011b) que foi de 67,26.

Tanto o valor *a* (Figura 1.8D), quanto o *b* (Figura 1.8F) da polpa aumentaram gradualmente até 125 DAF, no entanto a cor amarela tendeu a predominar sobre a verde, à medida que avançava a maturação. Este fato indica a síntese e posterior prevalência de carotenóides sobre outros pigmentos (BENEVIDES et al., 2008), como comprovado por Lucena et al (2011b) através do conteúdo de carotenóides da polpa de manga ‘Tommy Atkins’, que avançou quadraticamente durante o desenvolvimento, passando de 0,26 para 1,14 mg.100g⁻¹ da massa fresca, dos 63 aos 112 dias após a antese.

Os resultados para sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e potencial hidrogeniônico (pH) dos frutos durante a maturação encontram-se na Figura 1.9. O teor de sólidos solúveis (Figura 1.9A) teve um aumento gradual ao longo da maturação dos frutos, passando de 3,5 %Brix aos 35 DAF para 7,2 %Brix aos 135 DAF. O aumento dos SS durante a maturação pode ser atribuído à transformação de sólidos, como carboidratos de reserva, em açúcares simples, como glicose, frutose e sacarose, resultando numa maior concentração de açúcares solúveis totais (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Esse incremento pode ser ainda maior após os frutos atingirem a maturidade (JHA; KINGSLY; CHOPRA, 2006).

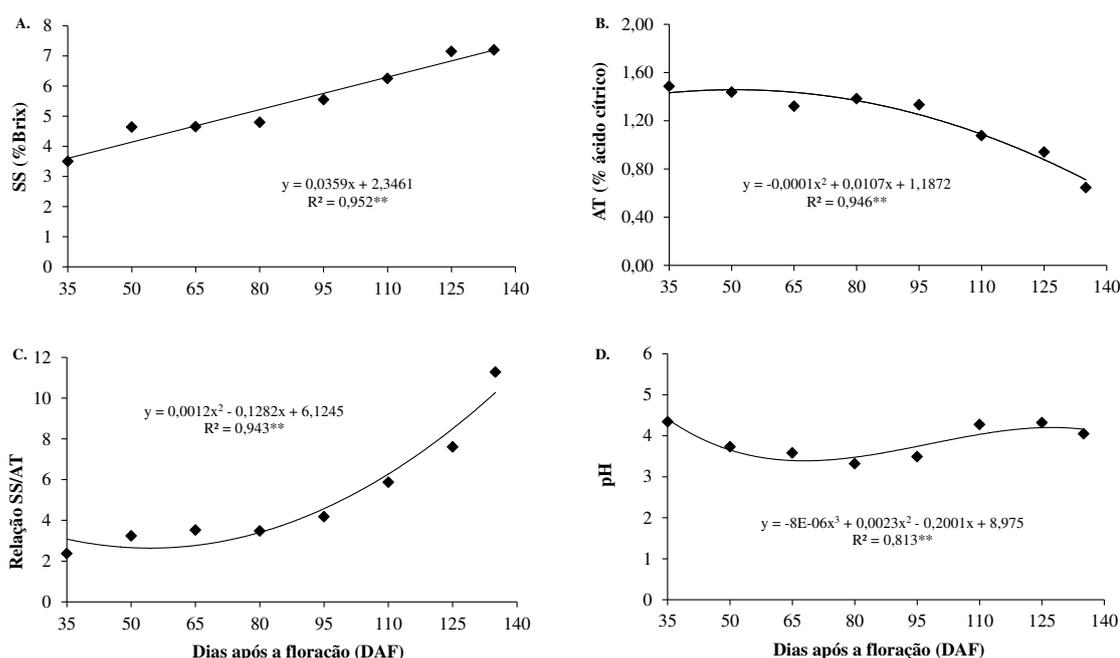


Figura 1.9 – Sólidos solúveis (A), acidez titulável (B), relação SS/AT (C) e pH (D) de frutos de manga ‘Tommy Atkins’ nas diferentes fases de maturação.

Semelhante ao que foi observado por Dick et al. (2009) estudando a maturação de mangas cv. 'Kent', os níveis de SS apresentaram um aumento mais significativo a partir de 94 DAF. Os autores verificaram ainda que após a maturação os valores de SS eram quase o dobro dos obtidos no momento da colheita; e que durante o amadurecimento quanto maior o período que antecede a colheita, mais elevado foi o teor de SS, passando de, aproximadamente, 8,3 e 10,0 °Brix (momento da colheita) para 14,2 e 20,0 °Brix, para 76 e 100 dias após a floração.

Este fato indica que a velocidade do aumento dos sólidos solúveis durante a fase pós-colheita depende do estágio de maturidade em que os frutos são colhidos, como confirmado por Morais et al. (2002), que constataram que frutos de manga cv. 'Tommy Atkins' no estágio 4 apresentaram maior conteúdo de SS que os nos estádios 1, 2 e 3.

Filgueiras et al. (2000) e Assis et al. (2002) recomendam colher a manga com teor de sólidos solúveis de 7,3 e 7,0 ° Brix, respectivamente, principalmente quando a fruta for destinada ao armazenamento ou para mercados externos. O valor encontrado para a fase de colheita (135 DAF) neste experimento está de acordo com o sugerido na literatura.

À medida que ocorreu o aumento de sólidos solúveis houve a diminuição da acidez titulável (AT), com teores de ácido cítrico de 1,49, 1,38 e 0,94 %, para 35, 80 e 125 DAF, respectivamente, (Figura 1.9B). Outros autores também verificaram comportamento semelhante, com variações de: 1,25 para 1,15 % dos 82 até 103 DAF (MORAIS et al., 2002); 1,40 para 0,70 % dos 50 até 120 DAF (DUTRA et al., 2005); 14,63 para 0,83 % dos 35 até 112 dias após a antese – DAA (LUCENA et al., 2011a).

A partir de 95 DAF observou-se maior redução da acidez, período em que se verificou uma elevação do pH (Figura 1.9D), o que segundo Chitarra e Chitarra (2005) pode estar relacionado com o consumo de ácidos orgânicos durante o processo respiratório. Estes processos combinados com o teor de açúcares solúveis é que proporcionarão o paladar característico do fruto (SERPA et al., 2014).

O valor da acidez aos 135 DAF, 0,64 %, se aproxima do recomendado por Medicott e Reynolds (1988) para colheita de manga, que é de 0,65 a 0,70 % de ácido cítrico. Ressalta-se que a acidez titulável para colheita depende da variedade e do mercado a ser alcançado (FILGUEIRAS et al., 2000).

Ao longo da maturação os valores de pH estiveram entre 3,31 e 4,34 (Figura 1.9D), próximos aos que foram encontrados por Santos et al. (2008), trabalhando com manga Tommy Atkins, que variaram de 2,84 a 4,59. Tanto o pH quanto a acidez titulável no ponto de

colheita estão dentro os padrões estabelecidos para polpa de manga que são: pH entre 3,3 e 4,5; acidez expressa em ácido cítrico de no mínimo 0,32 % (BRASIL, 2000).

O aumento dos sólidos solúveis e a redução da acidez titulável à medida que avançou o período de maturação resultaram num acréscimo na relação SS/AT, Figura 1.9C, confirmando alguns estudos sobre o desenvolvimento de manga (MORAIS et al., 2002; DUTRA et al., 2005; SILVA et al., 2009; LUCENA et al., 2011a) e outras frutas, como, goiaba (AZZOLINI; JACOMINO; SPOTO, 2004; CAVALINI et al., 2015) e pera (LOMBARDI; MORAES; CAMELATTO, 2000).

Esta relação indica o grau de equilíbrio entre os dois componentes, está relacionada com o sabor, sendo um importante parâmetro para seleção dos frutos (BENEVIDES et al., 2008). Além de ser influenciada pelos estádios de maturação, é determinante para a palatabilidade durante o período de amadurecimento, vez que menores valores da relação SS/AT sugerem sabores menos agradáveis (CAVALINI et al., 2015).

Como para a colheita da manga recomenda-se um teor de 0,65 a 0,70 % de acidez titulável e 7 a 8 °Brix (MEDLICOTT; REYNOLDS, 1988; FILGUEIRAS et al., 2000; ASSIS et al., 2002), a relação SS/AT ideal é de 10,00 a 12,30. Logo, apenas as mangas colhidas aos 135 DAF provavelmente estavam com sabor aceitável para o consumidor, tendo em vista que apresentaram relação SS/AT de 11,27.

Em relação ao teor de vitamina C (Figura 1.10), o mesmo teve seu pico aos 50 DAF (167,67 mg.100g⁻¹ da massa fresca da polpa), reduzindo até 110 DAF (17,78 mg.100g⁻¹ semelhante ao que foi verificado por Lucena et al. (2011b) estudando a maturação de manga ‘Tommy Atkins’, observaram a redução do teor de vitamina C até 98 dias após a antese e a partir de então não houve variação significativa, ficando com aproximadamente 12,92 mg.100g⁻¹ da massa fresca da polpa.

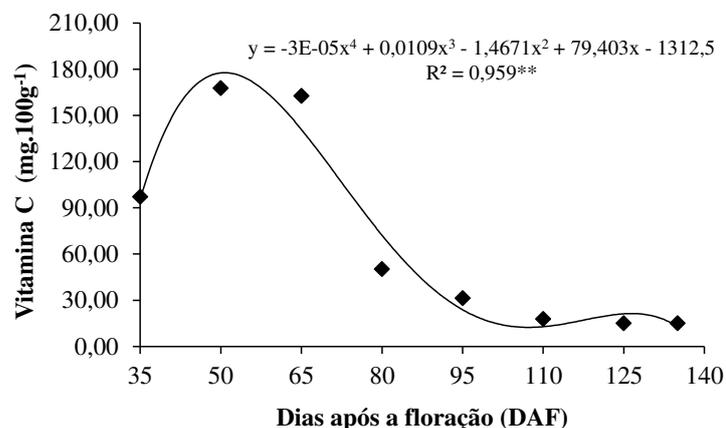


Figura 1.10 – Teor de vitamina C de frutos de manga ‘Tommy Atkins’ nas diferentes fases de maturação.

De acordo com Nogueira et al. (2002) o conteúdo de vitamina C na maioria dos frutos tende a diminuir durante o processo de maturação, assim como verificado pelos autores em estudos com acerola, onde os frutos verdes apresentaram valores superiores aos encontrados nos frutos maduros, atribuindo este fato à atuação da enzima ascorbato oxidase. Cardello e Cardello (1998) determinaram que 98% da redução do teor de ácido ascórbico durante o amadurecimento de manga Haden poderia ser explicada pelo aumento da atividade dessa enzima, e que a correlação entre os mesmos foi linear significativa negativa.

Ao final da maturação (135 DAF) as mangas apresentaram teor de vitamina C de $15,03 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Carvalho et al. (2004) e Moreira et al. (2013) trabalhando com mangas da mesma cultivar obtiveram resultados acima dos obtidos no presente trabalho, $31,7$ e $34,37 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, respectivamente. Enquanto, Silva et al. (2009) observaram teores inferiores, $12,4 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Estes resultados podem ser atribuídos às diferenças entre as regiões de cultivo, tratos culturais, diferentes matrizes, estações do ano e estágio de maturação dos frutos (NOGUEIRA et al., 2002; LUCENA, 2006).

A partir da análise de componentes principais (ACP, Figuras 1.11A e 1.11B), verificou-se que os componentes I e II explicaram 67,97% e 16,94%, respectivamente a da variabilidade das amostras, somando um valor de 84,1% de explicação das projeções de cada atributo nos eixos. Como destacado por Mamede et al. (2013) quanto mais atributos estiverem próximos de um eixo, maior será a contribuição do mesmo para explicar a variabilidade entre as amostras, o que justifica o maior percentual para o componente 1 (Fator 1).

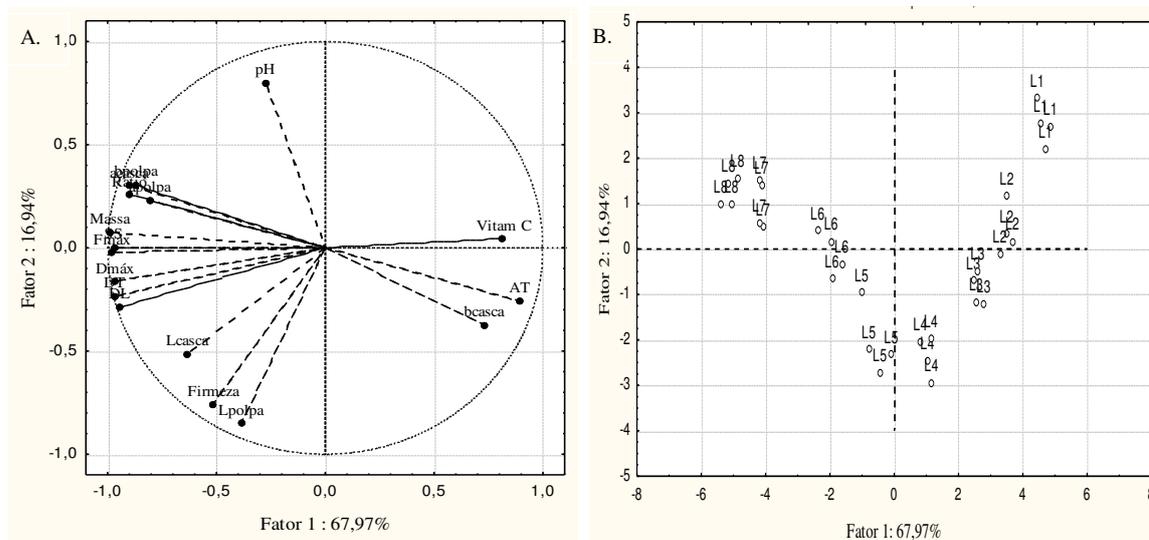


Figura 1.11 – Projeção bidimensional dos resultados obtidos da análise de componentes principais I e II para as variáveis analisadas (A) e dispersão dos estádios de maturação de mangas ‘Tommy Atkins’ em função dos componentes (B). L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7 e L8 correspondem a 35, 50, 65, 80, 95, 110, 125, 135 DAF, respectivamente.

O componente principal I separou os frutos dos estádios 35, 50, 65 e 80 DAF (L1, L2, L3 e L4) dos demais, evidenciando a similaridade entre eles, principalmente em relação aos frutos de 50 e 65 DAF (1º quadrante), caracterizados pelos maiores valores de vitamina C.

Para o segundo componente principal (Fator 2) os maiores pesos positivos foram verificados para o pH, o que mostra que os frutos aos 35 DAF (L1), posicionados na parte superior do gráfico, apresentaram os maiores valores desta variável.

Os estádios mais avançados da maturação 125 e 135 DAF (L7 e L8) foram principalmente caracterizados pela relação SS/AT, valores *a* da casca e da polpa e *b* da polpa dos frutos.

Assim como nos estudos de Maciel et al. (2010) sobre a caracterização de frutos de genótipos de aceroleira, o método de análise por componentes principais proporcionou um estudo multivariado dos dados experimentais obtidos, auxiliando na visualização da correlação entre amostras e variáveis.

4.4 Conclusões

As propriedades físicas (evolução da massa dos frutos, diâmetros longitudinal e transversal e coloração) e as mecânicas (força e deformação máximas de compressão, tensão e deformação de Hencky) estudadas se revelaram bons indicativos de desenvolvimento dos frutos de manga ‘Tommy Atkins’, com destaque para as físicas.

Os diferentes estádios de maturação, destacando os mais avançados, podem ser caracterizados pela coloração da casca, principalmente pelo valor *a*, e através do teor de sólidos solúveis, acidez titulável e relação sólidos solúveis / acidez titulável.

A colheita da manga ‘Tommy Atkins’ pode ser realizada a partir de 125 dias após a floração, quando a partir de então se inicia menores variações nos valores dos ângulos de cor e da firmeza da polpa; diminuição da acidez titulável e da resistência à compressão dos frutos.

O ponto de colheita da manga ‘Tommy Atkins’ aos 135 DAF tem apoio nas características físicas (massa dos frutos, diâmetros longitudinal e transversal) e físico-químicas (acidez titulável e relação sólidos solúveis/acidez titulável) favoráveis para o amadurecimento e apropriadas para comercialização.

Referências

- AHMED, O. K.; AHMED, S. E. T. Determination of optimum maturity index of mango fruits (*Mangifera indica*, L.) in Darfur. **Agriculture and Biology Journal of North America**, v.5, n.2, p.97-103, 2014.
- ASSIS, J. S.; FETT, M. S.; LIMA, M. A. C.; CANTILANO, R. F. F.; SELF, G. **Elaboração e difusão das normas da produção integrada da manga no Brasil: colheita e pós-colheita**. 2002. Disponível em:<<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/OPB617ID-x9WGTPL5Fm.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2015.
- AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; SPOTO, M. H. F. Estádios de maturação e qualidade pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.1, p. 29-31, 2004.
- BASULTO, F. S.; DUCH, E. S.; GIL, F. E.; PLAZA, R. D.; SAAVEDRA, A. L.; SANTAMARIA, J. M. Postharvest ripening and maturity indices for Maradol papaya. **Interciencia**, v.34, n.8, p. 583-588, 2009.
- BATISTA, P. F. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante em frutas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco**. 2010. 162 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia. Área de Concentração: Agricultura Tropical) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 01, de 7 de Janeiro de 2000**. Brasília, 2000. Disponível em: <http://www2.agricultura.rs.gov.br/uploads/126989581629.03_enol_in_1_00_mapa.doc>. Acesso em: 21 nov. 2015.
- BENEVIDES, S. D.; RAMOS, A. M.; STRINGHETA, P. C.; CASTROS, V. C. Qualidade da manga e polpa da manga Ubá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.3, p. 571-578, 2008.
- CARDELLO, H. M. A. B.; CARDELLO, L. Teor de vitamina C, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangifera indica* L.) var. Haden, durante o amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 2, 1998.
- CARVALHO, C. R. L.; ROSSETTE, C. J.; MANTOVANI, D. M. B.; MORGADO, M. A.; CASTRO, J. V.; BORTOLETTO, N. Avaliação de cultivares de mangueira selecionadas pelo instituto Agrônomo de campinas comparadas a outras de importância comercial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.2, p. 264-271, 2004.
- CAVALINI, F. C.; JACOMINO, A. P.; TREVISAN, M. J.; MIGUEL, A. C. A. Ponto de colheita e qualidade de goiabas 'Kumagai' e 'Paluma'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.37, n.1, p. 064-072, 2015.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL-FAEPE, 2005. 785 p.

CHOUHDURY, M. M.; COSTA, T. S. **Perdas na cadeia de comercialização da manga**. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 2004. 44p.

CIRO, H. J.; VAHOS, D. L.; MÁRQUEZ, C. J. Estudio experimental de la fuerza de fractura en frutas tropicales: el tomate de Árbol (*Cyphomandra betacea* Sendt). **Revista Dyna**, v.72, n.146, p. 55-64, 2005.

DICK, E.; ADOPO, A. N.; CAMARA, B.; MOUDIOH, E. Influence of maturity stage of mango at harvest on its ripening quality. **Fruits**, v.67, n.1, p. 13-18, 2009.

DINIZ, M. D. M. S. **Propriedades texturais, físico-químicas, reológicas e enzimáticas da manga "Tommy Atkins" durante o armazenamento em atmosfera modificada sob refrigeração**. 2013. 159 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2013.

DUTRA, P. R. S.; CAVALCANTI, L. A.; ASSIS, J. S.; GUERRA, N. B. Indicadores bioquímicos do desenvolvimento de manga Tommy Atkins produzidas no vale do São Francisco. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS TROPICAIS, 1., 2005, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Embrapa/UFPB/UFS/SBF, 2005.

FERRARI, C. C.; YASSUI, P. Y.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M.; HUBINGER, M. D. Propriedades mecânicas e estrutura celular de melão desidratado osmoticamente em soluções de sacarose ou maltose, com adição de lactato de cálcio. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.4, p.765-773, 2011.

FIGUEIREDO NETO, A.; ALMEIDA, F. A. C.; OLIVIER, N. C.; DANTAS, A. C. S.; SILVA IRMÃO, M. A. Mechanical behavior of pumpkin fruits subjected to compression during maturation. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.43, n.3, p.223-23, 2013.

FILGUEIRAS, H. A. C.; PIMENTEL, C. R. M.; CASTRO, E. B.; MENEZES, J. B.; ALVES, R. E.; AMORIM, T. B. F. Colheita e manuseio pós-colheita. In: FILGUEIRAS, H. A. C. et al. **Frutas do Brasil: manga. pós-colheita**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2000. p.25.

HOJO, E. T. D. **Qualidade de mangas 'Palmer' tratadas com 1-metilciclopropeno e armazenadas sob refrigeração**. 2005. 127 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, 2005.

IKEGWU, O. J.; EKWU, F. C. Thermal and physical properties of some tropical fruits and their juices in Nigeria. **Journal of Food Technology**, v.7, n.2, p.38-42, 2009.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos / coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea** - São Paulo, 1020p, 2008.

ITO, A. P.; CAVENAGHI, M.; BERTOLDO, C.; PARK, K. J.; HUBINGER, M. D. Efeito do processo de desidratação osmótica a pulso de vácuo na transferência de massa e nas propriedades reológicas e de cor de fatias de manga. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, p.54-63, 2007.

JHA, S. N.; KINGSLEY, A. R. P.; CHOPRA, S. Physical and mechanical properties of mango during growth and storage for determination of maturity. **Journal of Food Engineering**, v.72, p.73-76, 2006.

LIMA, B. P.; ALMEIDA, A. P.; OLIVIER, N. C.; FIGUEIREDO NETO, A. Determinação das propriedades mecânicas do fruto do coqueiro anão utilizando ensaios de compressão. **Evolvere Scientia**, v.3, n.1, p.219-228, 2014.

LIMA, M. A. C.; SILVA, A. L.; AZEVEDO, S. S. N. Evolução de indicadores do ponto de colheita em manga 'Tommy Atkins' durante o crescimento e a maturação, nas condições do Vale do São Francisco, Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.2, p.432-439, 2009.

LOMBARDI, S. R. B.; MORAES, D. M.; CAMELATTO, D. Avaliação do crescimento e da maturação pós-colheita de pêras da cultivar Shinsseiki. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.12, p. 2399-2405, 2000.

LUCENA, E. M. P.; ASSIS, J. S.; ALVES, R. E.; ENÉAS FILHO, J. Alterações físicas e químicas durante o crescimento e desenvolvimento de mangas 'Tommy Atkins' produzidas no Vale do São Francisco, Brasil. **Journal Interamerican Society for Tropical Horticulture**, v.55, p. 48-51, 2011a.

LUCENA, E. M. P.; ASSIS, J. S.; ALVES, R. E.; ENÉAS FILHO, J. Alterações na cor, vitamina C, fenólicos e atividade de enzimas oxidativas durante o desenvolvimento de manga 'Tommy Atkins'. **Journal Interamerican Society for Tropical Horticulture**, v.54, p. 113-117, 2011b.

LUCENA, E. M. P.; ASSIS, J. S.; ALVES, R. E.; SILVA, V. C. M.; ENÉAS FILHO, J. Alterações físicas e químicas durante o desenvolvimento de mangas 'Tommy Atkins' no Vale do São Francisco, Petrolina-PE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.1, p.96-101, 2007.

LUCENA, E. M. P. **Desenvolvimento e maturidade fisiológica de manga 'Tommy Atkins' no Vale do São Francisco**. 2006. 152 f. Tese (Doutorado em Agronomia. Área de Concentração em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2006.

MACIEL, M. I. S.; MÉLO, E.; LIMA, V.; SOUZA, K. A.; SILVA, W. Caracterização físico-química de frutos de genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.4, p. 865-869, 2010.

MAMEDE, M. E. O.; SUZARTH, M.; JESUS, M. A. C. L.; CRUZ, J. F. M.; OLIVEIRA, L. C. Avaliação sensorial e colorimétrica de néctar de uva. **Brazilian Journal of Food and Nutrition**, v.24, n.1, p. 65-72, 2013.

MEDLICOTT, A. P.; REYNOLDS, S. B. Harvest maturity effects on mango fruit ripening. **Tropical Agriculture**, v.65, n.2, p. 153-157, 1988.

MODESTO, J. H. **Produtividade, sazonalidade e análises tecnológicas de frutos de cultivares de mangueira em condições subtropicais**. 2013. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP, 2013.

MORAIS, P. L. D.; FILGUEIRAS, H. A. C.; PINHO, J. L. N.; ALVES, R. E. Ponto de colheita ideal de mangas ‘Tommy Atkins’ destinadas ao mercado europeu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.3, p.671-675, 2002.

MOREIRA, T. B.; ROCHA, E. M. F. F.; AFONSO, M. R. A.; COSTA, J. M. C. Comportamento das isotermas de adsorção do pó da polpa de manga liofilizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.10, p.1093-1098, 2013.

MOTTA, J. D.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; SOUSA, K. S. M. Índice de cor e sua correlação com parâmetros físicos e físico-químicos de goiaba, manga e mamão. **Comunicata Scientiae**, v.6, n.1, p. 74-82, 2015.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. V.; BURITY, H. A.; SILVA JÚNIOR, J. F. Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.4, p. 463-470, 2002.

RAMOS, D. P.; LEONEL, S.; SILVA, A. C.; SOUZA, M. E.; SOUZA, A. P.; FRAGOSO, A. M. Épocas de poda na sazonalidade, produção e qualidade dos frutos da goiabeira ‘Paluma’. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.3, p.909-918, 2011.

REETZ, E. R.; KIST, B. B.; SANTOS, C. E.; CARVALHO, C.; DRUM, M. **Anuário Brasileiro da Fruticultura 2014**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2015, 104p. Disponível em: <http://www.grupogaz.com.br/tratadas/eo_edicao/4/2015/03/20150301_106c8c2f1/flip/#4/z>. Acesso em: 19 ago. 2015.

ROCHA, R. H. C.; MENEZES, J. B.; SILVA, E. A. G. G.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; ALVEZ, M. Z. Uso do índice de degradação de amido na determinação da maturidade da manga ‘Tommy Atkins’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 302-305, 2001.

RUFINI, J. C. M.; GALVÃO, E. R.; PREZOTTI, L.; SILVA, M. B.; PARRELLA, R. A. C. Caracterização biométrica e físico-química dos frutos de acessos de manga ‘Ubá’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.2, p.456-464, 2011.

SANTOS, D. B.; PEREIRA, M. E. C.; VIEIRA, E. L.; LIMA, M. A. C. Caracterização físico-química dos estádios de maturação da manga ‘Tommy Atkins’ produzida no município de Iaçu - BA. **Magistra**, v. 20, n. 4, p. 342-348, 2008.

SERPA, M. F. P.; CASTRICINI, A.; MITSUBUZI, G. P.; MARTINS, R. N.; BATISTA, M. F.; ALMEIDA, T. H. Conservação de manga com uso de fécula de mandioca preparada com extrato de cravo e canela. **Revista Ceres**, v.61, n.6, p. 975-982, 2014.

SILVA, A. C.; SOUZA, A. P.; LEONEL, S.; SOUZA, M. E.; TANAKA, A. A. Caracterização e correlação física e química dos frutos de cultivares de mangueira em São Manuel, São Paulo. **Magistra**, v.24, n.1, p.15-26, 2012.

SILVA, D. F. P.; SIQUEIRA, D. L.; PEREIRA, C. S.; SALOMÃO, L. C. C. S.; STRUIVING, T. B. Caracterização de frutos de 15 cultivares de mangueira na Zona da Mata mineira. **Revista Ceres**, v.56, n.6, p. 783-789, 2009.

SILVA, F. A. S. **ASSISTAT Software**: Assistência Estatística. Versão 7.7 beta. 2014.

SOUSA, F. A. **Uso do índice de degradação de amido na indicação da qualidade de manga ‘Tommy Atkins’ injuriada por impacto**. 2014. 36 f. TCC (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências e Tecnologia Alimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal - PB, 2014.

SOUZA, F. C.; FERRAZ, A. C. O. Variabilidade de índices de firmeza em figo utilizando ponteira cilíndrica e pratos planos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.1, p.257-261, 2009.

STATSOFT. **Statistica**: data analysis software systems. Version 7.0. Tulsa: StatSoft, 2008.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Análisis de vitaminas**: métodos comprobados. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428p.

TORRES, R.; MONTES, E. J.; PÉREZ, O. A.; ANDRADE, R. D. Influencia del estado de madurez sobre las propiedades viscoelásticas de frutas tropicales (Mango, Papaya y Plátano). **Información Tecnológica**, v.23, n.5, p.115-124, 2012.

WILLS, R. B. H.; MCGLASSON, W. B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. C. **Postharvest**: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals. 5. ed. Wallingford: New South Wales University, 2007. 227p.

XAVIER, I. F.; LEITE, G. A.; MEDEIROS, E. V.; MORAIS, P. L. D.; LIMA, L. M. Qualidade pós-colheita da manga ‘Tommy Atkins’ comercializada em diferentes estabelecimentos comerciais no município de Mossoró-RN. **Revista Caatinga**, v.22, n.4, p.7-13, 2009.

5. CAPÍTULO 2

CONSERVAÇÃO DE MANGAS CV. 'TOMMY ATKINS' ARMAZENADAS EM ATMOSFERA MODIFICADA PASSIVA

CONSERVAÇÃO DE MANGAS CV. 'TOMMY ATKINS' ARMAZENADAS EM ATMOSFERA MODIFICADA PASSIVA

Resumo

Perdas em quantidade e qualidade ocorrem nos produtos agrícolas desde a colheita até o consumo, especialmente quando se trata de frutos climatéricos com é o caso da manga. O controle, destas perdas, tem sido feito utilizando-se tratamentos como, refrigeração e modificação da atmosfera passivamente, através do uso de revestimentos comestíveis e biodegradáveis ou acondicionamento em embalagens de filmes plásticos. A fim de estudar alternativas para a conservação de manga *in natura*, objetivou-se avaliar a influência da cera de carnaúba e embalagem de filme plástico XTend, utilizando ou não refrigeração, na conservação pós-colheita de manga 'Tommy Atkins'. Os trabalhos foram conduzidos em dois experimentos, onde no primeiro, os frutos foram revestidos com cera de carnaúba na concentração de 50% e/ou acondicionados nas embalagens XTend, e armazenados nas temperaturas de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $12\pm 1^{\circ}\text{C}$, por 21 dias e por um tempo de 28 dias a $12\pm 1^{\circ}\text{C}$; em um segundo experimento avaliou-se a conservação da associação cera com embalagem durante o armazenamento por, mais período adicional de sete dias a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$. As análises de variância e de regressão foram efetuadas utilizando-se do *software Assistat*. A cada sete dias foram realizadas avaliações: físicas (perda de massa, cor da casca, cor da polpa, firmeza da polpa e extravasamento de solutos); e físico-químicas (pH, acidez titulável, teor de sólidos solúveis, relação sólidos solúveis / acidez titulável e vitamina C). Para o primeiro experimento também foi avaliada a concentração de CO_2 nas embalagens. Verificou-se que o armazenamento refrigerado retardou a velocidade das reações de degradação, auxiliando na conservação dos frutos de manga 'Tommy Atkins'. A utilização de revestimento de cera de carnaúba com embalagem flexível Xtend, sob refrigeração, possibilitou o armazenamento de mangas 'Tommy Atkins' por 21 dias a $12 \pm 1^{\circ}\text{C}$, reduzindo a concentração de CO_2 na atmosfera de armazenamento, preservando características desejáveis como a firmeza, as dimensões, reduzindo a perda de massa e retardando a diminuição da acidez e do processo de degradação da cor da casca do fruto. Quando foi utilizado armazenamento refrigerado com período adicional sem refrigeração a firmeza limitou a conservação dos frutos, permitindo o armazenamento de mangas cv. 'Tommy Atkins' por, no máximo, 14 dias a $12 \pm 1^{\circ}\text{C}$ mais sete dias a $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Palavras-chave: Amadurecimento, revestimento comestível, embalagem.

CONSERVATION OF CV. 'TOMMY ATKINS' MANGOES STORED IN PASSIVE MODIFIED ATMOSPHERE

Abstract

In quantity and quality losses occur in agricultural products from harvest to consumption, especially when it comes to climacteric fruits is the case with the mango. The control of these losses has been done using such treatment, cooling and modification of the atmosphere passively through the use of edible coatings and biodegradable plastics in packaging or packaging films. In order to study alternatives for conservation sleeve in nature, aimed to evaluate the influence of carnauba wax and plastic packaging film Xtend, associates and not for cooling, of the post-harvest conservation of 'Tommy Atkins' mangoes. The work was conducted in two experiments where the first fruits were coated with carnauba wax at a concentration of 50% and / or packed in Xtend packaging, and stored at temperatures of 25 ± 1 °C and 12 ± 1 °C for 21 days and for a time of 28 days at 12 ± 1 °C; in a second experiment evaluated the conservation association wax packaging during storage for, further period of seven days at 25 ± 1 °C. Analyses of variance and regression were performed using the software *Assistat*. Every seven days were accomplished assessments: physical (weight loss, skin color, flesh color, flesh firmness and leakage of solutes); and physicochemical (pH, titratable acidity, soluble solids, ratio and vitamin C). For the first experiment was also carried out the concentration of CO₂ in packaging. It has been found that the cold storage slowed the rate of degradation reactions, aiding in the preservation of fruits Tommy Atkins mango. The use of flexible packaging with carnauba wax coating Xtend, refrigerated, allowed storage of mango 'Tommy Atkins' for 21 days at 12 ± 1 °C, reducing the concentration of CO₂ in the storage atmosphere, preserving desirable characteristics such as firmness, the dimensions, weight loss reducing and delaying the reduction of acidity and color degradation process of the fruit peel. When it was used cold storage with additional period without refrigeration firmness limited the conservation of fruits, allowing the storage. 'Tommy Atkins' mangoes for a maximum of 14 days at 12 ± 1 °C over seven days at 25 ± 1 °C.

Key words: Ripening, edible coating, packaging.

5.1 Introdução

Um desafio da fruticultura brasileira é a redução das perdas pós-colheita, da manga em sua cadeia produtiva, por ser uma cultura com grande expressão econômica, que vem ampliando a participação no mercado internacional, principalmente com a comercialização *in natura*. Estas perdas são decorrentes, entre outros fatores, de processos bioquímicos e da deterioração fisiológica durante o amadurecimento dos frutos, o que compromete o aspecto visual e reduz o valor do produto (BRITO et al., 2013).

Dentre as alternativas para minimizar essas perdas, pode-se destacar o controle de temperatura através do armazenamento refrigerado, que é uma técnica simples e muito utilizada para prolongar a vida útil dos frutos, estendendo o período de comercialização e transporte.

O uso de técnica complementar, como a atmosfera modificada por meio de embalagens e revestimentos biodegradáveis contribuem no retardamento dos processos degradativos (AMARIZ et al., 2010), auxiliando na manutenção da qualidade dos produtos entre a colheita e o consumo.

Os revestimentos comestíveis são alternativas cada vez mais estudadas e utilizadas na conservação de frutas, que contribuem para a preservação da cor, da textura e do valor nutricional, diminuindo as trocas gasosas e a perda ou ganho excessivo de água dos frutos (ASSIS; BRITTO, 2014). A cera de carnaúba tem lugar de destaque, por ser um material natural, atóxico, facilmente removível, se necessário, por reduzir a perda de umidade, conferir brilho e não ter período de carência (MOTA et al., 2012; SERPA et al., 2014).

A conservação dos frutos por meio de um controle passivo da composição atmosférica também pode ser conseguida com o uso adequado de embalagens. Para Jeronimo et al. (2007), as concentrações dos gases nas embalagens variam com o tempo, temperatura, atividade respiratória do produto e permeabilidade do filme. A linha de filmes XTend, por exemplo, tem sido desenvolvida e utilizada em diversos frutos, atuando na eliminação do excesso de umidade, redução da respiração e controle do nível de etileno.

Neste contexto, o estudo de materiais alternativos que atuem conjuntamente com as condições de temperatura é importante para o controle do amadurecimento dos frutos e minimizar perdas de qualidade dos mesmos. Perdas estas que também podem ser evitadas através da avaliação do tempo ideal de armazenamento, que auxilia no planejamento da distribuição dos produtos nos mercados.

Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a conservação de mangas cv. ‘Tommy Atkins’ armazenadas em atmosfera modificada através de cera de carnaúba e embalagem com filme plástico Xtend, utilizando ou não refrigeração.

5.2 Material e Métodos

5.2.1 Experimento 1: Qualidade da manga ‘Tommy Atkins’ após aplicação de cera de carnaúba e acondicionamento em embalagem XTend

As mangas da cultivar ‘Tommy Atkins’ foram provenientes de pomar comercial da Fazenda Special Fruit Importação e Exportação Ltda, localizada no município de Juazeiro - Bahia que fica a 9°24'45.85"S e 40°30'53.51"O, com altitude de 374 m, temperatura média anual de 26,7°C.

Os frutos foram colhidos em maio de 2015, no estágio 2 de maturação, conforme critérios de exportação utilizados pela Empresa. Ainda na Fazenda, os frutos foram encaminhados ao *Pecking house*, onde foram lavados, pré-selecionados, quanto ao estágio de maturação, cor, tamanho, uniformidade, massa e ausência de injúrias ou doenças e acondicionados em caixas plásticas hortifruti (Figura 2.1A). Transportados até o Laboratório de Armazenamento de Produtos Agrícolas (LAPA) da Universidade Federal do Vale do São Francisco, campus Juazeiro-BA, os frutos foram submetidos a uma nova seleção, para tornar o lote ainda mais homogêneo, lavados em água corrente, um a um, e imersos em solução de 150 mg.L⁻¹ de cloro residual livre por 15 minutos, com posterior secagem à temperatura ambiente (Figuras 2.1B, C e D).

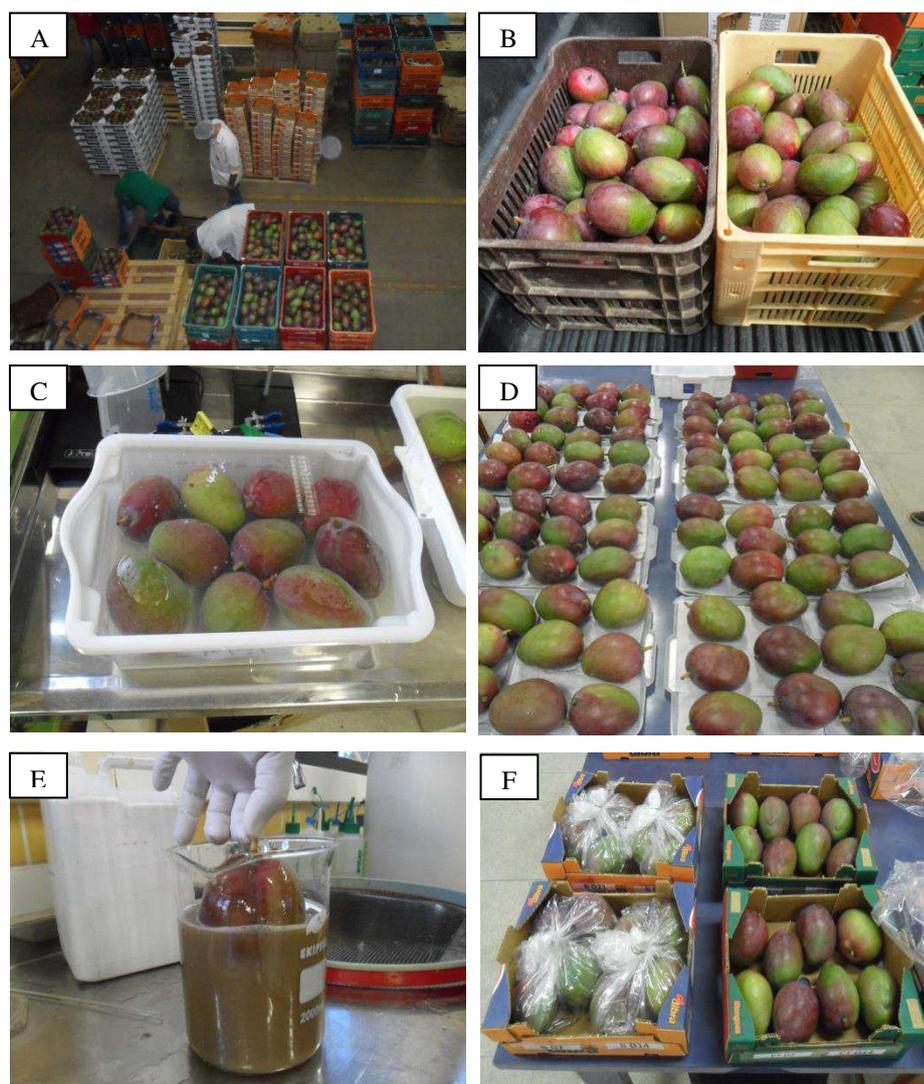


Figura 2.1 – Coleta dos frutos de manga ‘Tommy Atkins’ no *Pecking house* (A); transporte em caixas plásticas (B); sanitização dos frutos em solução de hipoclorito (C); secagem em condições ambiente (D); imersão dos frutos em cera de carnaúba (E); acondicionamento dos frutos nas caixas de papelão e nas embalagens de filme Xtend (F).

Após estes procedimentos foram separados em quatro lotes de 32 frutos, que foram submetidos às técnicas: aplicação de cera comercial de carnaúba (C – Figura 2.1E); acondicionamento em embalagem flexível Xtend[®] 885-MN1 (E - Figura 2.1F), associação entre aplicação de cera de carnaúba e embalagem Xtend (C+E) e, um controle (CT) onde os frutos foram apenas sanitizados.

A solução de cera de carnaúba foi obtida da diluição em água, de cera comercial (Tropical wax 2055), na proporção 3:1 ($V_{H_2O}:V_{cera}$), conforme técnica utilizada pela empresa. Os frutos foram imersos na suspensão por 1 minuto, drenados e dispostos em bancada para secagem artificial.

Foram colocados oito frutos por caixa de papelão tipo exportação (350 mm x 285 mm x 105mm), as quais foram dispostas em B.O.D à $12 \pm 1^\circ\text{C}$ e $58 \pm 2\%$ UR, e em bancada do Laboratório sob temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e $68 \pm 2\%$ UR, por 21 dias para a cada sete dias serem avaliados quanto:

Perda de massa (PM) - determinada com auxílio de balança semi-analítica com precisão de 0,01g e os resultados expressos em porcentagem (Equação 1).

$$\text{Perda de massa (\%)} = \frac{MI - MF}{MI} \times 100 \quad (1)$$

Em que:

MI = massa inicial da amostra, em gramas, em um determinado período;

MF = massa final da amostra, em gramas, no período seguinte a MI.

Varição dos diâmetros longitudinal (ΔDL) e transversal (ΔDT) - determinados com uso de um paquímetro digital, considerando a diferença entre as medidas iniciais e de cada período avaliado (Figura 2.2). Os resultados foram expressos em milímetros (mm).

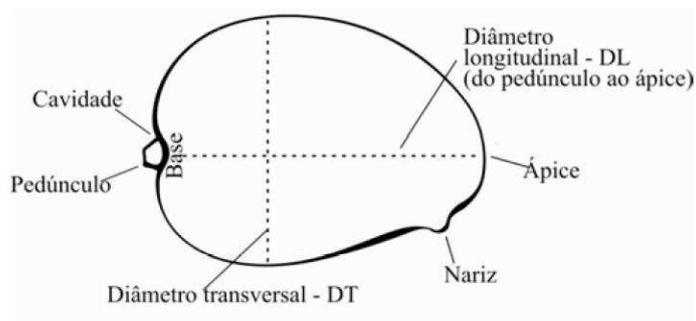


Figura 2.2 – Ilustração dos diâmetros longitudinal (DL) e transversal (DT) de mangas ‘Tommy Atkins’.
Fonte: Lucena (2006).

Firmeza do fruto - determinada com o auxílio de um penetrômetro digital modelo PTR 300, com ponteira de 5 mm de diâmetro. Foi realizada uma leitura por fruto, na porção equatorial, e os resultados foram expresso em Newtons (N).

Cor da casca e da polpa - A cor da casca foi avaliada através da média de duas leituras em pontos equidistantes de cada fruto e a da polpa uma leitura por fruto, utilizando-se um colorímetro digital portátil da marca Konica Minolta DP-400, avaliando-se os seguintes

parâmetros: L^* , que indica luminosidade ou brilho e varia do claro (branco: 100) para o escuro (0: escuro/opaco); a^* , que indica a cromaticidade no eixo da cor verde (-) para vermelha (+); e b^* , que indica a cromaticidade no eixo da cor azul (-) para amarela (+)

Após as análises físicas, a polpa foi homogeneizada em uma centrífuga doméstica para as avaliações físico-químicas:

Teor de sólidos solúveis (SS) - determinado utilizando um refratômetro digital (Invert Sugar Refractometer HI 96804), com compensação automática de temperatura. Os resultados foram expressos em percentual de sólidos solúveis (%).

Acidez titulável (AT) - determinada por diluição de 5 g de polpa em 50 mL de água deionizada, titulando-se com solução de hidróxido de sódio (NaOH 0,1M), utilizando-se como indicador fenolftaleína a 1% (IAL, 2008). Os resultados foram expressos em percentagem de ácido cítrico.

Relação SS/AT – valor absoluto, obtido por meio da razão entre os resultados de sólidos solúveis e acidez titulável.

Potencial hidrogeniônico (pH) - determinado utilizando-se um pHmetro de bancada (PHS-3E), conforme técnicas recomendadas pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008).

Vitamina C - determinada por titulometria, usando a solução de DFI (2,6 dicloro-fenol-indofenol a 0,02 %) até coloração róseo claro permanente, utilizando 1 g de polpa diluída em 50 mL de ácido oxálico 0,5 %, de acordo com Strohecker e Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico.100 g⁻¹ de polpa.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições, cada uma constituída por um fruto, em esquema fatorial 4 x 2 x 4, que representa os quatro técnicas (CT, C, E e C+E), dois acondicionamentos (25±1°C e 12±1°C) e quatro períodos de armazenamento (0, 7, 14 e 21 dias). Os resultados foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade e regressão ao nível de 1% e 5% de probabilidade, por meio da utilização do *software Assistat*, Versão 7.7 beta (SILVA, 2014).

Além disso, foi determinada a concentração de dióxido de carbono (CO₂), por cromatografia gasosa, utilizando-se cromatógrafo da marca Shimadzu, modelo GC-2014, equipado com um detector por captura de elétrons e uma coluna capilar HP-5 da Agilent Technologies. As temperaturas do injetor e detector foram 280 e 300°C, respectivamente. Para a determinação foram coletadas amostras da atmosfera gasosa da embalagem Xtend, contendo dois frutos, das técnicas pós-colheita E e C+E (à 25±1°C e 12±1°C), através de seringa hipodérmica, com 20 mL da atmosfera gasosa de cada embalagem. Os resultados

foram expressos em percentual (%), apresentando a média e o desvio padrão para cada dia de análise.

5.2.2 Experimento 2: Utilização de embalagem XTend no aumento da vida útil de mangas ‘Tommy Atkins’, sob refrigeração e condição ambiente

Após realização do Experimento 1, buscou-se avaliar o efeito da combinação de tratamentos que promoveu melhores características físicas e físico-químicas das mangas ‘Tommy Atkins’ (armazenamento com a associação cera de carnaúba + embalagem XTend), na extensão da vida útil dos frutos, incluindo variação na temperatura de armazenamento.

Para tanto, após os processos de coleta, transporte, seleção, sanitização e imersão dos frutos na solução de cera de carnaúba, semelhantes ao experimento anterior (item 5.2.1), acondicionaram-se oito frutos por bolsão, os quais foram armazenados por quatro períodos (0, 7, 14, 21 e 28 dias) sob refrigeração ($12 \pm 1^\circ\text{C}$; $58 \pm 2\%$ UR) mais período adicional de sete dias à $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e $68 \pm 2\%$ UR.

Foram realizadas análises físicas e físico-químicas ao final de cada período de armazenamento, considerando o tempo adicional sem refrigeração, conforme metodologias descritas no item 5.2.2. Foram elas: perda de massa (PM); variação dos diâmetros longitudinal (ΔDL) e transversal (ΔDT); firmeza do fruto; cor da casca e da polpa; teor de sólidos solúveis (SS); acidez titulável (AT); relação SS/AT; potencial hidrogeniônico (pH); e vitamina C.

Além das análises supracitadas avaliou-se o extravasamento de solutos dos frutos. A análise foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Serek et al. (1995) com modificações. Para tanto, foram retirados três discos de 1,0cm de diâmetro por 1,5 cm da região mediana de cada fruto, sem a remoção da casca, com auxílio de um amostrador metálico. Os discos foram lavados em água deionizada e secos superficialmente com papel absorvente, sendo imediatamente incubados durante 2 horas em frascos escuros contendo 30 mL de água deionizada. Após esse período, foi medida a condutividade elétrica inicial da solução, com auxílio de um condutivímetro digital portátil (MCA-150P). Posteriormente, as amostras foram levadas ao freezer por 24h, e após descongelamento a condutividade da solução foi novamente medida, permitindo expressar os resultados através da razão entre a primeira e a segunda leitura, multiplicada por 100, conforme equação abaixo:

$$Es (\%) = \frac{\text{Condutividade elétrica } 1}{\text{Condutividade elétrica } 2} \times 100 \quad (2)$$

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com oito repetições, cada uma constituída por um fruto, com seis períodos de armazenamento (refrigeração + período adicional sem refrigeração; 0, 0+7, 7+7, 14+7, 21+7 e 28+7 dias). Os resultados foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o *software Assistat*, Versão 7.7 beta (SILVA, 2014).

5.3 Resultados e Discussão

5.3.1 Experimento 1: Qualidade da manga ‘Tommy Atkins’ após aplicação de cera de carnaúba e acondicionamento em embalagem XTend

Os resultados da análise de variância demonstram que, com exceção das variáveis luminosidade da casca (L_{casca}) e pH, todas as interações entre os fatores foram significativas (Tabela 2.1). Estas variáveis não foram influenciadas pelas interações temperatura com período de armazenamento, e técnica com período, respectivamente.

Tabela 2.1 - Análise de variância entre as técnicas (t), temperaturas (T) e período de armazenamento (P) para as diferentes variáveis.

Fonte de variação	Quadrado Médio							
	PM	Δ DL	Δ DT	Firmeza	L _{CASCA}	a _{CASCA}	b _{CASCA}	L _{POLPA}
Técnica (t)	58,05**	1,65**	3,31**	622,04**	184,04**	488,23**	446,45**	151,06**
Temperatura (T)	153,23**	35,67**	12,42**	49704,68**	369,33**	160,09**	413,14**	545,00**
Período (P)	162,80**	24,93**	8,42**	84146,71**	65,25**	433,46**	646,82**	1195,41**
t x T	6,07**	0,49**	0,36**	1171,71**	63,47**	10,18**	214,09**	86,40**
t x P	10,87**	0,45**	0,97**	307,44**	66,35**	82,59**	104,35**	40,05**
T x P	26,00**	5,66**	3,18**	6666,62**	8,02 ^{ns}	16,16**	114,14**	115,04**
t x T x P	1,54**	0,46**	0,36**	272,56**	13,62**	8,25**	59,62**	24,28**
Resíduo	0,26	0,04	0,02	38,86	4,92	0,44	3,88	8,74
CV (%)	18,97	18,1	27,81	6,88	5,38	29,17	8,37	4,68
	a _{POLPA}	b _{POLPA}	SS	AT	SS/AT	pH	Vitamina C	
Técnica (t)	79,46**	13,91*	9,17**	0,27**	9749,70**	1,71**	225,99**	
Temperatura (T)	196,12**	281,97**	59,04**	4,07**	54922,81**	24,83**	263,07**	
Período (P)	328,77**	86,42**	308,25**	2,68**	21463,26**	8,79**	1532,92**	
t x T	12,48**	16,41*	13,08**	0,04**	5704,64**	1,91**	20,39**	
t x P	11,96**	18,65**	3,03**	0,05**	1481,11**	0,24 ^{ns}	56,38**	
T x P	23,55**	66,86**	23,89**	0,49**	10420,59**	4,57**	47,43**	
t x T x P	5,34**	15,99**	2,28**	0,08**	1222,18**	0,30 ^{ns}	5,86**	
Resíduo	0,30	4,62	0,52	0,01	92,97	0,17	0,72	
CV (%)	36,66	3,77	6,16	12,01	27,36	9,5	4,65	

** , * significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente e ^{ns} não significativo. PM = perda de massa; Δ DL = variação do diâmetro longitudinal; Δ DT = variação do diâmetro transversal; L = luminosidade; a = intensidade da cor verde/vermelha; b = intensidade de amarelo da casca e da polpa; SS = teor de sólidos solúveis; AT = acidez titulável; SS/AT = relação sólidos solúveis/acidez titulável.

Analisando a interação técnica com período de armazenamento, verificou-se que para todas as técnicas utilizadas a perda de massa aumentou durante os vinte e um dias de armazenamento (Figura 2.3A), confirmando que os frutos, mesmo revestidos e/ou embalados, continuaram respirando e ativando processos metabólicos após a colheita (SANTOS et al., 2011a). Contudo, o uso de atmosfera modificada, principalmente por meio de embalagem XTend e da associação cera com embalagem, provavelmente manteve uma maior umidade ao redor do fruto, o que reduz a movimentação da água do interior do produto para o ambiente através de poros existentes na superfície (GUADARRAMA; PEÑA, 2013), ocasionando menores perdas de massa fresca e contribuindo para o aumento da qualidade externa dos frutos.

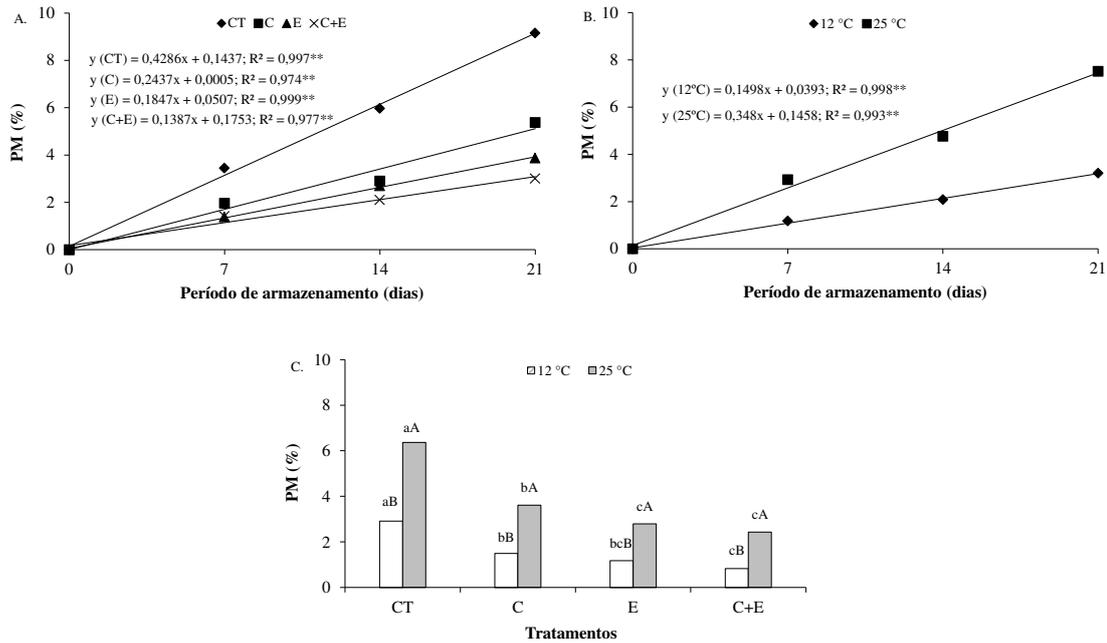


Figura 2.3 - Influência da interação técnicas com período de armazenamento (A), temperatura com período de armazenamento (B) e técnicas com temperatura (C) sobre a perda de massa (PM) de mangas ‘Tommy Atkins’. CT = controle; C = cera de carnaúba; E = embalagem Xtend; C+E = cera e embalagem. Médias seguidas da mesma letra minúsculas, entre as técnicas para uma mesma temperatura, e maiúsculas, para a mesma técnica nas diferentes temperaturas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os frutos do grupo controle, a partir do décimo quarto dia já apresentaram perda de massa acima de 5%, o que segundo Correia (2005) representa o valor máximo aceitável pelo consumidor, podendo comprometer a consistência, promover o enrugamento, murchamento e reduzir a vida útil dos mesmos. Além disso, observou-se que esses frutos quando mantidos a 25°C por 7 dias já estavam inaptos à comercialização, devido ao aparecimento de podridões, semelhante ao que foi citado por Cordeiro et al. (2014), que o amadurecimento de mangas em temperatura ambiente ocorre rapidamente, mantendo sua qualidade por oito dias, devido à sua alta perecibilidade.

A partir da Figura 2.3B pode-se observar que independente da técnica utilizada, os frutos mantidos sob refrigeração (12°C) apresentaram uma menor perda de massa, demonstrando que a intensidade desta variação depende não só da embalagem e/ou revestimento utilizado como também da temperatura de armazenamento. Assim como observado por Miguel et al. (2013) que avaliando a qualidade de mangas ‘Palmer’ armazenadas em diferentes temperaturas verificaram que podem ser conservadas sob refrigeração a 12°C por vinte e um dias, sem prejuízos ao amadurecimento.

A interação técnica com temperatura (Figura 2.3C) indica ainda que a associação da refrigeração com o uso de cera de carnaúba e embalagem XTend (C+E) apresentou-se como a melhor técnica para conservação da massa fresca de mangas ‘Tommy Atkins’ durante o período de armazenamento avaliado, tendo em vista que a taxa de perda de massa foi 3,35 vezes menor quando comparada com a dos frutos que pertenciam ao controle.

Variações semelhantes foram encontradas por Yamashita et al. (2001) que ao armazenarem manga ‘Tommy Atkins’ em embalagem com filmes PVC à 12°C observaram que a massa dos frutos foi 3,5 vezes maior que a dos frutos controle. Pinto et al. (2006) também verificaram que o uso de embalagens com filmes plásticos XTend auxiliou na conservação de mamão ‘Golden’, cuja perda de massa foi de 5,58% para o controle e 3,52% para os frutos acondicionados em embalagem, aos vinte dias de armazenamento refrigerado.

A perda de massa verificada refletiu nas dimensões dos frutos, cujas variações dos diâmetros longitudinal e transversal foram menores tanto para os frutos que passaram por técnica pós-colheita, seja por utilização de cera e/ou embalagem, quanto para os que foram armazenados à 12°C (Figuras 2.4 e 2.5). A associação de cera de carnaúba e embalagem XTend atuou na redução à transpiração, caracterizada pela menor perda de água e turgidez dos tecidos, o que resultou em frutos maiores, principalmente quando refrigerados.

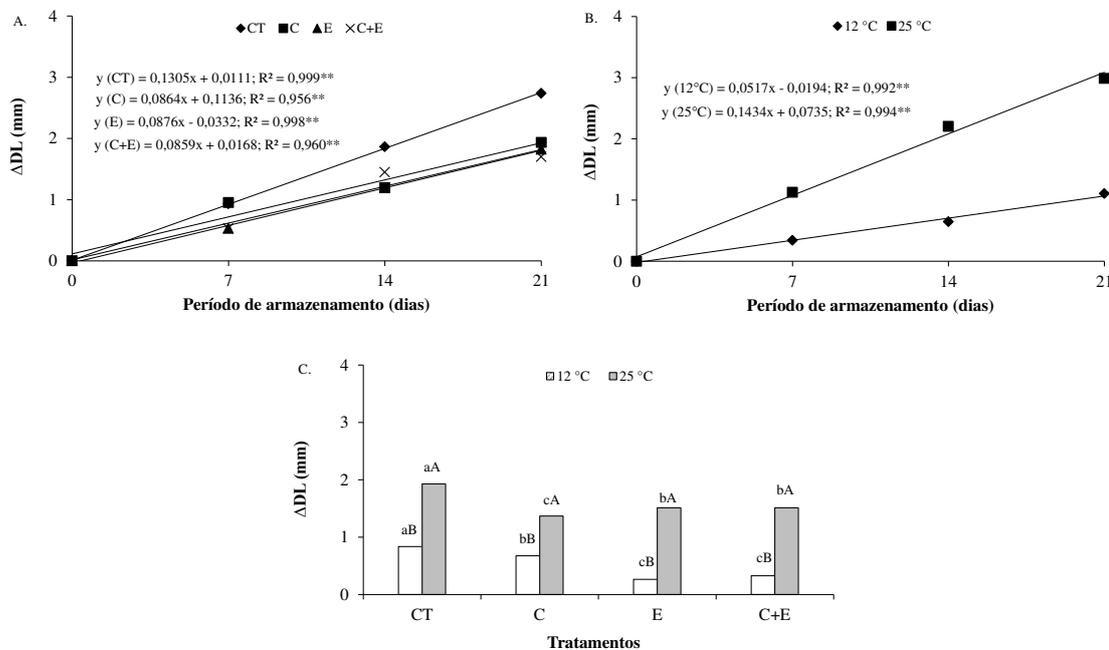


Figura 2.4 - Influência da interação técnicas com período de armazenamento (A), temperatura com período de armazenamento (B) e técnicas com temperatura (C) sobre a variação do diâmetro longitudinal (Δ DL) de mangas ‘Tommy Atkins’. CT = controle; C = cera de carnaúba; E = embalagem Xtend; C+E = cera e embalagem. Médias seguidas da mesma letra minúsculas, entre as técnicas para uma mesma temperatura, e maiúsculas, para a

mesma técnica nas diferentes temperaturas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

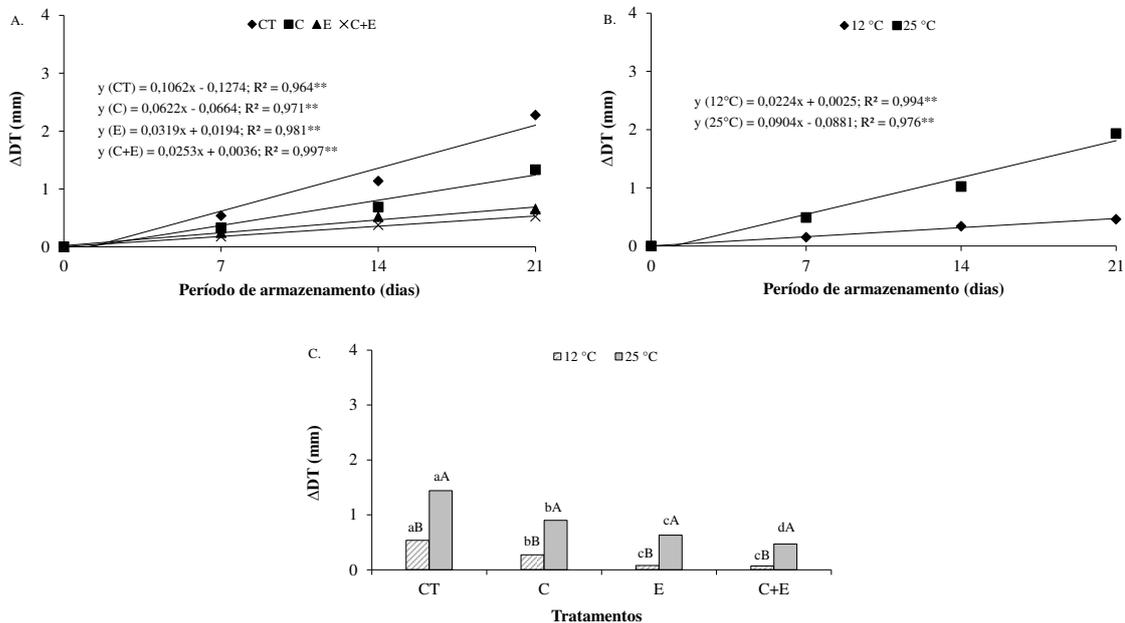


Figura 2.5 - Influência da interação técnicas com período de armazenamento (A), temperatura com período de armazenamento (B) e técnicas com temperatura (C) sobre a variação do diâmetro transversal (ΔDT) de mangas ‘Tommy Atkins’. CT = controle; C = cera de carnaúba; E = embalagem Xtend; C+E = cera e embalagem. Médias seguidas da mesma letra minúsculas, entre as técnicas para uma mesma temperatura, e maiúsculas, para a mesma técnica nas diferentes temperaturas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A firmeza dos frutos decresceu à medida que avançou o período de armazenamento para as técnicas e temperaturas utilizadas (Figura 2.6 A e B). Os frutos revestidos com cera ou apenas embalados não diferiram dos frutos controle, cuja firmeza passou de 155,43 N quando colhidos para 28,28 N aos vinte e um dias. A diminuição da firmeza é decorrente do metabolismo de carboidratos da parede celular por meio do aumento da atividade enzimática, associado a outros processos como hidrólise de amido e perda de massa, que durante o amadurecimento culminam no amaciamento do fruto (VILAS BOAS et al., 2004; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

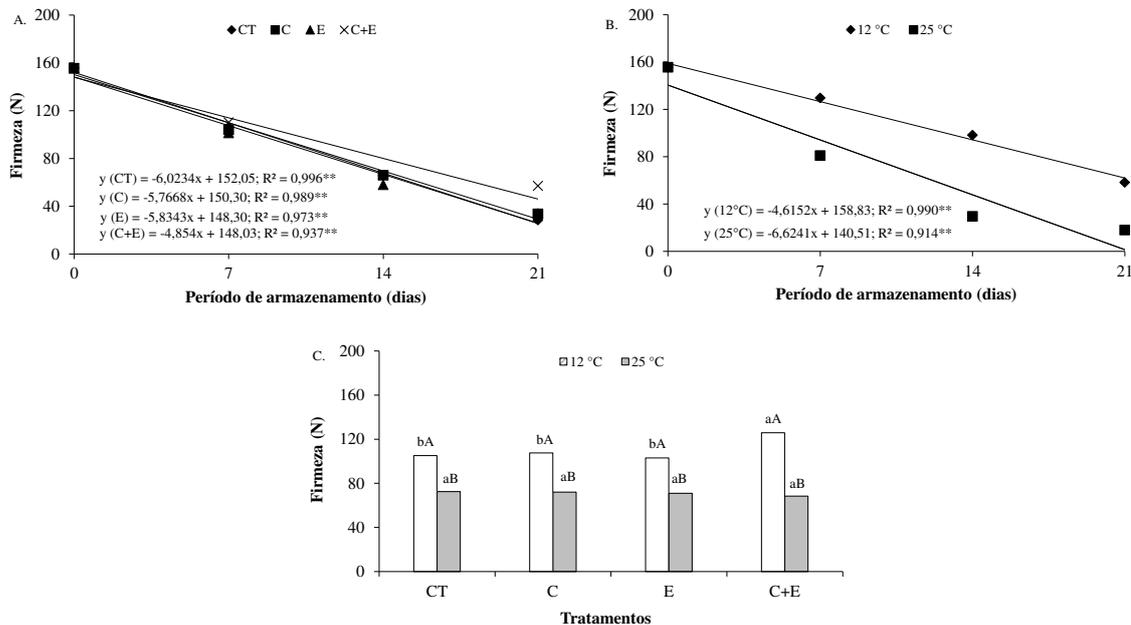


Figura 2.6 - Influência da interação técnicas com período de armazenamento (A), temperatura com período de armazenamento (B) e técnicas com temperatura (C) sobre a firmeza de mangas ‘Tommy Atkins’. CT = controle; C = cera de carnaúba; E = embalagem Xtend; C+E = cera e embalagem. Médias seguidas da mesma letra minúsculas, entre as técnicas para uma mesma temperatura, e maiúsculas, para a mesma técnica nas diferentes temperaturas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a temperatura de 25°C, as técnicas não foram eficientes na redução da perda da firmeza dos frutos (Figura 2.6C). No entanto, as mangas revestidas com cera de carnaúba e embaladas com filme plástico XTend (C+E), armazenadas a 12°C, reduziram modificações na textura relacionadas com a degradação da parede celular e, conseqüentemente, apresentaram firmeza superior a dos frutos acondicionados nos demais tratamentos, cujo valor foi de 97,19N. O que demonstra eficiência desse tratamento na manutenção de frutos menos frágeis ao transporte e com maior vida de prateleira.

Quanto às componentes de cor da casca, como referido na Tabela 2.1, as interações tratamento com tempo e tratamento com temperatura apresentaram efeitos significativos sobre a luminosidade. Como se pode verificar na Figura 2.7 A e B, as oscilações da luminosidade ao longo do armazenamento foram pequenas (37,77 a 42, 23) e os frutos que não passaram por tratamento, os que foram revestidos com cera, e armazenados à 25°C apresentam maiores valores, o que reflete no aparecimento de tons mais claros durante o amadurecimento dos frutos. Este fato corrobora com o que foi apontado por Jha, Kingsly e Chopra (2006), que o valor da luminosidade da casca dos frutos de manga aumenta durante o amadurecimento, quando ocorre a exposição da cor amarela.

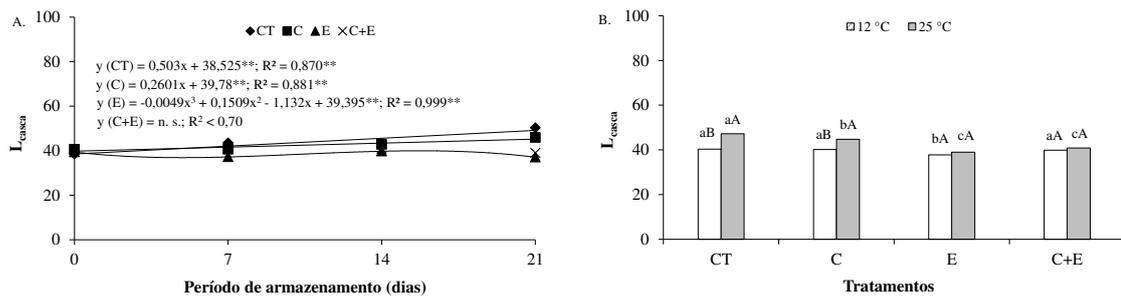


Figura 2.7 – Influência da interação técnicas com período de armazenamento (A) e técnicas com temperatura (B) sobre a luminosidade da casca (L_{casca}) de mangas ‘Tommy Atkins’. CT = controle; C = cera de carnaúba; E = embalagem Xtend; C+E = cera e embalagem. Médias seguidas da mesma letra minúsculas, entre as técnicas para uma mesma temperatura, e maiúsculas, para a mesma técnica nas diferentes temperaturas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A luminosidade dos frutos embalados não se alterou significativamente, tanto com o aumento do tempo quanto com a variação da temperatura de armazenamento, o que indica que a utilização da embalagem contribuiu para a proteção, reduzindo possíveis efeitos do ambiente sobre a luminosidade do produto.

Os valores observados para os parâmetros a e b foram crescentes durante o período de armazenamento (Figuras 2.8A e 2.9A), principalmente para os frutos que não foram acondicionados em embalagem XTend, o que demonstra que a perda da coloração verde e o aparecimento dos tons amarelados foram menos acentuados nos frutos embalados. Resultados semelhantes foram encontrados por Pereira et al. (2005) estudando a influência deste mesmo tipo de embalagem no prolongamento da vida de prateleira de goiabas cv. Cortibel, cujo aumento dos parâmetros a e b foi menor para os frutos com o filme XTend, passando os valores de a , por exemplo, de -9,58 a -0,96 para os frutos sem filme e de -9,23 a -6,49 para os com filme, ao final de vinte e nove dias de armazenamento, mostrando que a embalagem retarda o processo de amadurecimento dos frutos. As variações dos parâmetros a e b apresentaram concordância com a maior degradação da clorofila e aumento da síntese de carotenoides ao longo do armazenamento dos frutos sem embalagem.

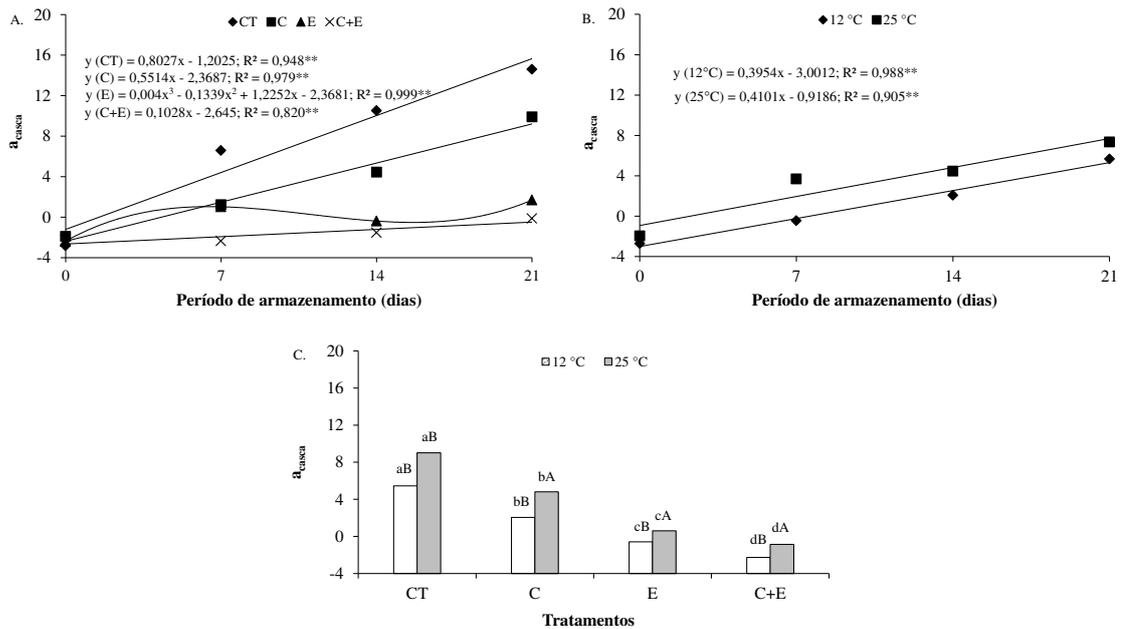


Figura 2.8 – Influência da interação técnicas com período de armazenamento (A), temperatura com período de armazenamento (B) e técnicas com temperatura (C) sobre o valor *a* da casca de mangas ‘Tommy Atkins’. CT = controle; C = cera de carnaúba; E = embalagem Xtend; C+E = cera e embalagem. Médias seguidas da mesma letra minúsculas, entre as técnicas para uma mesma temperatura, e maiúsculas, para a mesma técnica nas diferentes temperaturas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

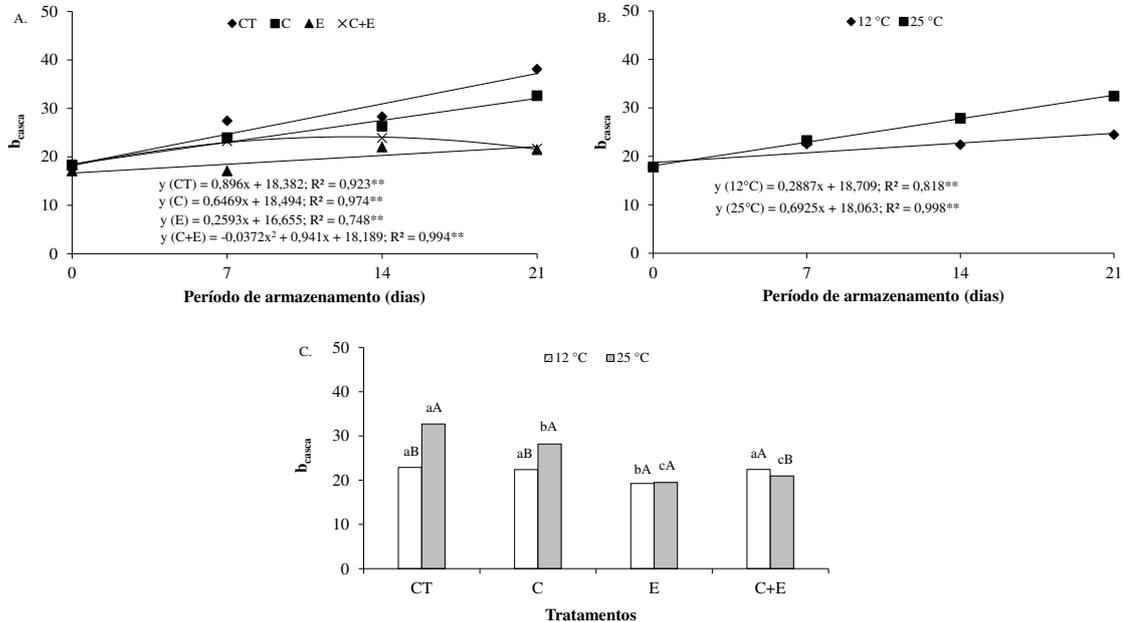


Figura 2.9 – Influência da interação técnicas com período de armazenamento (A), temperatura com período de armazenamento (B) e técnicas com temperatura (C) sobre o valor *b* da casca de mangas ‘Tommy Atkins’. CT = controle; C = cera de carnaúba; E = embalagem Xtend; C+E = cera e embalagem. Médias seguidas da mesma letra minúsculas, entre as técnicas para uma mesma temperatura, e maiúsculas, para a mesma técnica nas diferentes temperaturas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O efeito da temperatura sobre as alterações na coloração dos frutos também foi verificada (Figura 2.8 B, C e 2.9 B, C), principalmente para os frutos controle e revestidos com cera de carnaúba. Assim como para a redução da perda de massa e de firmeza, a manutenção da coloração verde dos frutos embalados (Figura 2.10) representa bom indicativo do efeito positivo da embalagem na manutenção da vida útil das mangas ‘Tommy Atkins’, o que pode influenciar diretamente na preferência do consumidor.

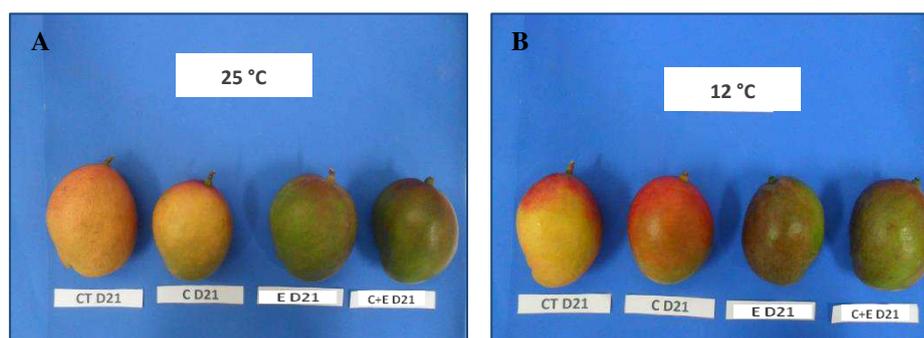


Figura 2.10 – Aspecto externo dos frutos de manga ‘Tommy Atkins’ em função das diferentes técnicas utilizadas (CT = controle; C = cera de carnaúba; E = embalagem Xtend; C+E = cera e embalagem) e da temperatura (25 e 12°C), no vigésimo dia de armazenamento (D21).

Quanto à cor da polpa, para as técnicas e temperaturas utilizadas, o avanço do período de armazenamento resultou em frutos com menor luminosidade (Figura 2.11A e B). De acordo com Serpa et al. (2014) a redução da luminosidade durante o armazenamento indica que a polpa das mangas tornou-se mais escura, assim como verificados pelos autores em estudos com manga ‘Palmer’ revestida com fécula de mandioca preparada com água de cravo ou de canela, cujo valor passou de 80,58 para cerca de 70,07 no décimo dia de armazenamento.

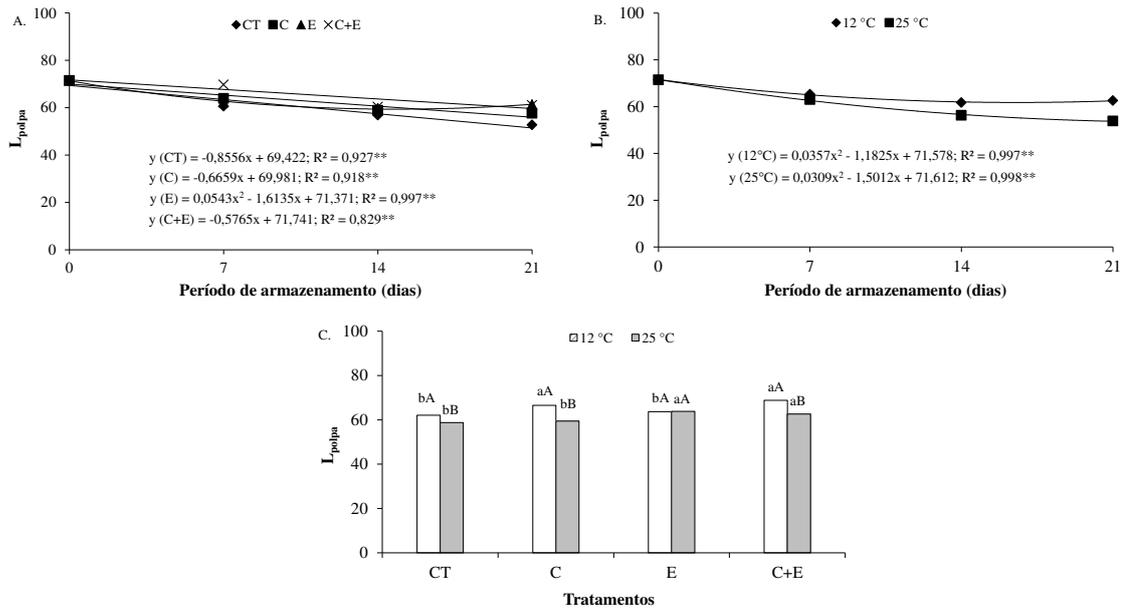


Figura 2.11 - Influência da interação técnicas com período de armazenamento (A), temperatura com período de armazenamento (B) e técnicas com temperatura (C) sobre a luminosidade da polpa (L_{polpa}) de mangas ‘Tommy Atkins’. CT = controle; C = cera de carnaúba; E = embalagem Xtend; C+E = cera e embalagem. Médias seguidas da mesma letra minúsculas, entre as técnicas para uma mesma temperatura, e maiúsculas, para a mesma técnica nas diferentes temperaturas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A maioria dos frutos apresentou luminosidade da polpa menor quando armazenados a 25°C (Figura 2.11C), o que pode estar relacionado com o escurecimento da polpa e com a redução do conteúdo de água, promovendo menor reflexão da luz incidente.

Quanto aos valores de a , o aumento foi mais acentuado para os frutos controle e os revestidos com cera de carnaúba (Figura 2.12A), o que indica uma maior redução da cor verde da polpa ao longo da maturação. A coordenada a , que define a cor entre verde e vermelho, apresentou maior variação em relação à b (Figura 2.13), uma vez que os frutos da manga apresentam inicialmente uma coloração amarelo-esverdeado e ao amadurecerem uma coloração que tende a laranja-avermelhado (DINIZ, 2013).

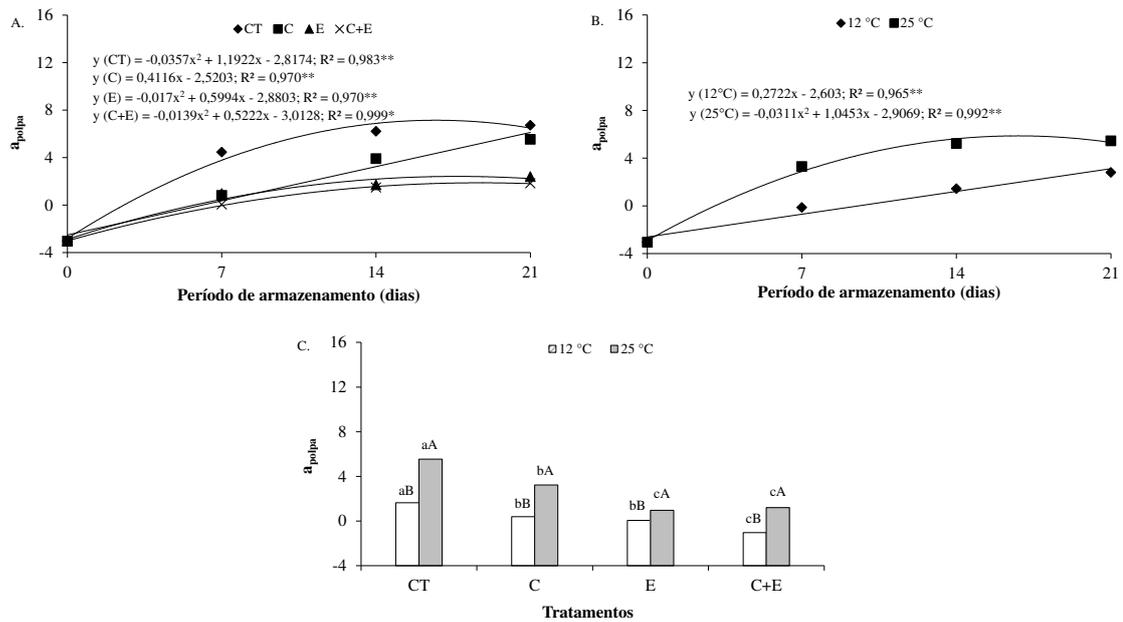


Figura 2.12 – Influência da interação técnicas com período de armazenamento (A), temperatura com período de armazenamento (B) e técnicas com temperatura (C) sobre o valor a da polpa de mangas ‘Tommy Atkins’. CT = controle; C = cera de carnaúba; E = embalagem Xtend; C+E = cera e embalagem. Médias seguidas da mesma letra minúsculas, entre as técnicas para uma mesma temperatura, e maiúsculas, para a mesma técnica nas diferentes temperaturas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

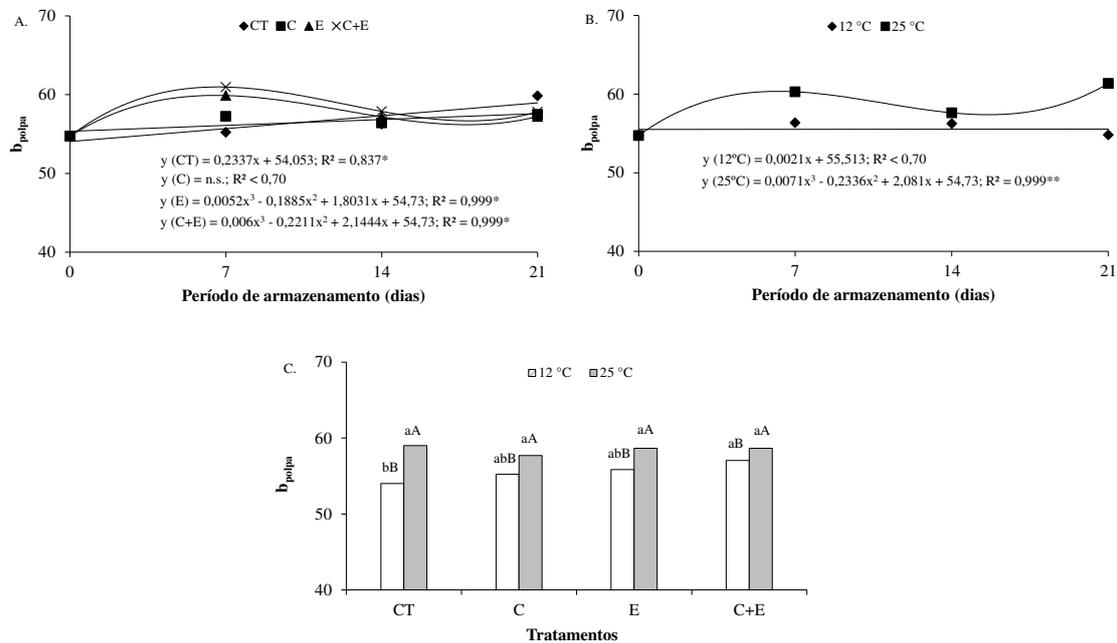


Figura 2.13 – Influência da interação técnicas com período de armazenamento (A), temperatura com período de armazenamento (B) e técnicas com temperatura (C) sobre o valor b da polpa de mangas ‘Tommy Atkins’. CT = controle; C = cera de carnaúba; E = embalagem Xtend; C+E = cera e embalagem. Médias seguidas da mesma letra minúsculas, entre as técnicas para uma mesma temperatura, e maiúsculas, para a mesma técnica nas diferentes temperaturas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os frutos armazenadas a 25°C apresentaram maiores valores *b*, com predominância da cor amarela-alaranjada, independentemente da técnica utilizada (Figuras 2.13 e 2.14). Estatisticamente, as técnicas pós-colheita não inibiram o acréscimo de *b* da polpa, mesmo em condição de refrigeração, assim como verificado por Diniz (2013) em estudo com armazenamento de mangas ‘Tommy Atkins’ por dezesseis dias à $14 \pm 1^\circ\text{C}$, onde a utilização de atmosfera modificada por cera de carnaúba, filme de PVC e PVC + absorvedor de oxigênio não reduziu o acréscimo médio de *b* que foi de, respectivamente, 22,01%, 20,61 e 21,73%, enquanto que para o lote de frutos testemunha este aumento foi em média de 15,97%.

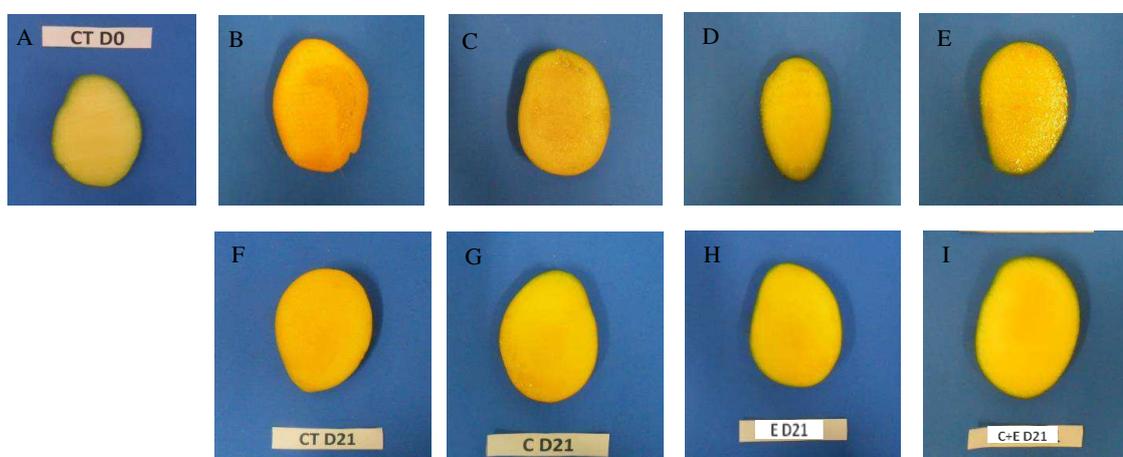


Figura 2.14 - Coloração da polpa dos frutos de manga ‘Tommy Atkins’ em função das técnicas utilizadas (CT = controle; C = cera de carnaúba; E = embalagem Xtend; C+E = cera e embalagem) e da temperatura: 25°C para B, C, D e E; 12°C para F, G, H, I. D0 = primeiro dia antes do armazenamento e D21 = vigésimo dia de armazenamento.

Em relação ao teor de sólidos solúveis (SS), as técnicas pós-colheita promoveram um incremento de forma mais lenta do que nos frutos controle, cujo aumento seguiu uma equação quadrática, com significativa elevação do teor logo nos primeiros sete dias de armazenamento (Figura 2.15A). Estas alterações representam processos naturais durante o amadurecimento dos frutos, que de acordo com Jha, Kingsly e Chopra (2006) duas fases de mudança no teor de SS são claramente distintas: durante a maturação, no qual se observa ligeiro acréscimo sem tendência sistemática; e após atingir a maturidade, onde o teor de SS aumenta significativamente. Este aumento se deve, na maioria das frutas, pela biossíntese ou quebra de substâncias como o amido, com posterior transformação em açúcares solúveis, e perda de massa fresca, elevando a concentração de sólidos solúveis (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

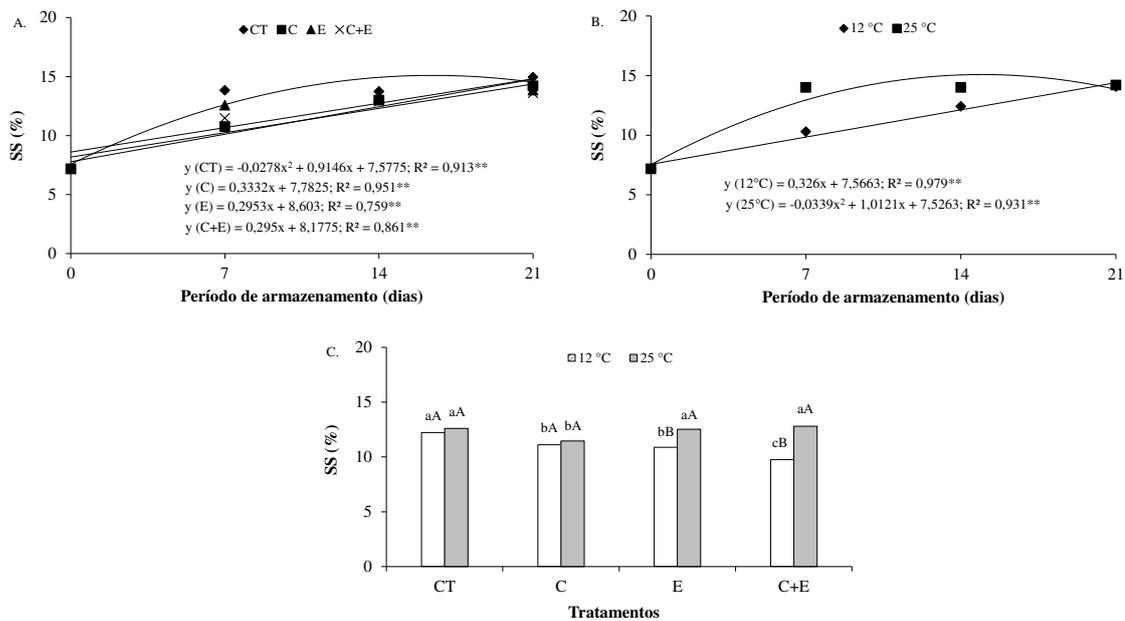


Figura 2.15 - Influência da interação técnicas com período de armazenamento (A), temperatura com período de armazenamento (B) e técnicas com temperatura (C) sobre o teor de sólidos solúveis (SS) de mangas ‘Tommy Atkins’. CT = controle; C = cera de carnaúba; E = embalagem Xtend; C+E = cera e embalagem. Médias seguidas da mesma letra minúsculas, entre as técnicas para uma mesma temperatura, e maiúsculas, para a mesma técnica nas diferentes temperaturas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Esta tendência também foi observada por Neves et al. (2008), que independentemente da presença de sachê adsorvedor de etileno dentro das embalagens de polietileno de baixa densidade (PEBD), os frutos de mangas cv. ‘Tommy Atkins’ e ‘Haden’ apresentaram aumento nos teores de SS, porém este incremento se deu de forma menos acentuada devido à modificação da atmosfera de armazenamento.

A utilização da refrigeração foi eficiente para retardar o aumento no teor de SS solúveis (Figura 2.15B), principalmente quando se utilizou embalagem XTend (E) e cera mais embalagem (C+E) (Figura 2.15C), cujos valores aos vinte e um dias de armazenamento foram de 13,23% e 12,58%, respectivamente, já para os frutos pertencentes ao controle foi de 15,55%. Para todas as técnicas os teores de SS ao final do período avaliado estavam acima no mínimo aceitável pela legislação brasileira, para polpa de manga, que é de 11 °Brix (BRASIL, 2000). No entanto, para Jerônimo et al. (2007) a faixa de valor para consumo deve estar entre 11 e 14 °Brix, indicando que os frutos não tratados apresentavam-se com qualidade inferior ao desejado no mercado.

Santos et al. (2011b) também verificaram que os frutos de manga ‘Tommy Atkins’ armazenados em atmosferas modificadas, adquiridas com revestimento de fécula de mandioca ou cera de carnaúba e embalagens plásticas de filme de PVC ou polietileno, apresentaram

menores teores de sólidos solúveis, em comparação aos que foram apenas tratados hidrotermicamente, inferindo que a modificação da atmosfera inibiu o processo respiratório resultando num retardamento no processo de amadurecimento dos frutos.

Assim como o teor de sólidos solúveis, a acidez titulável dos frutos foi influenciada pelos fatores estudados (tratamentos, temperatura e período de armazenamento) e suas interações (Figura 2.16). A acidez diminuiu com os dias de armazenamento (Figura 2.16A), provavelmente associado à redução de ácidos orgânicos durante o processo respiratório dos frutos, entre os quais o ácido cítrico predominante em mangas, e da conversão dos mesmos em açúcares (FAASEMA; ALAKALI; ABU, 2014). Santos et al. (2010) e Serpa et al. (2014) também observaram aumento dos sólidos solúveis e redução da acidez titulável durante o amadurecimento de mangas ‘Palmer’, assim como Santos et al. (2011a, b) em estudos sobre conservação pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’ com fécula de mandioca, amido de milho, cera de carnaúba e embalagens plásticas.

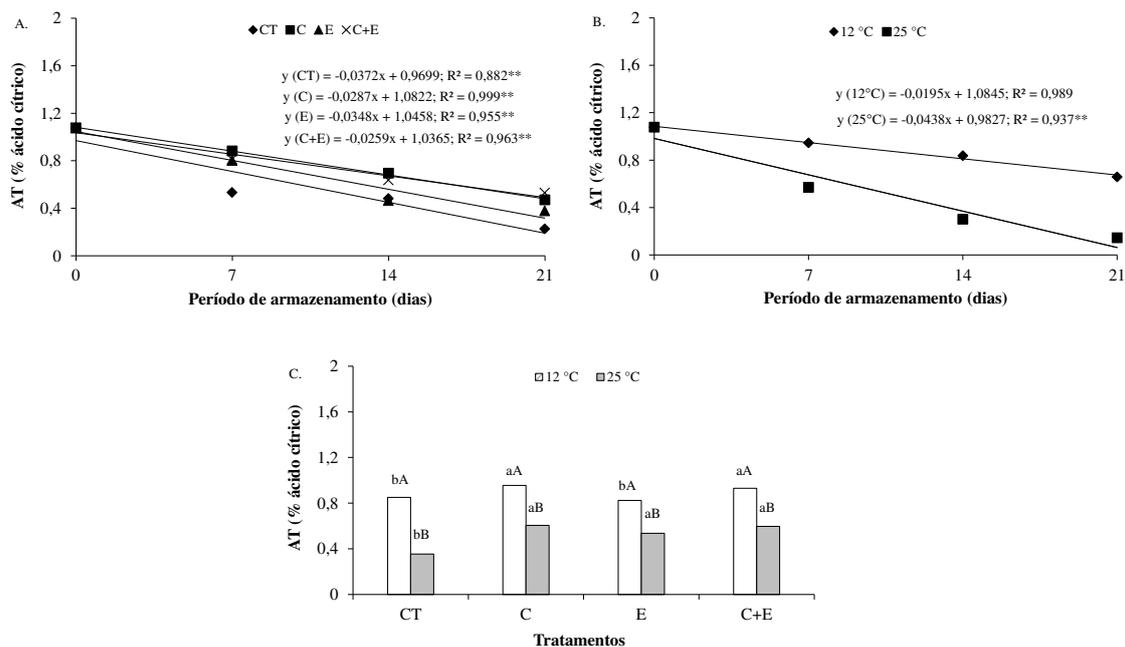


Figura 2.16 - Influência da interação técnicas com período de armazenamento (A), temperatura com período de armazenamento (B) técnicas com temperatura (C) sobre a acidez titulável (AT) de mangas ‘Tommy Atkins’. CT = controle; C = cera de carnaúba; E = embalagem Xtend; C+E = cera e embalagem. Médias seguidas da mesma letra minúsculas, entre as técnicas para uma mesma temperatura, e maiúsculas, para a mesma técnica nas diferentes temperaturas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A refrigeração teve efeito significativo no controle da redução da acidez durante o amadurecimento dos frutos (Figura 2.16A), assim como verificado por Hojo et al. (2009), cujos frutos de manga ‘Palmer’ refrigerados apresentaram acidez mais elevada, variando de,

aproximadamente 0,6 a 0,8% de ácido cítrico aos vinte e um dias de armazenamento, semelhante aos resultados encontrados no presente trabalho.

Analisando as técnicas separadamente, todos evitaram o consumo mais rapidamente dos ácidos orgânicos à temperatura de 25°C. Já com refrigeração apenas o uso de cera de carnaúba ou a associação de cera com embalagem XTend mantiveram percentuais de ácido cítrico mais elevados, que foram de 0,82 e 0,84 %, respectivamente. Diniz (2013), considerando que quanto menor a variação e maior a acidez total titulável ao final do armazenamento, melhor o tratamento aplicado aos frutos, verificou que a utilização de atmosfera modificada pelo uso de embalagem e de revestimento comestível (cera de carnaúba), sob refrigeração, retardou o amadurecimento de mangas ‘Tommy Atkins’.

De um modo geral, o amadurecimento dos frutos promoveu o aumento do teor de sólidos solúveis e a diminuição da acidez titulável, o que resultou na elevação da relação SS/AT ao longo do período de armazenamento, seja em função das técnicas ou das temperaturas (Figura 2.17A e B).

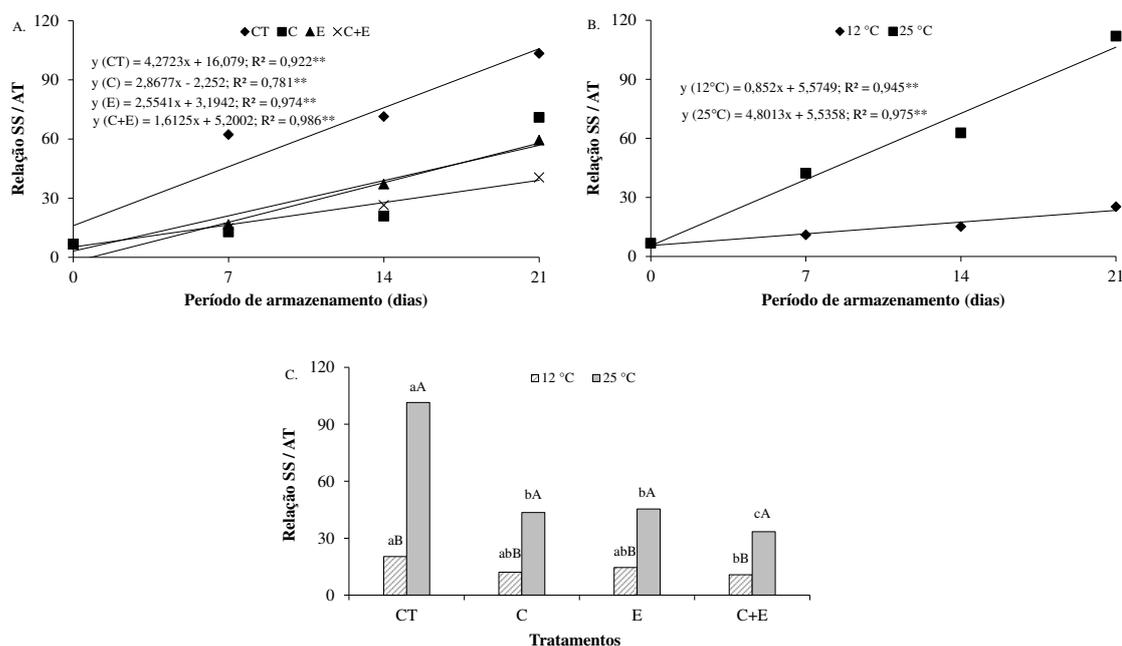


Figura 2.17 - Influência da interação técnicas com período de armazenamento (A), temperatura com período de armazenamento (B) e técnicas com temperatura (C) sobre a relação SS/AT de mangas ‘Tommy Atkins’. CT = controle; C = cera de carnaúba; E = embalagem Xtend; C+E = cera e embalagem. Médias seguidas da mesma letra minúsculas, entre as técnicas para uma mesma temperatura, e maiúsculas, para a mesma técnica nas diferentes temperaturas, não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O incremento da relação SS/AT foi muito mais acentuado quando os frutos foram armazenados sem refrigeração, tanto ao longo do período de armazenamento quanto nos diferentes tratamentos (Figura 2.17B e C). Os frutos revestidos com cera e armazenados nas embalagens (C+E) foram os que apresentaram menores valores para a relação SS/AT, indicando que os mesmos apresentavam sabor menos doce que os demais, devido à elevada acidez, e que este tratamento pode retardar o amadurecimento dos frutos.

Durante o período de armazenamento dos frutos, o consumo de ácidos orgânicos no processo respiratório (ROCHA et al., 2001) provavelmente foi maior para os frutos armazenados a 25°C, confirmando além da diminuição da acidez, o aumento mais expressivo do pH (Figura 2.18A). O pH dos frutos de 3,73 antes do armazenamento atingiu ao final do período analisado os valores de : 6,40 para o controle (CT); 6,22 para cera (C); 5,39 para embalagem (E) e 5,27 para cera com embalagem (C+E).

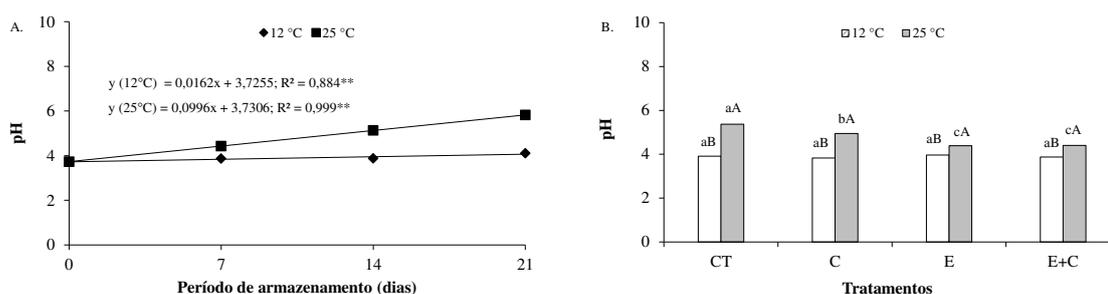


Figura 2.18 - Influência da interação temperatura com período de armazenamento (A) e técnicas com temperatura (B) sobre o potencial hidrogeniônico (pH) de mangas ‘Tommy Atkins’. CT = controle; C = cera de carnaúba; E = embalagem Xtend; C+E = cera e embalagem. Médias seguidas da mesma letra minúsculas, entre as técnicas para uma mesma temperatura, e maiúsculas, para a mesma técnica nas diferentes temperaturas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Independente se foram revestidos com cera e/ou embalados com filme XTend os frutos apresentaram-se mais ácidos quando refrigerados (Figura 2.18B), com valores de pH de, 4,27, 3,96, 4,15 e 4,04, quando utilizados os tratamento CT, C, E e C+E, respectivamente. Este fato pode estar relacionado com a inibição do etileno catalítico em temperaturas mais baixas, o que resulta em menores taxas de respiração e, conseqüentemente, maior concentração de ácidos orgânicos (PEREIRA et al., 2005). O pequeno aumento do pH também foi observado por Torres et al. (2013) com o aumento do grau de maturação os frutos de manga, maracujá e mamão. Este fato foi explicado pela presença de um sistema de auto regulação do pH, resultado do efeito de amortecimento do ácido cítrico na solução, o qual tende a tornar-se um sal correspondente.

O teor de vitamina C que era de $24,5 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ reduziu com o tempo de armazenamento de 30 a 70% a depender da técnica utilizada (Figura 2.19A). Tendência semelhante foi verificada por Jeronimo et al. (2007) durante o armazenamento de mangas ‘Tommy Atkins’ acondicionados em diferentes tipos de embalagem, cujo conteúdo inicialmente de $32,37 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ diminuiu cerca de 80% ao final de dezesseis dias. Santos et al. (2010) durante o armazenamento de mangas ‘Palmer’ por 12 dias, também observaram redução no conteúdo de vitamina C, variando de $37,27$ para $30,56 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$. Com manga ‘Ubá’, Mata et al. (2011) verificaram decréscimo de 22,3% ao longo da maturação. A degradação observada independente da variedade é decorrente, principalmente, da oxidação através do oxigênio presente no ar e em pequenas quantidades nas células (AGRA, 2006).

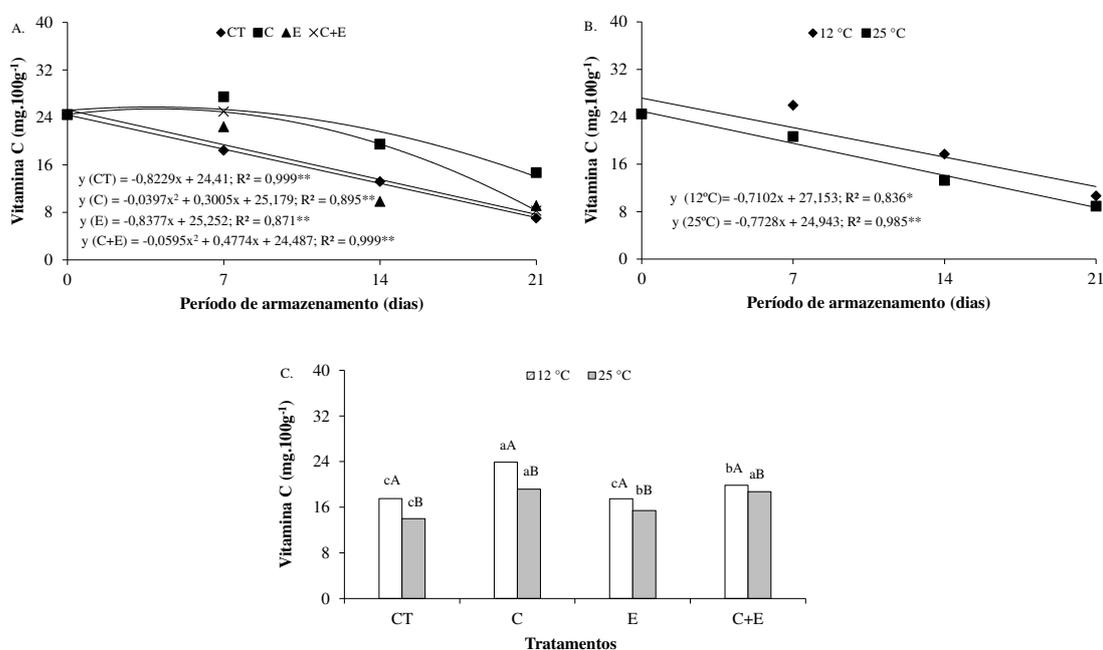


Figura 2.19 - Influência da interação técnicas com período de armazenamento (A), temperatura com período de armazenamento (B) e técnicas com temperatura (C) sobre o teor de vitamina C de mangas ‘Tommy Atkins’. CT = controle; C = cera de carnaúba; E = embalagem Xtend; C+E = cera e embalagem. Médias seguidas da mesma letra minúsculas, entre as técnicas para uma mesma temperatura, e maiúsculas, para a mesma técnica nas diferentes temperaturas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A degradação da vitamina C variou tanto com o tempo quanto com a temperatura, sendo que o armazenamento à 25°C promoveu maior redução (Figura 2.19B), uma vez que à temperatura ambiente esse nutriente sofreu mais alteração, provavelmente à instabilidade na presença de fatores como, calor e luz.

A atmosfera de armazenamento que resultou em valores mais altos para o teor de vitamina C foi o revestimento com cera de carnaúba, seguido da associação cera mais embalagem XTend (Figura 2.19C), em ambiente refrigerado, sendo bom indicativo da menor

degradação desse composto bioativo e da qualidade dos frutos. Neves et al. (2008) avaliando a qualidade pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’ e ‘Haden’ também verificaram que a utilização de atmosfera modificada, por meio de embalagem PEBD e sachê de adsorção de etileno, conduziu desaceleração dos eventos metabólicos que conduzem a senescência dos frutos, dentre os quais a diminuição dos teores de ácido ascórbico. Já Hoa e Ducamp (2008) e Serpa et al. (2014) não verificaram efeito de diferentes revestimentos sobre o teor de vitamina C de mangas ‘Cat Hoa Loc’ e ‘Palmer’, respectivamente.

Os resultados da análise cromatográfica da atmosfera de armazenamento mostraram que a utilização de cera de carnaúba e/ou embalagem, desde que sob refrigeração, tiveram menor acúmulo de CO_2 do que quando os frutos foram armazenados a 25°C , provavelmente por apresentarem metabolismo respiratório menos acelerado (Figura 2.20). O uso da associação cera com embalagem e temperatura ambiente elevou a taxa respiratória até o 14º dia de armazenamento, provavelmente tempo limite para níveis perigosos na concentração de CO_2 , resultando na posterior deterioração dos frutos, devido à predominância de reações oxidativas.

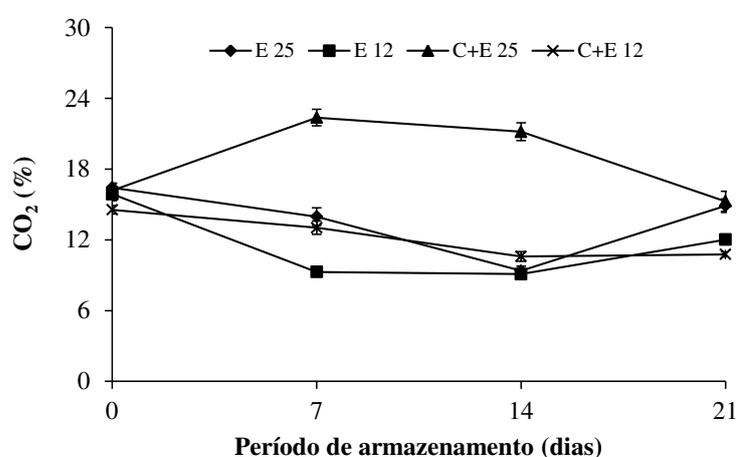


Figura 2.20 - Médias e desvio padrão do percentual de CO_2 em embalagens XTend contendo frutos de manga ‘Tommy Atkins’, com e sem revestimento de cera de carnaúba, armazenados a 12°C (E12 e C+E12) e 25°C (E25 e C+E25) por 21 dias. E = embalagem Xtend; C+E = cera e embalagem.

Os valores das concentrações de CO_2 para os diferentes tratamentos corroboram com os resultados das avaliações físico-químicas encontrados neste trabalho e, confirmam que a atmosfera modificada é uma técnica suplementar para as condições ótimas de temperatura e umidade (RAI; OBEROI; BABOO, 2002).

As embalagens com filmes plásticos, neste caso filme Xtend, representam desta forma, uma alternativa para criar uma micro atmosfera nos frutos, que possivelmente diminui as taxas respiratórias e outras reações metabólicas (VIEITES et al., 2011). Pinto et al. (2006)

observaram que a atmosfera modificada por filmes plásticos alterou a atividade metabólica do mamão cv. ‘Golden’ armazenado sob refrigeração, minimizando o amolecimento e retardando o incremento de sólidos solúveis. A acumulação de CO₂ nas embalagens verificada pelos autores foi atribuída ao período de armazenamento, às características do fruto climatérico e à espessura e difusividade da embalagem. Neste estudo, os frutos embalados com filme PEBD apresentavam difusividade tanto para O₂ quanto para CO₂ superior ao filme XTend, resultando em quantidades relativas de CO₂ aos vinte dias de armazenamento de 2,51 e 1,09, respectivamente. A concentração de CO₂ na atmosfera de armazenamento também foi determinante na boa qualidade de conservação de mangas ‘Alphonso’ armazenadas por vinte e um dias (RAMAYYA; NIRANJAN; DUNCAN, 2012).

5.3.2 Experimento 2: Utilização de embalagem XTend no aumento da vida útil de mangas ‘Tommy Atkins’, sob refrigeração e condição ambiente

A análise de variância revelou valores de F significativamente para todas as variáveis estudadas, considerando os diferentes períodos de armazenamento refrigerado e com tempo adicional à temperatura ambiente (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 - Análise de variância do período de armazenamento para as diferentes variáveis.

Fonte de variação	Quadrado Médio							
	PM	ΔDL	ΔDT	Firmeza	ES	L _{CASCA}	a _{CASCA}	b _{CASCA}
P. de armazenamento	20,41**	30,02**	2,19**	20542,08**	558,73**	74,87**	37,35**	80,16**
Resíduo	0,02	0,07	0,01	24,46	12,32	0,83	0,18	1,19
CV (%)	5,71	8,68	7,89	6,09	4,61	2,06	7,43	4,34
	L _{POLPA}	a _{POLPA}	b _{POLPA}	SS	AT	SS/AT	pH	Vitam. C
P. de armazenamento	43,50**	42,80**	151,43**	27,33**	0,38**	329,57**	0,27**	15,60**
Resíduo	3,34	0,06	1,48	0,05	0,01	3,11	0,01	0,38
CV (%)	2,89	12,01	2,36	2,2	8,43	11,89	2,99	8,66

** significativo a 1% de probabilidade. PM = perda de massa; ΔDL = variação do diâmetro longitudinal; ΔDT = variação do diâmetro transversal; ES = extravasamento de solutos; L = luminosidade; a = intensidade da cor verde/vermelha; b = intensidade de amarelo da casca e da polpa; SS = teor de sólidos solúveis; AT = acidez titulável; SS/AT = relação sólidos solúveis/acidez titulável.

A perda de massa e as variações dos diâmetros longitudinal e transversal foram crescentes ao longo do período de armazenamento (Tabela 2.3). Ao final dos 35 dias de armazenamento (28+7), a variação do diâmetro longitudinal foi maior que a do diâmetro

transversal e a perda de massa foi de 4,28%, o que teoricamente não comprometeria a qualidade dos frutos (CORREIA, 2005). Nascimento et al. (2011) estudando a conservação refrigerada de tangerinas ‘W Murcott’ também observaram perda de massa inferior a 10% quando utilizada a associação cera de carnaúba e embalagem XTend. Acrescentando ainda que o uso da embalagem possibilitou armazenamento das tangerinas por sessenta dias a $10\pm 1^\circ\text{C}$ e a comercialização por sete dias a $25\pm 2^\circ\text{C}$.

Tabela 2.3 - Médias das variáveis perda de massa, variação dos diâmetros longitudinal e transversal, firmeza e extravasamento de solutos de frutos de manga ‘Tommy Atkins’ armazenados em atmosfera modificada por meio de cera de carnaúba mais embalagem XTend em refrigeração (12°C) mais período adicional à temperatura de 25°C .

Variáveis	Período de armazenamento (dias)					
	0	0+7	7+7	14+7	21+7	28+7
Perda de massa (%)	0,00 d	1,83 c	2,91 b	3,11 b	4,12 a	4,28 a
ΔDL (mm)	0,00 d	0,57 c	0,66 bc	0,75 bc	1,02 b	5,27 a
ΔDT (mm)	0,00 d	0,59 c	1,16 b	1,24 b	1,37 a	1,15 b
Firmeza (N)	157,85 a	128,26 b	70,21 c	60,19 d	36,14 e	34,77 e
ES (%)	68,07 c	70,65 c	81,68 b	67,97 c	80,36 b	87,92 a

Médias seguidas pela mesma letra na linha não se diferenciam pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ΔDL = variação do diâmetro longitudinal; ΔDT = variação do diâmetro transversal; ES = extravasamento de solutos.

Apesar da perda de massa não ter sido tão elevada, a redução da firmeza (Tabela 2.3), em torno de 77,1% aos 28 dias de armazenamento (21+7) demonstra um expressivo amaciamento dos frutos, cujo valor de resistência à penetração de 34,77 N foi bem inferior ao sugerido por Megale (2002) para mangas ‘Palmer’, por exemplo, que é de 111,03 N. Este é um fator limitante para a resistência ao transporte e comercialização, podendo resultar em perdas quantitativas e qualitativas, como prejuízos à aparência e à qualidade textural dos frutos.

Assim como a firmeza, as mangas ao longo do período avaliado aumentaram a perda de eletrólitos, como se pode verificar pelos percentuais mais elevados de extravasamento (Tabela 2.3). Pode-se inferir que as membranas celulares perderam parte da permeabilidade seletiva durante o armazenamento, que de acordo com Braga (2004) pode estar relacionado ao maior grau de amadurecimento dos frutos. Silva et al. (2012) também observaram extravasamento crescente durante o armazenamento de manga ‘Ubá’, tanto para os frutos tratados com etileno quanto com carbureto de cálcio (CaC_2). Verificaram ainda que quanto maior a dose de CaC_2 , maior o extravasamento, provavelmente causado pela desorganização das membranas celulares e, conseqüentemente, antecipação do amadurecimento.

Conforme Figura 2.21, a luminosidade e intensidade das cores verde/vermelha e amarela, da casca e polpa dos frutos, variaram durante o período de avaliação. A luminosidade da casca passou de 39,89 para 47,30, indicando o clareamento da poção externa do fruto, diferentemente do que ocorreu com a polpa, que à medida que passou o tempo a luminosidade reduziu, passando de 66,65 no tempo zero para 60,26 aos 28 dias de refrigeração mais 7 à temperatura de 25°C.

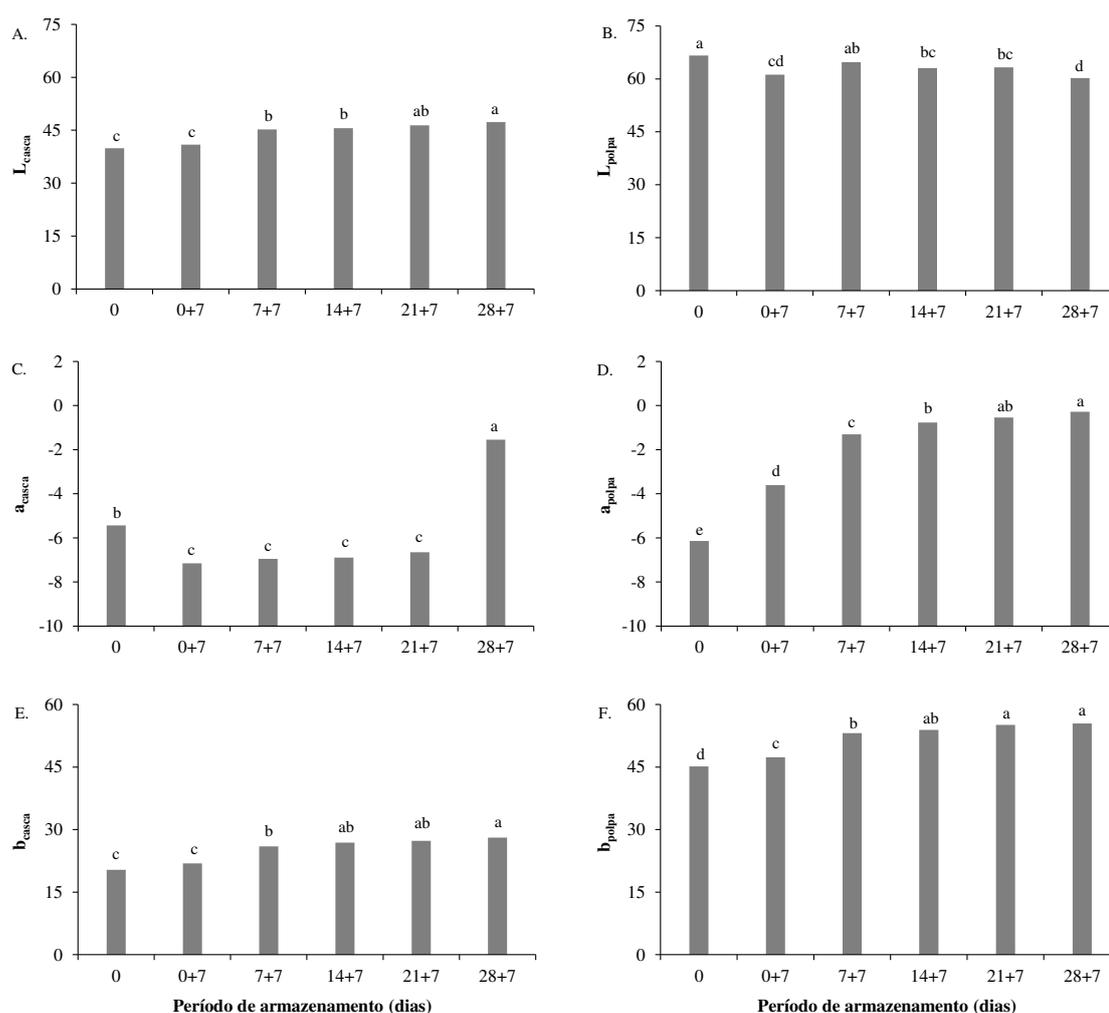


Figura 2.21 - Componentes de cor (L - Luminosidade, *a* - intensidade da cor verde/vermelha e *b* - intensidade de amarelo) da casca e da polpa de frutos de manga ‘Tommy Atkins’ armazenados em atmosfera modificada por meio de cera de carnaúba mais embalagem XTend em refrigeração (12°C) mais período adicional à temperatura de 25°C. Colunas com mesma letra não se diferenciam pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores abaixo de zero do parâmetro *a* da casca (Figura 2.21C) indicam que mesmo durante períodos mais longos de armazenamento os frutos conseguiram manter tons esverdeados, podendo-se inferir que as embalagens retardaram o processo de degradação da clorofila. Esta mudança foi acompanhada do surgimento da cor amarelada, conforme aumento

de *b* (Figuras 2.21C e 2.22A, B, C). Ressalta-se que a redução dessas alterações pode tornar o fruto mais competitivo, a depender do mercado consumidor, devendo associar a outros atributos sensoriais, tendo em vista que para a tomada de decisão de comprar ou não uma fruta, os consumidores levam em consideração, em ordem decrescente de importância: o preço, a aparência, o sabor e o aroma (ROMBALDI et al., 2007).

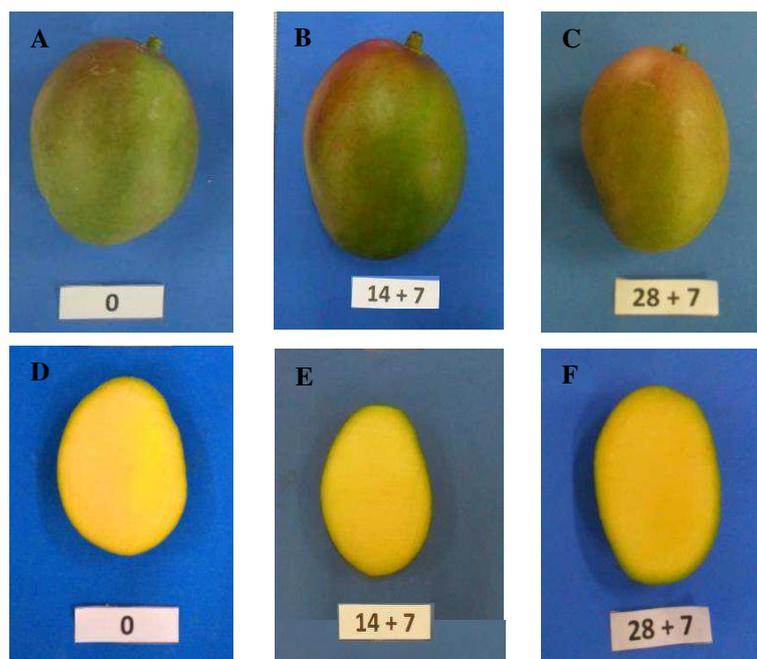


Figura 2.22 - Coloração da casca (A, B e C) e da polpa (D, E e F) dos frutos de manga ‘Tommy Atkins’ armazenados em atmosfera modificada por meio de cera de carnaúba mais embalagem XTend sob refrigeração (12°C) mais período adicional à temperatura de 25°C.

A variação da cor da polpa também foi marcada pelo aumento de *a* e *b* (Figuras 2.21D, F e 2.22ED, E, F), demonstrando a redução da cor verde e o incremento da cor amarela, característica da polpa de manga ‘Tommy Atkins’.

Pode-se observar na Figura 2.23 que houve acúmulo de 4,87% no teor de sólidos solúveis até o final do armazenamento, cujo intervalo de variação foi semelhante ao encontrado por Santos et al. (2011a), em estudos com mangas ‘Tommy Atkins’ revestidas com fécula de mandioca e amido de milho, também em função do tempo de armazenamento refrigerado + período adicional à 21°C. Aos vinte e um dias de armazenamento (14+7) o teor de sólidos solúveis, de 10,83, foi inferior ao obtidos para o mesmo período de armazenamento apenas em condições refrigeradas para o grupo controle do Experimento 1 (Item 5.3.1), o que indica que o armazenamento com período adicional em temperatura ambiente pode retardar o aumento dos sólidos solúveis nos frutos.

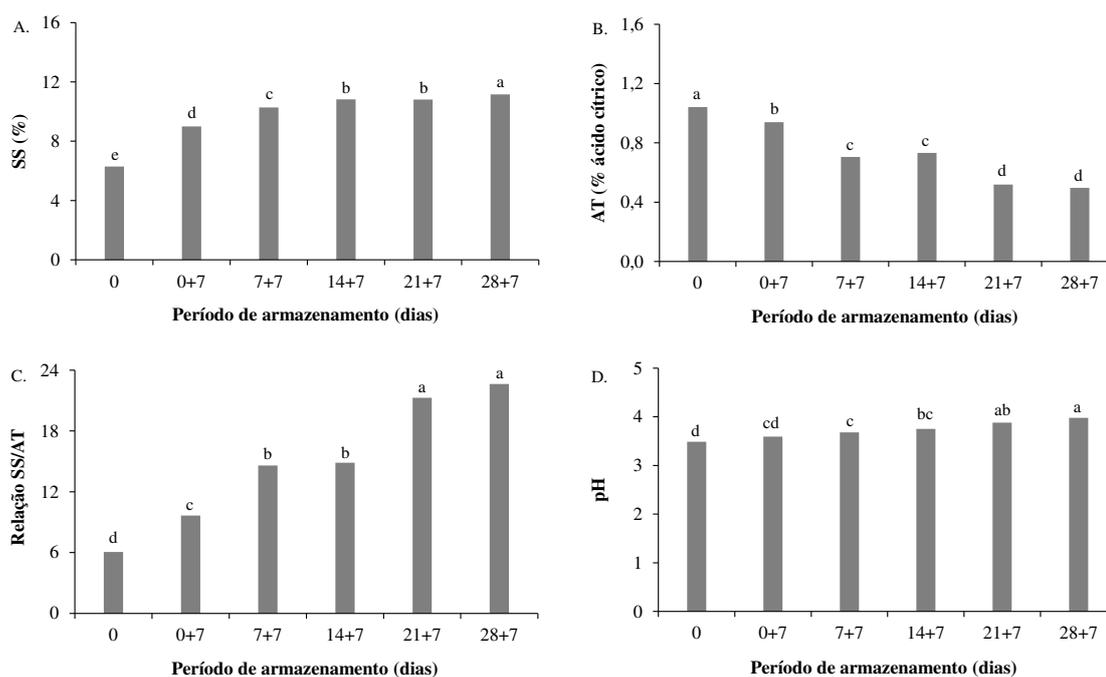


Figura 2.23 - Sólidos solúveis (A), acidez titulável (B), relação sólidos solúveis/acidez titulável (C) e pH (D) de frutos de manga ‘Tommy Atkins’ armazenados em atmosfera modificada por meio de cera de carnaúba mais embalagem XTend em refrigeração (12°C) mais período adicional à temperatura de 25°C. Colunas com mesma letra não se diferenciam pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A acidez titulável decresceu de 1,04 no ponto em que os frutos foram colhidos para 0,50% ao final do período de armazenamento. Essa redução foi semelhante à encontrada nos estudos de Santos et al. (2011c), que verificaram retardo no amadurecimento de mangas armazenadas em embalagens de polietileno, sob as mesmas variações de temperatura do presente trabalho.

Em consequência das alterações no teor de sólidos solúveis (SS) e na acidez titulável (AT), o armazenamento refrigerado, seguido pela exposição à condição ambiente, aumentou a relação SS/AT de 6,06 para 22,63, indicando que os frutos tenderam a ficar mais doces ao longo do armazenamento (Figura 2.23C). Estes valores foram inferiores aos observados por Carvalho et al. (2004) e Modesto (2013) estudando a mesma variedade. Contudo, frutos com baixo teor de SS e baixa AT podem apresentar relação elevada e, no entanto, serem insípidos. Desta forma, é preciso conhecer a fruta para se identificar, em estágio de maturação específico, a relação SS/AT desejável ou que represente o melhor sabor (BATISTA, 2010).

Durante o armazenamento observou-se aumento do pH (Figura 2.23D), o que reitera alguns estudos com manga (HOJO et al., 2009; TRINDADE; LIMA; ASSIS, 2015). As oscilações observadas neste trabalho foram pequenas, de 3,49 a 3,98, e possivelmente

decorrentes do período adicional com exposição dos frutos à temperatura de 25°C, que acelerou o processo de amadurecimento.

O teor de vitamina C reduziu significativamente logo aos sete dias de armazenamento (0+7), tendo em vista que este período corresponde à exposição dos frutos à temperatura ambiente por tempo integral (Figura 2.24). Quando utilizado a alternância de refrigeração e temperatura ambiente a diminuição foi menos acentuada.

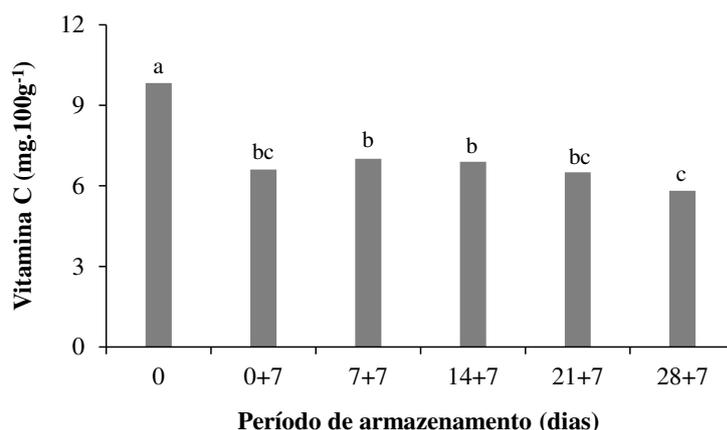


Figura 2.24 - Teor de vitamina C de frutos de manga ‘Tommy Atkins’ armazenados em atmosfera modificada por meio de cera de carnaúba mais embalagem XTend em refrigeração (12°C) mais período adicional à temperatura de 25°C. Colunas com mesma letra não se diferenciam pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Santos et al. (2011c) também verificaram decréscimo no teor de vitamina C durante o armazenamento refrigerado de mangas ‘Tommy Atkins’ seguido de temperatura ambiente. Porém, as variações verificadas pelos autores, ao revestir os frutos com cera de carnaúba ou embalá-los com filme de PVC foram menores (3,6% e 1,966%, respectivamente) do que as do presente trabalho, que foi de 16,9% de 7+7 para 28+7 dias de armazenamento.

5.4 Conclusões

Todas as variáveis analisadas sofreram alterações condicionadas à técnica, à temperatura e ao período de armazenamento.

O armazenamento refrigerado retardou a velocidade das reações de degradação, auxiliando na conservação dos frutos de manga ‘Tommy Atkins’.

A diminuição da concentração de CO₂ no interior das embalagens teve relação direta com a intensidade das alterações físicas e físico-químicas das mangas ‘Tommy Atkins’.

A utilização de revestimento de cera de carnaúba com embalagem flexível Xtend possibilitou o armazenamento de mangas ‘Tommy Atkins por 21 dias a $12 \pm 1^\circ\text{C}$, reduzindo a concentração de CO_2 na atmosfera de armazenamento, preservando características desejáveis como a firmeza, as dimensões, reduzindo a perda de massa e retardando a diminuição da acidez e do processo de degradação da cor da casca do fruto.

A utilização de cera de carnaúba com embalagem flexível Xtend no armazenamento refrigerado mais período adicional sem refrigeração resultou em frutos ainda verdes, com variações nas propriedades físico-químicas satisfatórias.

A firmeza foi um fator limitante na conservação dos frutos sobre as condições estudadas, permitindo o armazenamento de mangas cv. ‘Tommy Atkins’ por, no máximo, 14 dias a $12 \pm 1^\circ\text{C}$ mais sete dias a $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Referências

AGRA, N. G. **Secagem e Liofilização de Manga: Características físico-químicas, nutricionais e sensoriais**. 2006, 148 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande - PB, 2006.

AMARIZ, A.; LIMA, M. A. C.; TRINDADE, D. C. G.; SANTOS, A. C. N.; RIBEIRO, T. P. Recobrimentos à base de carboximetilcelulose e dextrina em mangas ‘Tommy Atkins’ armazenada sob refrigeração. **Ciência Rural**, v.40, n.10, p. 2199-2205, 2010.

ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.17, n.2, p. 87-97, 2014.

BATISTA, P. F. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante em frutas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco**. 2010. 162 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia. Área de Concentração: Agricultura Tropical) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2010.

BRAGA, L. R. **Características químicas e físicas de mamões do grupo solo submetidos a diferentes injúrias mecânicas**. 2004. 46 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia.) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 01, de 7 de Janeiro de 2000**. Brasília, 2000. Disponível em: <http://www2.agricultura.rs.gov.br/uploads/126989581629.03_enol_in_1_00_mapa.doc>. Acesso em: 04 jan. 2016.

BRITO, L. R.; BORGES, P. R. S.; SIEBENEICHLER, S. C.; CARVALHO, E. E. N.; LEAL, T. C. A. A. Effect of storage temperature and sanitation form on the quality of ‘Tommy

Atkins' mangoes produced at in Peixe-Tocantins State. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.4, n.1, p. 32-39, 2013.

CARVALHO, C. R. L.; ROSSETTO, C. J.; MANTOVANI, D. M. B.; MORGANO, M. A.; CASTRO, J. V.; BORTOLETTO, N. Avaliação de cultivares de mangueira selecionadas pelo Instituto Agronômico de Campinas comparadas a outras de importância comercial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 264-271, 2004.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL-FAEPE, 2005. 785 p.

CORDEIRO, M. H. M.; MIZOBUTSI, G. P.; SILVA, N. M.; OLIVEIRA, M. B.; MOTA, W. F.; SOBRAL, R. R. S. Conservação pós-colheita de manga var. Palmer com uso de 1-metilciclopropeno. **Magistra**, v. 26, n. 2, p. 102-113, 2014.

CORREIA, L. J. H. **Conservação da manga tipo espada em atmosfera modificada sob temperaturas de refrigeração**. 2005. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 2005.

DINIZ, M. D. M. S. **Propriedades texturais, físico-químicas, reológicas e enzimáticas da manga "Tommy Atkins" durante o armazenamento em atmosfera modificada sob refrigeração**. 2013. 159 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2013.

FAASEMA, J.; ALAKALI, J. S.; ABU, J. O. Effects of storage temperature on 1-methylcyclopropene-treated mango (*Mangifera indica*) fruit varieties. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 38, p. 289-295, 2014.

GUADARRAMA, A.; PEÑA, Y. Actividad respiratória vs. Variaciones físicas y químicas en la maduración de frutos de naranjita china (*Citrus x microcarpa* Bunge). **Bioagro**, v.25, n.1, p. 57-63, 2013.

HOA, T. T.; DUCAMP M. N. Effects of different coatings on biochemical changes of 'Cat Hoa Loc' mangoes in storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 48, p. 150-152, 2008.

HOJO, E. T. D.; ABREU, C. M. P.; ASMAR, S. A.; HOJO, R. H.; CÔRREA, A. D.; VILAS BOAS, E. V. B. Avaliação da qualidade de manga 'Palmer' tratada com 1-metilciclopropeno e armazenada sob refrigeração e condição ambiente. **Revista brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 1, p. 028-038, 2009.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos / coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea** - São Paulo, 2008, 1020p.

JERONIMO, E. M.; BRUNINI, M. A.; ARRUDA, M. C.; CRUZ, J. C. S.; FISCHER, I. H.; GAVA, G. J. C. Conservação pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins' armazenadas sob atmosfera modificada. **Semina: Ciências Agrárias**, v.28, n.3, p. 417-426, 2007.

JHA, S. N.; KINGSLEY, A. R. P.; CHOPRA, S. Physical and mechanical properties of mango during growth and storage for determination of maturity. **Journal of Food Engineering**, v. 72, p. 73-76, 2006.

LUCENA, E. M. P. **Desenvolvimento e maturidade fisiológica de manga ‘Tommy Atkins’ no Vale do São Francisco**. 2006. 152 f. Tese (Doutorado em Agronomia. Área de Concentração em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2006.

MEGALE, J. **Influência do estágio de maturação e da condição de armazenagem em parâmetros sensoriais, químicos e microbiológicos de manga, cultivar Palmer, semi processada**. 2002. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

MIGUEL, A. C. A.; DURIGAN, J. F.; BARBOSA, J. C.; MORGADO, C. M. A. Qualidade de mangas cv. palmer após armazenamento sob baixas temperaturas. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 398-408, 2013.

MODESTO, J. H. **Produtividade, sazonalidade e análises tecnológicas de frutos de cultivares de mangueira em condições subtropicais**. 2013. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP, 2013.

MOTA, W. F.; MARTINS, A. M.; ARAÚJO, M. W.; MIZOBUTSI, G. P.; LIMA, J. F.; MOREIRA, G. B. L. Utilização da atmosfera modificada com filme de pvc e cera na conservação pós-colheita de banana ‘prata anã’. **Magistra**, v. 24, n. 2, p. 108-115, 2012.

NASCIMENTO, L. M.; ARRUDA, M. C.; FSCHER, I. H.; FERRAZ, L. P.; FONSECA, M. B. Potencial de conservação de tangerina W Murcott: armazenamento refrigerado x atmosfera modificada. **Citrus Research & Technology**, v. 32, n. 3, p. 167-172, 2011.

NEVES, L. C.; BENEDETTE, R. M.; SILVA, V. X.; PRILL, M. A. S.; ROBERTO, S. R.; VIEITES, R. L. Qualidade pós-colheita de mangas, não-refrigeradas, e submetidas ao controle da ação do etileno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 094-100, 2008.

PEREIRA, T.; CARLOS, L. A.; OLIVEIRA, J. G.; MONTEIRO, A. R. Características físicas e químicas de goiaba cv. Cortibel (*Psidium guajava*) estocadas sob refrigeração em filmes X-tend. **Alimentos e Nutrição**, v. 16, n. 1, p. 11-16, 2005.

PINTO, L. K. A.; MARTINS, M. L. L.; RESENDE, E. D.; ALMEIDA, R. F.; VITORAZI, L.; PEREIRA, S. M. F. Influência da atmosfera modificada por filmes plásticos sobre a qualidade do mamão armazenado sob refrigeração. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 4, p. 744-748, 2006.

RAI, D. R.; OBEROI, H. S.; BABOO, B. Modified atmosphere packaging and its effect on quality and shelf-life of fruits and vegetables – An overview. **Journal of Food Science and Technology**, v. 39, n. 3, p. 199-207, 2002.

RAMAYYA, N.; NIRANJAN, K.; DUNCAN, E. Effects of modified atmosphere packaging on quality of ‘Alphonso’ mangoes. **Journal of Food Science and Technology**, v. 49, n. 6, p. 721–728, 2012.

ROCHA, R. H. C.; MENEZES, J. B.; MORAIS, E. A.; SILVA, G. G.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; ALVEZ, M. Z. Uso do índice de degradação de amido na determinação da maturidade da manga 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 302-305, 2001.

ROMBALDI, C. V.; TIBOLA, C. S.; FACHINELLO, J. C.; SILVA, J. A. Percepção de consumidores do rio grande do sul em relação a quesitos de qualidade em frutas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 681-684, 2007.

SANTOS, A. E. O.; ASSIS, J. S.; BERBERT, P. A.; SANTOS, O. O.; BATISTA, P. F.; GRAVINA, G. A. Influência de biofilmes de fécula de mandioca e amido de milho na qualidade pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.3, p. 508-513, 2011a.

SANTOS, A. E. O.; GRAVINA, G. A.; BERBERT, P. A.; ASSIS, J. S.; BATISTA, P. F.; SANTOS, O. O. Efeito da técnica hidrotérmico e diferentes revestimentos na conservação pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 1, n. 1, p. 140-146, 2011b.

SANTOS, A. E. O.; ASSIS, J. S.; BATISTA, P. F.; SANTOS, O. O. Utilização de atmosfera modificada na conservação pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins'. **Revista Semiárido de Visu**, v. 1, n. 1, p. 10-17, 2011c.

SANTOS, L. O.; DURIGAN, J. F.; MARTINS, R. N.; MORGADO, C. M. Conservação e qualidade de mangas 'Palmer' submetidas a tratamento com fungicidas e hidrotérmico. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 6, p. 1514-1521, 2010.

SEREK, M.; TAMARY, G.; SISLER, E. C.; BOROCHOV, A. Inhibition of ethylene induced cellular senescence symptoms by 1-methylcyclopropene, a new inhibitor of ethylene action. **Physiologia Plantarum**, v.94, p.229-232, 1995.

SERPA, M. F. P.; CASTRICINI, A.; MITSOBUI, G. P.; MARTINS, R. N.; BATISTA, M. F.; ALMEIDA, T. H. Conservação de manga com uso de fécula de mandioca preparada com extrato de cravo e canela. **Revista Ceres**, v.61, n.6, p. 975-982, 2014.

SILVA, D. F. P.; SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L.; CECON, P. R.; STRUIVING, T. B. Amadurecimento de manga 'Ubá' com etileno e carbureto de cálcio na pós-colheita. **Ciência Rural**, v. 42, n. 2, p. 213-220, 2012.

SILVA, F. A. S. **ASSISTAT Software**: Assistência Estatística. Versão 7.7 beta. 2014.

SOUSA, F. A. **Uso do índice de degradação de amido na indicação da qualidade de manga 'Tommy Atkins' injuriada por impacto**. 2014. 36 f. TCC (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências e Tecnologia Alimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal - PB, 2014.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Analisis de vitaminas**: métodos comprobados. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428p.

TORRES, R.; MONTES, E. J.; PÉREZ, O. A.; ANDRADE, R. D. Relación del color y del Estado de Madurez con las propiedades fisicoquímicas de Frutas Tropicales. **Información Tecnológica**, v. 24, n. 3, p. 51-56, 2013.

TRINDADE, D. C. G.; LIMA, M. A. C.; ASSIS, J. S. Ação do 1-metilciclopropeno na conservação pós-colheita de manga 'Palmer' em diferentes estádios de maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 9, p. 753-762, 2015.

VIEITES, R. L.; DAIUTO, E. R.; MORAES, M. R.; NEVES, L. C.; CAVALHO, L. R. Caracterização físico-química, bioquímica e funcional da jabuticaba armazenada sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, p. 362-375, 2011.

VILAS BOAS, B. M.; NUNES, E. E.; FIORINI, F. V. A.; LIMA, L. C. O.; VILAS BOAS, E. V. B.; COELHO, A. H. R. Avaliação da qualidade de mangas 'Tommy Atkins' minimamente processadas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p. 540-543, 2004.

YAMASHITA, F.; TONZAR, A. C.; FERNANDES, J. G.; MORIYA, S.; BENASSI, M. T. Embalagem individual de mangas cv. 'Tommy Atkins' em filme plástico: efeito sobre a vida de prateleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 288-292, 2001.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os parâmetros físicos e mecânicos, juntamente com a relação sólidos solúveis/acidez titulável e coloração da casca (valor *a*) e da polpa (valores de *a* e *b*) foram os que melhor caracterizaram a maturação dos frutos.

O ponto de colheita avaliado (135 DAF) foi considerado adequado para um bom amadurecimento dos frutos.

O armazenamento não refrigerado de mangas Tommy Atkins acelerou o amadurecimento, fazendo com que a vida útil dos frutos fosse de apenas sete dias.

O armazenamento utilizando-se cera de carnaúba com embalagem flexível Xtend conservaram as mangas 'Tommy Atkins' por 21 dias, sob refrigeração ($12 \pm 1^\circ\text{C}$) ou com período adicional à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Devido à relevância do estudo desenvolvido sugere-se pesquisas em outros ciclos culturais e para outras variedades de manga, a fim de auxiliar na tomada de decisão de produtores, quanto ao ponto de colheita e conservação dos frutos, para melhor planejamento da distribuição no mercado de destino.