

**Qualidade pós-colheita de manguitas armazenadas à temperatura ambiente**

**Postharvest quality of manguitas stored at room temperature**

**Calidad postcosecha de manguitas almacenadas a temperatura ambiente**

Recebido: 27/05/2020 | Revisado: 09/06/2020 | Aceito: 12/06/2020 | Publicado: 27/06/2020

**Maria Josikelvia de Oliveira Almeida**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3913-0449>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: [josikelvia@gmail.com](mailto:josikelvia@gmail.com)

**Vera Lúcia Régis Amorim**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9871-4006>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: [veraluciaregis2015@gmail.com](mailto:veraluciaregis2015@gmail.com)

**Josilene Izabel de Oliveira Almeida**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3852-5534>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: [josileneizabel58@gmail.com](mailto:josileneizabel58@gmail.com)

**Bruno Felipe de Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0518-9768>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: [brunofeoliveira014@gmail.com](mailto:brunofeoliveira014@gmail.com)

**Pahlevi Augusto de Souza**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7964-3193>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: [pahlevi10@hotmail.com](mailto:pahlevi10@hotmail.com)

**Carlos Farley Herbster Moura**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6309-509X>

Embrapa Agroindústria Tropical, Brasil

E-mail: [farley.moura@embrapa.br](mailto:farley.moura@embrapa.br)

**Marlene Nunes Damaceno**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3553-6740>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: [marlene@ifce.edu.br](mailto:marlene@ifce.edu.br)

**Sandra Maria Lopes dos Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9342-3931>

Faculdade de Tecnologia CENTEC- Sertão Central, Brasil

E-mail: [anisulivan@gmail.com](mailto:anisulivan@gmail.com)

### **Resumo**

Manguita é um fruto pouco estudado, comum na região Nordeste do Brasil, que se destaca pelo sabor doce e levemente ácido além do aroma agradável. Objetivou-se com este estudo avaliar a qualidade pós-colheita da manga var. Manguita armazenada a temperatura ambiente durante dez dias. Os frutos foram obtidos em Limoeiro do Norte, Ceará. Avaliou-se as características físicas, físico-químicas, composição centesimal, atividade antioxidante e bioativos. Os resultados foram analisados por meio de regressão, análise de variância e comparação de médias por teste de Tukey. A manguita se caracterizou como um fruto pequeno, arredondado e de elevado conteúdo de polpa, com caráter ácido e considerável disponibilidade de nutrientes, entre eles, açúcares, vitamina C e compostos bioativos. O armazenamento a temperatura ambiente não influenciou na aparência externa ou interna até o oitavo dia de armazenamento.

**Palavras-chave:** Bioativos; Composição; Frutos exóticos.

### **Abstract**

Manguita is a fruit understudied, common in the Northeast region of Brazil, which stands out for its sweet taste and slightly acid in addition to the pleasant aroma. The objective of this study was to evaluate the postharvest quality of mango var. Manguita stored at room temperature for 10 days. The fruits were obtained in Limoeiro do Norte, Ceará. The physical, physical-chemical, centesimal, antioxidant activity and bioactive characteristics were evaluated. The results were analyzed by means of regression, analysis of variance and the comparison of means by Tukey. The Manguita was characterized as a small, rounded fruit with a high pulp content, with acid character and considerable availability of nutrients, among them sugars, vitamin C and bioactive compounds. Storage at room temperature did not influence the external or internal appearance until the eighth day of storage.

**Keywords:** Bioactive; Composition; Exotic fruits.

### **Resumen**

La manguita es una fruta poco estudiada, común en la región noreste de Brasil, que destaca por su sabor dulce y ligeramente ácido, además del aroma agradable. El objetivo de este estudio fue

evaluar la calidad postcosecha del mango (var.) Manguita almacenada a temperatura ambiente durante diez días. Los frutos se obtuvieron en Limoeiro do Norte, Ceará. Se evaluaron las características físicas, fisicoquímicas, centesimales, la actividad antioxidante y compuestos bioactivos. Los resultados se analizaron mediante regresión, análisis de varianza y comparación de medias por Tukey. La Manguita se caracterizó por ser una fruta pequeña y redondeada con un alto contenido de pulpa, con carácter ácido y considerable disponibilidad de nutrientes, entre ellos azúcares, vitamina C y compuestos bioactivos. El almacenamiento a temperatura ambiente no influye en el aspecto externo o interno hasta el octavo día de almacenamiento.

**Palabras clave:** Bioactivo; Composición; Frutas exóticas.

## 1. Introdução

A inclusão de frutos no mercado, seja ele interno ou externo, requer padronização de suas características físicas, químicas e sensoriais, tanto por questões operacionais quanto por exigências dos consumidores que buscam, não somente produtos nutritivos, mas com qualidade elevada. O estudo e caracterização seja durante a produção, beneficiamento, armazenamento ou comercialização permite o fornecimento de frutos com propriedades ideais para venda e consumo.

A produção de frutos demanda a aplicação de técnicas pós-colheita adequadas para obtenção de frutos com qualidade físico-química e sensorial satisfatória, pois são parâmetros que influenciam diretamente na sua aceitação (Galindo et al., 2015; Chaves Neto & Silva, 2019; Souza et al., 2020). Porém, em se tratando da comercialização em feiras livres, supermercados e entrepostos de abastecimento nacionais, a maioria dos frutos, entre eles, a manga, são comercializados a temperatura ambiente.

A manga (*Mangifera indica* L.) é consumida em grande parte, em estado fresco. No Brasil é utilizada como matéria-prima pela indústria de bebidas não alcoólicas, por meio da elaboração de polpa congelada, sucos, néctares, refrescos, entre outros. É comercializada em pequena escala na forma de doces ou geleias ou em outras preparações e tem um grande potencial alimentício por fornecer carboidratos, vitaminas, carotenoides entre outros compostos geralmente relacionados com a saúde e a prevenção de doenças (Figuroa-Flórez et al., 2017; Silva Filho et al., 2015).

Entre os cultivares de manga mais atrativos para consumo e comércio estão a Espada, Haden, Keitt, Kent, Palmer, Rosa e Tommy Atkins, sendo atualmente os mais produzidos e comercializados, não apenas no Brasil como em outros países (Araújo et al., 2017). Existe os

cultivares comercializados apenas em mercados locais e alguns que não são destinados a venda, por apresentar características particulares e não se adequarem aos padrões exigidos para comercialização e por isso, muitos deles são desperdiçados, como a Manguita, por exemplo.

Estudos de caracterização física e química podem colaborar para o conhecimento aprofundado da fisiologia desses frutos, além de incentivar seu consumo na forma de fruta fresca ou processada pela população e ainda possibilitar a sua comercialização. Este trabalho teve como objetivo, avaliar a qualidade pós-colheita de Manguita armazenada à temperatura ambiente, durante 10 dias de armazenamento.

## **2. Metodologia**

O presente estudo trata-se de uma pesquisa experimental de ordem qualitativa, com obtenção de dados numéricos em laboratório, aos quais permitiram avaliar a influência do armazenamento em temperatura ambiente sobre os parâmetros determinantes para qualidade pós-colheita de Manguitas por meio de análises estatísticas (Pereira et al., 2018).

### **2.1 Material vegetal**

As Manguitas, foram obtidas em 2017, em uma propriedade rural no município de Limoeiro do Norte, Ceará, localizado a 05° 08' 44" S de latitude, 38° 05' 53" W de longitude, a 30 metros de altitude em relação ao nível do mar, com temperatura e pluviosidade média anuais de 27,6 °C e 762 mm, respectivamente. A colheita foi realizada manualmente para evitar danos aos frutos que em seguida foram encaminhados a Planta Piloto de Frutas e Hortaliças do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Limoeiro do Norte. Realizou-se uma segunda seleção para retirada de frutos defeituosos, lavagem para remoção de prováveis sujidades e sanitização com solução clorada a 100 ppm durante 15 minutos, seguidas de secagem natural.

### **2.2 Análises físicas**

Os frutos foram dispostos em bandejas de poliestireno expandido, totalizando cinco mangas em cada bandeja. As bandejas foram mantidas à temperatura ambiente com iluminação natural, simulando as gôndolas utilizadas para disposição dos frutos durante a comercialização, onde permaneceram durante 10 dias. A umidade relativa do ambiente foi acompanhada com o

auxílio de um Termo-higrômetro (Icel Manaus HT-208), nos períodos da manhã, tarde e noite. As amostras foram retiradas para as análises no primeiro dia de armazenamento e em seguida a cada dois dias.

Realizou-se a medida longitudinal e transversal dos frutos com o uso de paquímetro digital. O Índice de formato foi obtido por meio da relação entre o diâmetro longitudinal e transversal dos frutos (DL/DT). Adaptou-se uma escala de cinco pontos para avaliação do desenvolvimento de cor do epicarpo durante o armazenamento das manguitas, baseando-se no trabalho de Hiluey et al. (2005).

A cor instrumental foi determinada utilizando um colorímetro miniScan EZ (HunterLab, Osaka, Japão), utilizando o sistema CIELab realizando-se duas leituras por fruto. Os valores de Cromaticidade ( $(a^2 + b^2)^{0,5}$ ) e tonalidade ( $\tan^{-1}(b^*/a^*)$ ) foram posteriormente calculados segundo McGuire (1992).

Comparou-se a aparência externa dos frutos com uma escala de oito notas adaptada de Trindade et al. (2015) com modificações, onde 8 significa que o fruto está excelente, isento de manchas, injúrias ou lesões e podridões; 0 significa que o fruto está péssimo e com mais de 75% de dano, inaceitável. Baseando-se nessa escala, frutos com notas entre 5 e 0 não apresentam características adequadas para a comercialização. Para a avaliação da aparência interna dos frutos observou-se visualmente a presença de amolecimento, manchas e podridão no mesocarpo do fruto a cada dia de análise.

Para a determinação da perda de massa, pesou-se diariamente as amostras em balança semianalítica (Marte BL3200H). O resultado, expresso em porcentagem, foi calculado relacionando a massa ao final de cada tempo de análise com a massa inicial dos frutos.

A firmeza dos frutos foi avaliada em Texturômetro (modelo TA TX - Stable Micro System) com o probe cilíndrico de aço inoxidável com 5 mm de diâmetro e uma distância de 10 mm, realizando-se duas leituras por fruto e os resultados foram expressos em Newton.

Para o rendimento pesou-se as mangas inteiras e o mesocarpo, após extração, em balança semianalítica (Marte BL3200H), sendo os resultados obtidos dividindo-se a massa da matéria fresca do mesocarpo, pela massa da matéria fresca do fruto inteiro, expressos em porcentagem.

### **2.3 Análises físico-químicas**

A determinação pH do mesocarpo foi realizada por meio da utilização de potenciômetro digital portátil (Kasvi k39-0014PA). Os sólidos solúveis foram determinados em refratômetro

de Abbé digital Optronics e os resultados expressos em porcentagem. A acidez titulável foi determinada em aproximadamente um 1 g de amostra, por meio de titulação segundo metodologia da AOAC (2005). Os resultados foram expressos em ácido cítrico usando como fator de correção 0,6404. Determinou-se a relação entre os sólidos solúveis e acidez titulável dos frutos.

Para a determinação do conteúdo de amido realizou-se a extração do amido das amostras, segundo metodologia da AOAC (2005) e quantificação pelo método de DNS (Ácido 3,5-Dinitrosalicílico), segundo metodologia de Bernfeld (1955) e Miller (1959). Os resultados foram convertidos para amido utilizando-se o fator 0,9 e foram expressos em porcentagem.

Os açúcares redutores e não redutores foram determinados pelo método de DNS (Ácido 3,5-Dinitrosalicílico) segundo metodologias de Bernfeld (1955) e Miller (1959). Para a obtenção da curva padrão utilizou-se uma solução padrão de glicose. Os resultados foram expressos em porcentagem.

## **2.4 Composição centesimal**

Os parâmetros proteína, umidade, cinzas, e lipídios seguiram a metodologia descrita pela AOAC (2005). As análises ocorreram no primeiro, sexto e décimo dia de armazenamento. Já os carboidratos totais foram determinados por diferença enquanto a fibra bruta, determinada em analisador de fibras, seguindo-se metodologia da AOCS (2009). Os resultados foram expressos em porcentagem.

## **2.5 Atividade antioxidante e compostos bioativos**

Para a determinação de polifenóis extraíveis totais (PET) elaborou-se um extrato acetônico/metanólico a partir do mesocarpo triturado, seguindo-se a metodologia descrita por Rufino et al. (2010). Para a determinação da atividade antioxidante foi utilizado o mesmo extrato acetônico/metanólico utilizado na análise de PET. A determinação da capacidade antioxidante foi realizada pelo método de redução do ferro (FRAP) seguindo-se metodologia proposta por Rufino et al. (2010) e os resultados foram expressos em  $\mu\text{M}$  de sulfato ferroso/g. A determinação da capacidade antioxidante pela captura do radical livre ABTS $\bullet+$  foi realizada seguindo-se metodologia proposta por Rufino et al. (2010) e os resultados foram expressos em  $\mu\text{M}$  de Trolox/g.

O teor de vitamina C dos frutos foi determinado por titulometria de acordo com

metodologia da AOAC (2005) e os resultados foram expressos em mg/100 g. Para a determinação de carotenoides utilizou-se a metodologia sugerida por Rodriguez-Amaya (1997) onde quantificou-se o conteúdo de  $\beta$ -carotenos, zeaxantina e  $\alpha$ -carotenos e os resultados foram expressos em  $\mu\text{g/g}$ .

## 2.6 Delineamento experimental e análises estatísticas

Para a realização do experimento adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições de 5 frutos por parcela, onde os tratamentos foram os períodos de análise (0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias), totalizando 120 frutos no experimento. Para análise de regressão foram utilizados polinômios de até 3º grau e valor mínimo de R<sup>2</sup> 69%. Os valores obtidos na análise morfológica, índice de formato, composição centesimal, atividade antioxidante e compostos bioativos foram expressos como médias seguidas de desvio padrão, posteriormente aplicou-se análise de variância e para a comparação de médias aplicou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Os programas utilizados foram o OriginPro 8 SR0 para obtenção dos gráficos e o StatSoft Statistica 7.0 para a avaliação estatística dos dados.

## 3. Resultados e Discussão

Os frutos íntegros apresentaram massa fresca média de  $81,73 \pm 18,28$  g, comprimento médio de  $59,50 \pm 3,00$  mm, largura de  $58,03 \pm 2,25$  mm e índice de formato de  $1,03 \pm 0,04$  (Tabela 1); sendo, portanto, classificados como um fruto arredondado, o que pode facilitar as operações de limpeza e processamento no caso de aplicação industrial.

**Tabela 1** - Tamanho e formato de manga var. Manguita ao longo de 10 dias de armazenamento a temperatura ambiente de  $31,10 \pm 1,34$  °C e UR de  $42,64 \pm 6,75\%$ .

Tempo de armazenamento (Dias)	Parâmetros*		
	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Índice de Formato
0	$59,50^a \pm 0,72$	$58,03^a \pm 0,21$	$1,03^c \pm 0,02$
2	$57,55^{ab} \pm 1,83$	$55,94^a \pm 0,68$	$1,03^{bc} \pm 0,03$
4	$55,85^{bc} \pm 1,01$	$51,92^{bc} \pm 0,99$	$1,08^{ab} \pm 0,02$
6	$57,12^{abc} \pm 1,04$	$53,28^b \pm 1,22$	$1,07^{abc} \pm 0,02$
8	$55,26^{bc} \pm 1,83$	$52,86^b \pm 1,82$	$1,05^{abc} \pm 0,02$
10	$54,72^c \pm 1,05$	$50,16^c \pm 0,92$	$1,09^a \pm 0,02$

\*Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não apresentam diferença significativa ( $p \geq 0,05$ ) pelo teste de Tukey. Média  $\pm$  Desvio Padrão (n = 4). Fonte: autores.

Verificou-se que houve uma redução média do comprimento dos frutos com o passar dos dias de armazenamento e que ao décimo as amostras diferiram significativamente das amostras do primeiro e segundo dia de armazenamento; bem como a redução significativa das medidas de largura dos frutos a partir do quarto dia de armazenamento. Essas reduções causaram o aumento no índice de formato do fruto durante o amadurecimento, com **diferença** significativa do primeiro e segundo dia em relação ao décimo dia de armazenamento (Tabela 1).

Vasconcelos et al. (2020) ressalta que a perda de massa e achatamentos decorrentes da massa dos próprios frutos estão relacionados com as alterações do comprimento, largura e formato dos mesmos. Ao se realizar a comparação entre as Manguitas armazenada e a escala de cor visual, verificou-se que ao longo dos dez dias de armazenamento, o epicarpo de 75% das Manguitas analisadas passou de verde para amarela intensa indicando maturação plena (Figura 1).

**Figura 1** - Escala subjetiva de cor da manga var. Manguita.

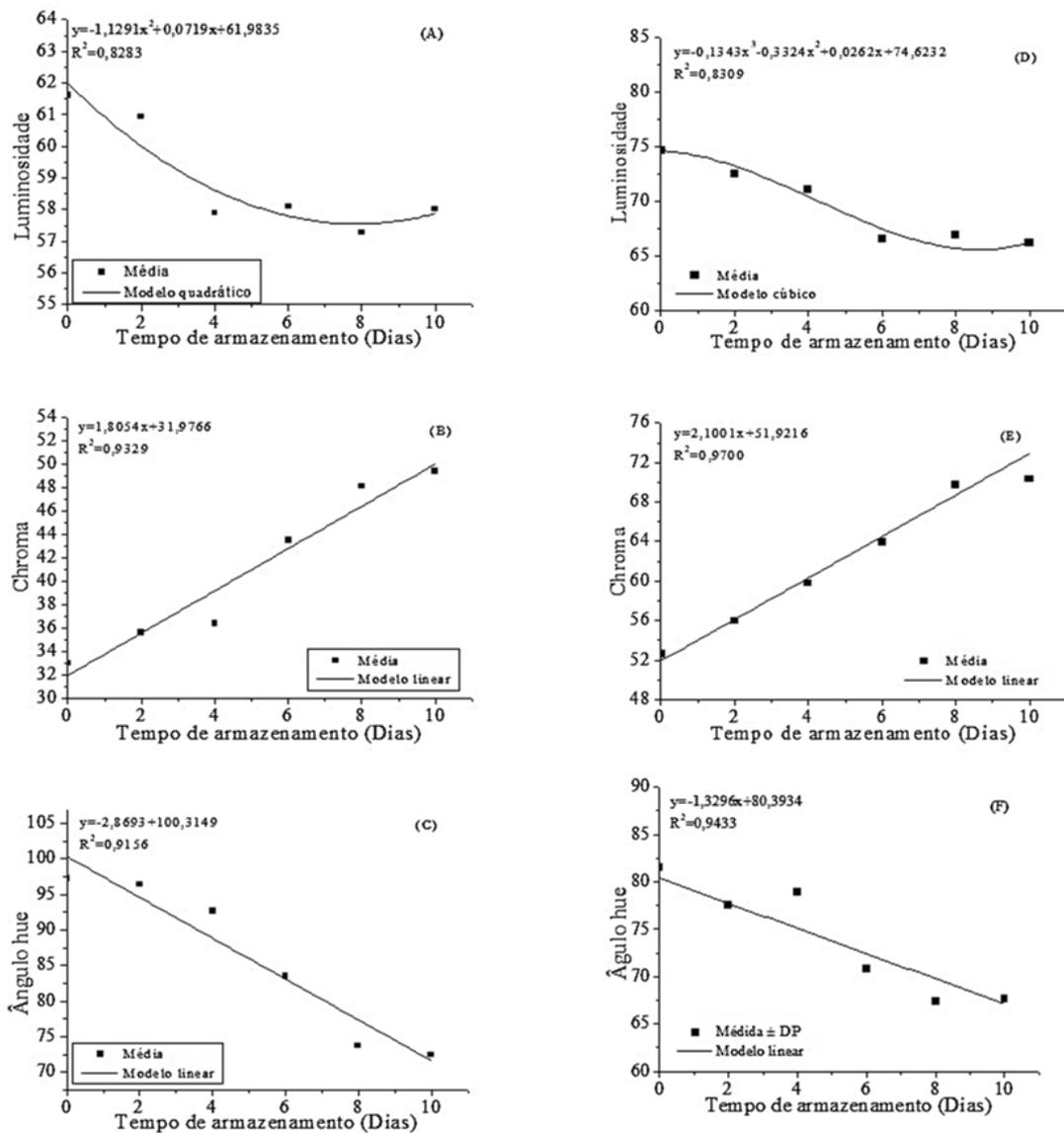


Legenda: 1 = Frutos com 100% do epicarpo verde; 2 = Frutos com até 75% do epicarpo verde; 3 = Frutos com 50% do epicarpo verde; 4 = Frutos com até 75% do epicarpo amarela; e 5 = Frutos com 100% do epicarpo amarela. Fonte: Adaptado de Hiluey et al. (2005).

Como se verifica na Figura 1, a mudança de cor iniciou-se após quatro dias de armazenamento quando as mangas passaram para o estágio 2 de maturação (75% do epicarpo na coloração verde). Após oito dias de armazenamento 65% das mangas apresentaram-se no estágio 4 ou 5, porém 35% ainda se encontravam no estágio 2. Ao final dos dez dias verificou-se que 25% das mangas ainda se encontravam no estágio 2 ou 3 de maturação.

Observou-se que a luminosidade do epicarpo (Figura 2A), e do mesocarpo (Figura 2D), da Manguita diminuiu no decorrer do tempo de armazenamento, podendo ser justificado pela rápida formação de pigmentos coloridos (Kour et al., 2018). A cor do seu epicarpo no início da maturação situou-se no segundo quadrante do diagrama de cores, entre verde e o amarelo; e ao final do armazenamento apresentou-se totalmente amarela (Figuras 2B e 2C).

**Figura 2** - Luminosidade, Chroma e Ângulo hue do epicarpo e do mesocarpo de manga var. Manguita ao longo de 10 dias de armazenamento a temperatura ambiente de  $31,10 \pm 1,34$  °C e UR de  $42,64 \pm 6,75\%$ .



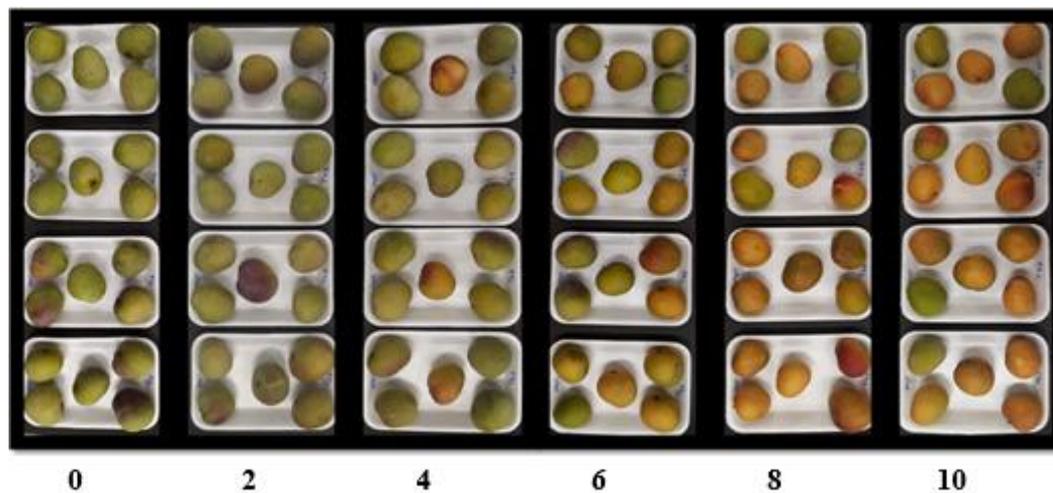
Legenda: (A) Luminosidade do epicarpo; (B) Chroma do epicarpo; (C) Ângulo hue do epicarpo; (D) Luminosidade do mesocarpo; (E) Chroma do mesocarpo; (F) Ângulo hue do mesocarpo. Fonte: autores.

No caso do mesocarpo a cor se localizou no primeiro quadrante entre o vermelho e o amarelo, passando de amarelo ao alaranjado ao longo do armazenamento, resultado do amadurecimento, sendo esta cor mais intensa quando comparada com os frutos no início do armazenamento (Figuras 2E e 2F). Segundo Gill et al. (2017), as alterações na coloração de mangas armazenadas em temperaturas elevadas são fenômenos comuns, uma vez que permitem maior velocidade dessas reações.

As alterações na aparência externa do fruto durante os dez dias de armazenamento a

temperatura ambiente podem ser observadas na Figura 3.

**Figura 3** - Manguita ao longo de 10 dias de armazenamento a temperatura ambiente de  $31,10 \pm 1,34$  °C e UR de  $42,64 \pm 6,75\%$ .



Fonte: autores.

A escala de 8 notas proposta para a avaliação da incidência de danos na aparência externa revelou que até o segundo dia de armazenamento, as mangas permaneceram isentas de manchas, injúrias e lesões em sua casca e com aspecto fresco. Ao quarto dia houve apenas redução no brilho e os frutos permaneceram com aparência ainda muito boa, característica mantida até o sexto dia de armazenamento (Nota 7), apresentando-se com muita boa qualidade para comercialização. No oitavo dia, as mangas apresentaram sinais leves de murcha e poucas manchas, caracterizando uma aparência regular (Nota 5). Ao décimo dia, o murchamento dos frutos apresentou maior avanço, reduzindo seu valor comercial, porém sem elevada quantidade de manchas (Nota 3). Mesmo após os dez dias de armazenamento não houve a presença de danos extremos ao fruto (Figura 3).

Não houve surgimento de podridão ou manchas escuras no mesocarpo da Manguita durante todo o período de armazenamento, ou seja, a aparência interna do fruto não apresentou sinais de desordem fisiológica.

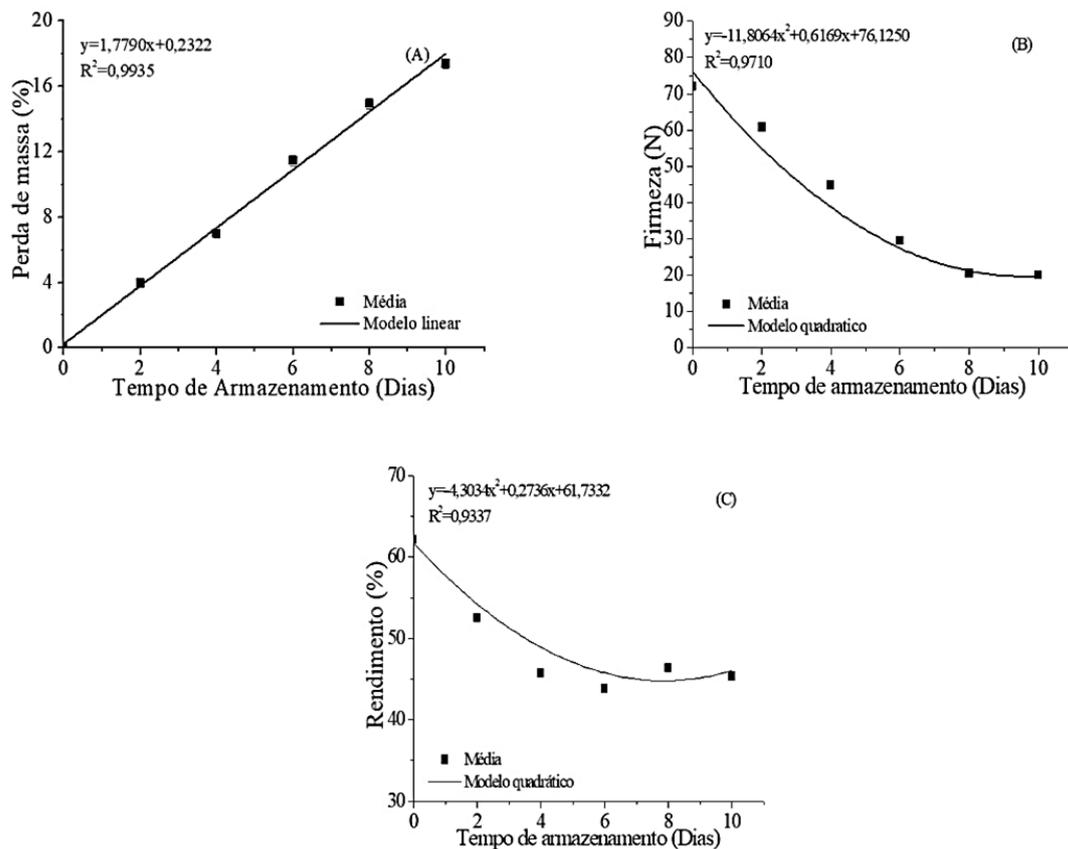
A perda de massa nas Manguitas aumentou gradualmente ao longo do tempo de armazenamento (Figura 4A). Verificou-se que até o oitavo dia as Manguitas se encontravam com perda de massa de 14,95% e como os frutos são vendidos, geralmente, em função da massa o ideal é que não ocorra uma perda excessiva. Não se localizou na literatura referência ao limite de perda de massa tolerado para mangas.

Foi observada uma redução de 71,53% na firmeza dos frutos no final do armazenamento

(Figura 4B). O amolecimento do mesocarpo é decorrente da quebra de pectinas pela ação de pectinases e da hidrólise do amido e açúcares que ocorrem naturalmente durante a maturação. Além disso, a firmeza também pode ser influenciada pela perda de água que ocorre durante a transpiração do fruto, que em temperatura ambiente é mais acentuada.

Um maior rendimento foi observado na Manguita verde (62,19%) (Figura 4C), este fato pode ser explicado pelas perdas ocorridas durante o descascamento e despulpamento manual aplicado no experimento, pois o rendimento de polpa de frutas pode sofrer variações a depender do tipo de extração utilizado.

**Figura 4** - Perda de massa, firmeza e rendimento do mesocarpo de manga var. Manguita ao longo de 10 dias de armazenamento a temperatura ambiente de  $31,10 \pm 1,34$  °C e UR de  $42,64 \pm 6,75\%$ .



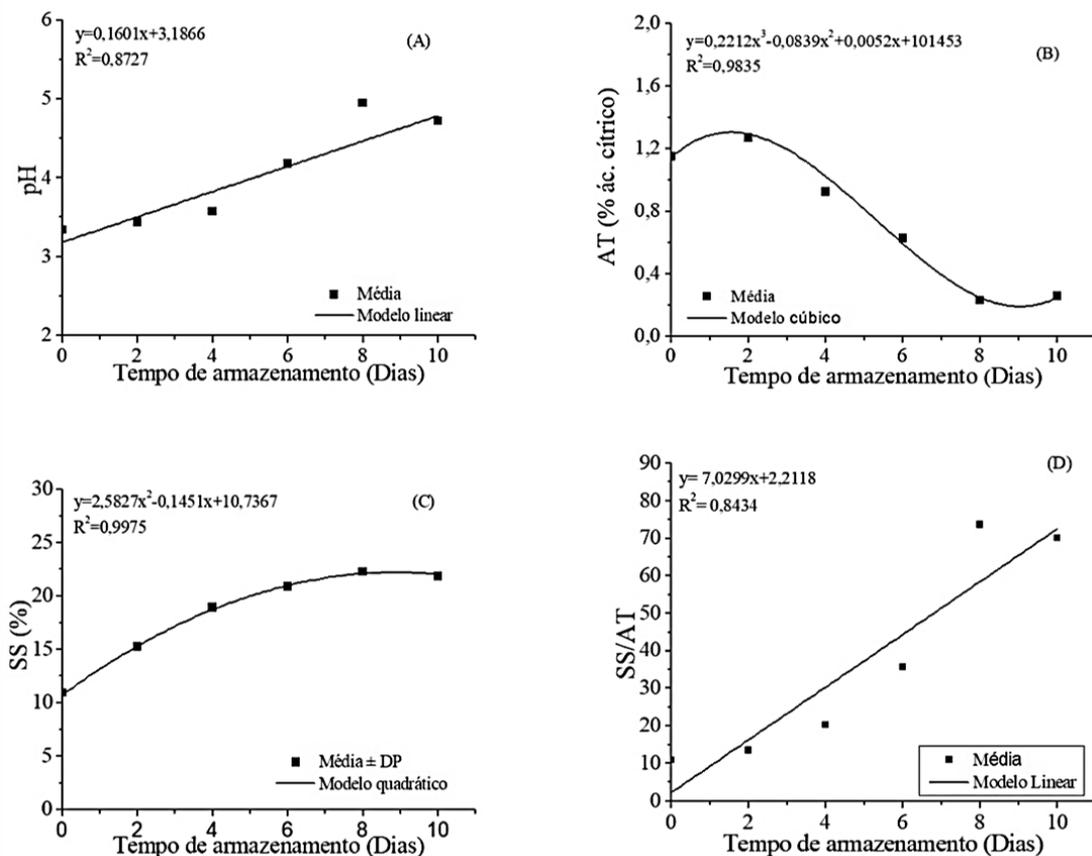
Legenda: (A) Perda de massa do fruto; (B) Firmeza do fruto; (C) Rendimento do mesocarpo. Fonte: autores.

Foi observado durante o período de armazenamento um aumento linear do pH, enquanto a acidez sofreu grande redução (Figura 5A e 5B). A redução da acidez em frutos é ocasionada pela realização dos processos metabólicos durante o amadurecimento dos frutos, resultado da elevada atividade respiratória e conversão de ácidos orgânicos em açúcares.

Os sólidos solúveis das Manguitas armazenadas a temperatura ambiente sofreram aumento com comportamento quadrático ao longo do armazenamento estabilizando-se a partir do sexto dia (Figura 5C). E a relação entre SS/AT também assumiu um aumento ao passar do tempo de armazenamento (Figura 5D).

A legislação vigente responsável pela determinação dos padrões de identidade e qualidade para polpas de frutas, estabelece valores mínimos de pH (3,50), sólidos solúveis (11 °Brix), acidez total (0,30 g/100 g) e ácido ascórbico (6,10 g/100 g) para polpa de manga (Brasil, 2018); com isso é possível afirmar que a polpa da Manguita se manteve dentro dos padrões exigidos durante os dez dias de armazenamento, com valores sempre superiores aos estabelecidos.

**Figura 5** - Potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável, sólidos solúveis e relação entre sólidos solúveis e acidez titulável do mesocarpo de manga var. Manguita ao longo de 10 dias de armazenamento a temperatura ambiente de  $31,10 \pm 1,34$  °C e UR de  $42,64 \pm 6,75\%$ .

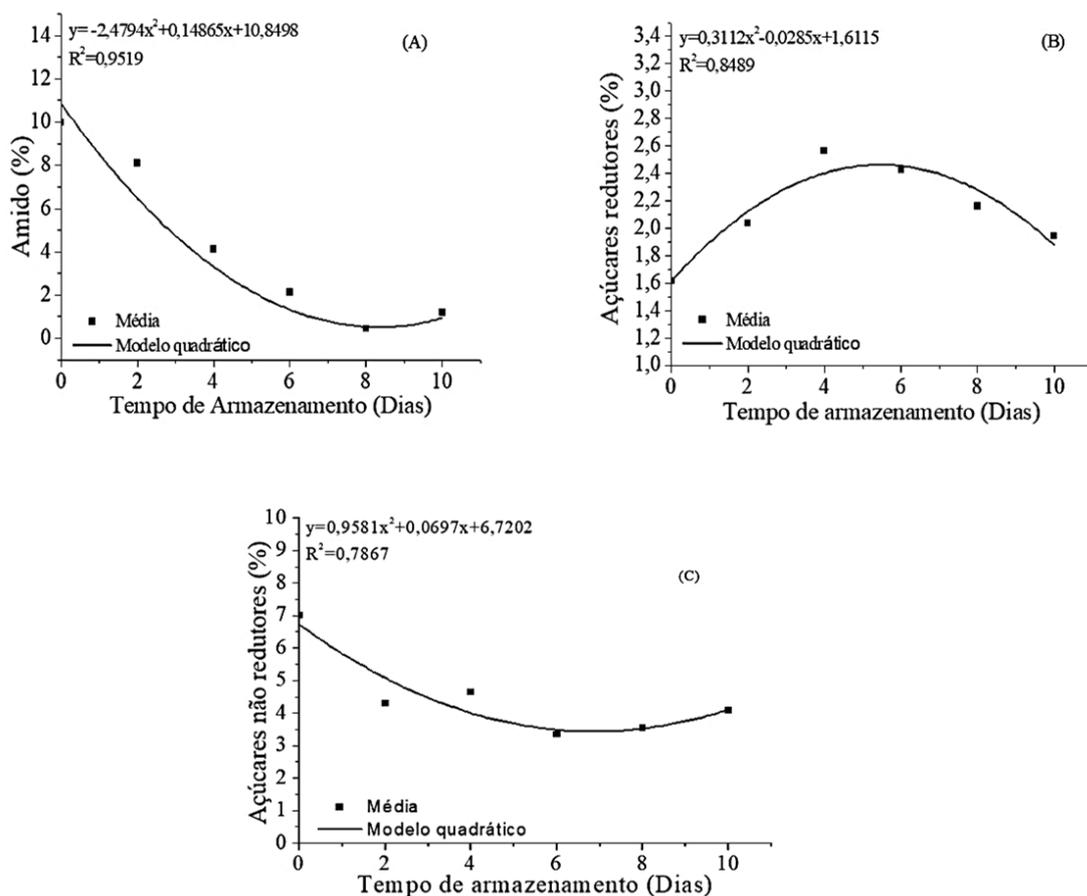


Legenda:(A) potencial hidrogeniônico, (B) acidez titulável, sólidos solúveis (C) e relação entre sólidos solúveis e acidez titulável. Fonte: autores.

Observou-se que ao passar do sexto dia de armazenamento a Manguita apresentou uma

queda brusca nos teores de amido (Figura 6A). O menor teor de amido a partir do oitavo dia, indica que o fruto aumentou seu consumo, e, portanto, mostrou prováveis sinais do início da senescência, onde ocorre maior consumo de energia durante os processos metabólicos do fruto. Levando-se em consideração a faixa de pH ótima para amilases de 4,5 sugerida por Freitas et al. (2014) é possível inferir que a partir do sexto dia de armazenamento (Figura 6A) houve maior ação da enzima sobre o conteúdo de amido do fruto.

**Figura 6** - Comportamento do amido, açúcares redutores e açúcares não redutores determinados no mesocarpo da manga var. Manguita ao longo de 10 dias de armazenamento a temperatura ambiente de  $31,10 \pm 1,34$  °C e UR de  $42,64 \pm 6,75$ %.



Legenda: (A) amido, (B) açúcares redutores e (C) açúcares não redutores. Fonte: autores.

A redução no conteúdo de açúcares redutores da Manguita a partir do oitavo dia (Figura 6B) ocorre em decorrência do uso da glicose e a frutose como principais fontes de energia durante a atividade respiratória e em processos metabólicos durante o amadurecimento dos frutos. Mesmo sofrendo uma queda com relação aos teores encontrados no início do amadurecimento, a sacarose foi o açúcar predominante na manguita madura (6C). O alto teor

de glicose, frutose e sacarose em frutos resultam em maior aceitação pelo consumidor (Santos et al., 2016).

A variedade estudada apresentou elevada umidade e não foram observadas diferenças significativas entre os teores de umidade encontrados nas amostras (Tabela 2). A elevada umidade está relacionada com o aumento da perecibilidade dos frutos, por meio de deteriorações causadas por microrganismos e por colaborar para o acontecimento de reações enzimáticas e químicas durante o amadurecimento e armazenamento prolongado dos mesmos.

**Tabela 2** - Composição centesimal de manga var. Manguita após 6 dias de armazenamento a temperatura ambiente de  $31,10 \pm 1,34$  °C e UR de  $42,64 \pm 6,75\%$ .

Parâmetros (%)	Tempo de Armazenamento (Dias)*		
	0	6	10
<b>Umidade</b>	78,44 <sup>a</sup> ± 1,71	77,99 <sup>a</sup> ± 1,93	78,48 <sup>a</sup> ± 1,80
<b>Cinzas</b>	0,54 <sup>a</sup> ± 0,14	0,69 <sup>a</sup> ± 0,28	0,69 <sup>a</sup> ± 0,08
<b>Lipídios</b>	0,14 <sup>a</sup> ± 0,06	0,05 <sup>b</sup> ± 0,01	0,06 <sup>b</sup> ± 0,03
<b>Proteínas</b>	0,54 <sup>a</sup> ± 0,15	0,76 <sup>ab</sup> ± 0,14	0,81 <sup>b</sup> ± 0,08
<b>Fibras</b>	0,87 <sup>a</sup> ± 0,12	0,63 <sup>b</sup> ± 0,10	0,63 <sup>b</sup> ± 0,12
<b>Carboidratos</b>	19,48 <sup>a</sup> ± 1,50	19,89 <sup>a</sup> ± 2,00	19,33 <sup>a</sup> ± 1,67
<b>TOTAL</b>		100	

\*Resultados expressos em base úmida. Médias seguidas de letras iguais, na linha, não apresentam diferença significativa ( $p \geq 0,05$ ) pelo teste de Tukey. Média ± Desvio Padrão (n = 4). Fonte: autores.

O conteúdo de cinzas não apresentou diferença estatística entre os valores obtidos nos três tempos de análise (Tabela 2), mas elevado quando comparado com o encontrado em Haden, Palmer e Tommy Atkins (Silva Filho et al., 2015). Os teores de cinza indicam presença de minerais que são necessários para desenvolvimento e manutenção do fruto.

Os principais benefícios associados à presença de micronutrientes em mangas são verificados desde a produtividade, onde a árvore pode passar a produzir em maior quantidade, dando origem a frutos com maior massa e com altos teores de sólidos solúveis e açúcares. Além de colaborar para a manutenção da qualidade do fruto, pois podem estar associados a redução da incidência de colapso interno. A deficiência de minerais pode resultar em desorganização celular, quebra da parede celular, redução na firmeza, entre outros distúrbios fisiológicos (Siddiq et al., 2017).

Verificou-se que as amostras de Manguita verde apresentaram maior conteúdo lipídico, diferindo significativamente das amostras dos tempos 6 e 10, que não diferiram entre si (Tabela 2). Esta redução pode estar associada com a ocorrência de oxidação lipídica durante o amadurecimento, consequência da alta respiração da Manguita, que é estimulada pela elevada

temperatura no ambiente de armazenamento (Spagnol et al., 2018).

No decorrer do amadurecimento verificou-se um aumento no conteúdo proteico e diferença significativa entres os valores obtidos no primeiro e último dia de armazenamento.

A Manguita se mostrou uma boa fonte de fibras, com teores superiores ao encontrado por Silva Filho et al. (2015) em manga Haden (0,28%). Observou-se uma redução no teor de fibras ao sexto dia, com valor estatisticamente diferente do valor obtido no primeiro dia de armazenamento e estatisticamente igual ao obtido no último dia (Tabela 2) e pode estar associada com a degradação dos polissacarídeos que compõem a parede celular e pode ser vantajosa.

Não ocorreu diferenças significativas entre os conteúdos de carboidratos obtidos para cada dia de armazenamento (Tabela 2). Os carboidratos são compostos utilizados como principal fonte energética para os frutos, e estão associados ao sabor adocicado resultantes da presença de sacarose, glicose e frutose (Siddiq et al., 2017).

Uma maior atividade antioxidante da Manguita foi registrada quando a polpa foi avaliada pela capacidade de redução do ferro (FRAP) quando comparada com capacidade de captura do radical ABTS•+ Entre o primeiro e o sexto dia de armazenamento não houve diferença estatística entre as médias encontradas por FRAP, porém o aumento da atividade antioxidante foi significativo após dez dias. Já para atividade antioxidante por ABTS•+ não houve diferença significativa entre as médias, já que não foi registrado variação na atividade (Tabela 3). Segundo Hoyos-Arbeláez et al. (2018) esses valores podem ser influenciados pelo conteúdo de fenólicos presentes e a quantidade de substâncias não-fenólicas com capacidade de eliminação de radicais e/ou atividade eletroquímica também podem interferir nesses resultados.

**Tabela 3** - Atividade Antioxidante e polifenóis extraíveis totais em manga var. Manguita ao longo de 10 dias de armazenamento a temperatura ambiente de  $31,10 \pm 1,34$  °C e UR de  $42,64 \pm 6,75\%$ .

Tempo de armazenamento (Dias)	Parâmetros*		
	FRAP ( $\mu\text{M}$ de Sulfato ferroso/g)	ABTS <sup>•+</sup> ( $\mu\text{M}$ de Trolox/g)	PET (mg/100 g)
0	$12,71^b \pm 0,09$	$3,39^a \pm 0,21$	$52,23^a \pm 7,59$
6	$11,34^b \pm 1,73$	$3,09^a \pm 0,24$	$34,83^b \pm 3,94$
10	$21,61^a \pm 3,12$	$3,28^a \pm 0,16$	$41,52^b \pm 1,81$

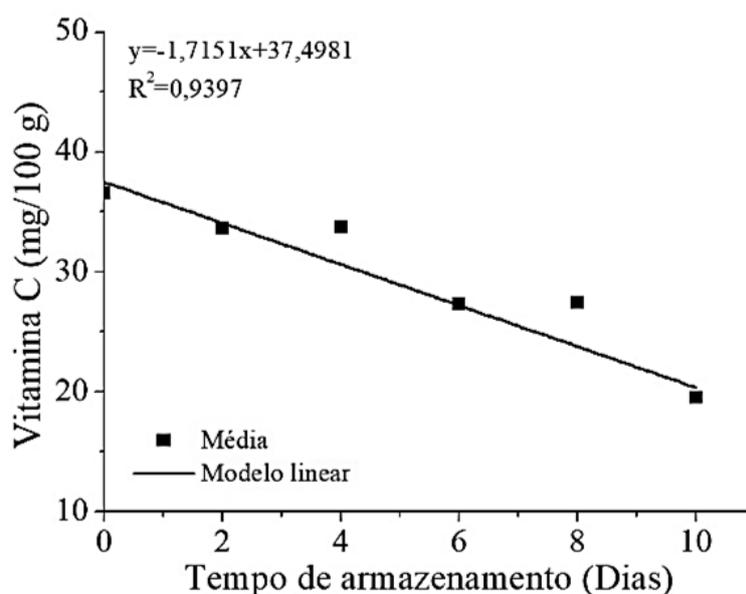
\*Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não apresentam diferença significativa ( $p \geq 0,05$ ) pelo teste de Tukey. Média  $\pm$  Desvio Padrão (n = 4). Fonte: autores.

A Manguita, assim como outras variedades de manga, é uma boa fonte de compostos bioativos (Tabela 3), que são de extrema importância na alimentação humana por trazerem diversos benefícios a saúde e a prevenção de algumas doenças crônicas, entre eles estão os polifenóis (Oliveira et al, 2020), pesquisados no presente estudo. Os polifenóis extraíveis totais na manguita, apresentaram uma redução significativa a partir do sexto dia de armazenamento com relação ao início do armazenamento (Tabela 3).

A redução ou aumento do conteúdo de fenólicos pode apresentar discrepâncias a depender do metabolismo da manga avaliada, além de serem influenciados pela variedade, maturação, nutrição e fatores externos; vale ressaltar que são compostos altamente relacionados com as características de sabor do fruto (Soethe et al., 2016; Almeida et al., 2020).

O comportamento do conteúdo de vitamina C dos frutos (Figura 7) indicou uma redução linear desde o tempo 0 (36,56 mg/100 g) até o último dia de armazenamento (19,53 mg/100 g). Por ser um antioxidante, a vitamina C age sobre os radicais livres, removendo o oxigênio e evitando as reações oxidativas do fruto, o que explicaria a redução do conteúdo de ácido ascórbico na Manguita durante o amadurecimento.

**Figura 7** - Vitamina C em manga var. Manguita ao longo de 10 dias de armazenamento a temperatura ambiente de  $31,10 \pm 1,34$  °C e UR de  $42,64 \pm 6,75\%$ .



Fonte: autores.

Observou-se que os conteúdos de  $\beta$ -carotenos, zeaxantinas e  $\alpha$ -carotenos foram semelhantes (Tabela 4), demonstrando um aumento ao passar dos dez dias de armazenamento. Houve diferença significativa entre as amostras analisadas em cada dia de armazenamento

avaliado para cada composto.

**Tabela 4** - Teores de carotenoides em manga var. Manguita ao longo de 10 dias de armazenamento a temperatura ambiente de  $31,10 \pm 1,34$  °C e UR de  $42,64 \pm 6,75\%$ .

Tempo de armazenamento (Dias)	Parâmetros*		
	$\beta$ -carotenos ( $\mu\text{g/g}$ )	Zeaxantina ( $\mu\text{g/g}$ )	$\alpha$ -carotenos ( $\mu\text{g/g}$ )
0	$9,04^c \pm 0,46$	$8,53^c \pm 3,79$	$9,11^c \pm 4,89$
6	$31,80^b \pm 0,08$	$32,92^b \pm 4,59$	$31,33^b \pm 4,31$
10	$48,17^a \pm 0,36$	$48,71^a \pm 5,49$	$47,88^a \pm 5,28$

\*Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não apresentam diferença significativa ( $p \geq 0,05$ ) pelo teste de Tukey. Média  $\pm$  Desvio Padrão (n = 4). Fonte: autores.

Meena e Asrey (2018) sugerem que a presença de polifenóis pode contribuir para o acúmulo de  $\beta$ -carotenos em mangas por existir uma certa sinergia entre os dois compostos, o que pode explicar o aumento significativo de  $\beta$ -carotenoides na Manguita durante os dez dias de armazenamento (Tabela 4).

Os valores de  $\beta$ -carotenos no mesocarpo da Manguita no sexto e décimo dia foram superiores aos encontrados em mesocarpo de manga Amrapali ( $9,24 \mu\text{g/g}$ ) (Meena et al., 2018). Os maiores teores de  $\beta$ -carotenos, zeaxantinas e  $\alpha$ -carotenos na Manguita, foram registrados ao décimo de armazenamento e pode ser observado pelo comportamento da cor da polpa do fruto, que apresentou a cor amarela bem definida, ao passar dos dias de armazenamento, confirmando, portanto, que a síntese de carotenoides é maior durante o amadurecimento da Manguita.

#### 4. Considerações Finais

O armazenamento em temperatura ambiente originou grandes alterações físicas e físico-químicas na Manguita permitindo identificar as mudanças ocorridas e a avaliação do comportamento dos seus componentes durante o processo de amadurecimento.

A Manguita apresentou uma vida útil de no máximo oito dias e suas características físicas, físico-químicas e centesimal ainda se apresentavam ideais para consumo. Verificou-se também uma grande influência sobre a coloração, perda de massa, firmeza, acidez, sólidos solúveis, pH, conteúdo de amido e açúcares, vitamina C e carotenoides. O fruto amadureceu de maneira uniforme no decorrer do armazenamento.

Sugere-se que estudos futuros abordem a avaliação da taxa respiratória da Manguita e a

influência do armazenamento sobre a mesma, bem como a aplicação de outras técnicas pós-colheita para a conservação de suas características, como o uso de revestimentos, embalagens e reguladores de etileno.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFCE – Limoeiro do Norte), a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio, financiamento da pesquisa e pelas bolsas concedidas aos autores.

### **Referências**

Almeida, J. I. O., Costa, F., Paulino, C. G., Almeida, M. J. O., Damaceno, M. N., Santos, S. M. L., & Farias, V. L. (2020). Effect of pasteurization on bioactive compounds and antioxidant activity of *Ziziphus joazeiro* Mart. fruit pulp. *Research, Society and Development*, 9(5), e135953245.

American Oil Chemist's Society - AOCS. (2009). *Official methods and recommended practices of the American Oil Chemist's Society*. (6<sup>a</sup> ed.) Champaign, IL, USA: AOCS.

Araújo, D. O., Moraes, J. A. A., & Carvalho, J. L. M. (2017). Fatores determinantes na mudança do padrão de produção e consumo da manga no mercado nacional. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 10, 51-73.

Association of Official Analytical Chemists - AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. (18<sup>a</sup> ed.). Gaithersburg, MD, USA: AOAC International.

Bernfeld, P. (1955).  $\alpha$ -and  $\beta$ -amylases. *Methods in Enzymology*, 1(1), 149-155.

Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2018). *Estabelecer, na forma dos Anexos desta Instrução Normativa, os parâmetros analíticos de suco e de polpa de frutas e a listagem das frutas e demais quesitos complementares aos padrões de identidade e*

qualidade já fixados pelo Ministro da Agricultura, Pecuária e Abastecimento através da IN MAPA nº 49, de 26 de setembro de 2018 para suco de fruta e polpa de fruta (Instrução Normativa Nº 37, de 1º de outubro de 2018). Diário Oficial da União.

Chaves Neto, J. R., & Silva, S. M. (2019). Caracterização física e físico-química de frutos de *Spondias dulcis* Parkinson de diferentes microrregiões do Estado da Paraíba. In *Colloquium Agrariae*, 15(2), 18-28.

Figueroa-Flórez, J. A., Barragán-Viloria, K., & Salcedo-Mendoza, J. G. (2017). Comportamiento reológico en pulpa edulcorada de mango (*Mangifera indica* L. cv. Magdalena river). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 18(3), 615-627.

Freitas, L. S., Martins, E. S., & Ferreira, O. E. (2014). Produção e caracterização de  $\alpha$ -amilase termoestável de *Syncephalastrum racemosum*. *Revista Brasileira de Biociências*, 12(4), 226-232.

Galindo, A., Noguera-Artiaga, L., Cruz, Z. N., Burló, F., Hernández, F., Torrecillas, A., & Carbonell-Barrachina, Á. A. (2015). Sensory and physico-chemical quality attributes of jujube fruits as affected by crop load. *LWT-Food Science and Technology*, 63(2), 899-905.

Gill, P. P. S., Jawandha, S. K., & Kaur, N. (2017). Transitions in mesocarp colour of mango fruits kept under variable temperatures. *Journal of food science and technology*, 54(13), 4251-4256.

Hiluey, L. J., Gomes, J. P., Almeida, F. D. A., Silva, M. S., & Alexandre, H. V. (2005). Avaliação do rendimento do fruto, cor da casca e polpa de manga tipo espada sob atmosfera modificada. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 7(2), 151-157.

Hoyos-Arbeláez, J., Blandón-Naranjo, L., Vázquez, M., & Contreras-Calderón, J. (2018). Antioxidant capacity of mango fruit (*Mangifera indica*). An electrochemical study as an approach to the spectrophotometric methods. *Food Chemistry*, 266, 435-440.

Kour, R., Singh, M., Gill, P. P. S., & Jawandha, S. K. (2018). Ripening quality of Dusehri mango in relation to harvest time. *Journal of food science and technology*, 55(7), 2395-2400.

- McGuire, R. G. (1992). Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27(12), 1254-1255.
- Meena, N. K., & Asrey, R. (2018). Tree age affects physicochemical, functional quality and storability of Amrapali mango (*Mangifera indica* L.) fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(9), 3255-3262.
- Miller, G. L. (1959). Uso de reagente ácido dinitrosalicílico para determinação da redução de açúcar. *Analytical Chemistry*, 31(3), 426-428.
- Oliveira, B. F., Nascimento, C. P., Dantas, C. E. A., Lima, I. V. S., Sarmiento, D. A., Silva, M. S. & Farias, V. L. (2020). Effect of enzymatic treatment on CCN-51 clone cacao pulping: physicochemical characteristics, polyphenols content and antioxidant activity. *Research, Society and Development*, 9(7), e142973999.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Disponível em: [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_Metodologia-PesquisaCientifica.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-PesquisaCientifica.pdf?sequence=1). Acesso em: 12 mai. 2020.
- Rodriguez-Amaya, D. (1997). Análisis de carotenoides. In: *Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición*. Chile: FAO Dirección de Alimentación y Nutrición.
- Rufino, M. S. M., Alves, R. A., Brito, E. S., Pérez-Jiménez, J., Saura-Calixto, F., & Mancini-Filho, J. (2010). Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, 121(4), 996-1002.
- Santos, M. R. P. V., Castro, J. C., Mardigan, L. P., Watanabe, R., & Clemente, E. (2016). Características físico-químicas, compostos bioativos, atividade antioxidante e enzimática de frutos da pitáia (*Hylocereus undatus*). *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, 10(1), 2081-2095.

- Siddiq, M., Brecht, J. K., & Sidhu, J. S. (2017). *Handbook of mango fruit: production, postharvest science, processing technology and nutrition*. 1 ed., USA: Wiley.
- Silva Filho, E. D., Figueirêdo, R. M. F., Queiroz, A. J. M., & Brasileiro, J. L. O. (2015). Variáveis físicas, químicas e reológicas da polpa integral da manga CV. Haden. *Revista Engenharia na Agricultura*, 23(5), 397-405.
- Soethe, C., Steffens, C. A., Amarante, C. V. T. D., Martin, M. S. D., & Bortolini, A. J. (2016). Qualidade, compostos fenólicos e atividade antioxidante de amoras-pretas 'Tupy' e 'Guarani' armazenadas a diferentes temperaturas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51(8), 950-957.
- Souza, I. C. C., Carvalho, A. C. B., Silva Neto, J. M. D., Fernandes, J. P. C., Rocha Junior, J. D., Araújo, F. M. M. C., & Melo, R. L. F. (2020). Physical and chemical characterization of tropical fruits of Northeast Brazil. *Research, Society and Development*, 9(6), e125963562.
- Spagnol, W. A., Silveira Junior, V., Pereira, E., & Guimarães Filho, N. (2018). Reducing losses in the fruit and vegetable chains by the analysis of shelf life dynamics. *Brazilian Journal of Food Technology*, 21, e2016070.
- Trindade, D. C. G. D., Lima, M. A. C. D., & Assis, J. S. D. (2015). Ação do 1-metilciclopropeno na conservação pós-colheita de manga 'Palmer' em diferentes estádios de maturação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 50(9), 753-762.
- Vasconcelos, L. H. C., Silva, F. A., Nascimento, L. M., & Vasconcelos, R. F. (2020). Post-harvest evaluation of 'Dekopon' tangerins submitted to the application of calcium chloride in pre-harvest. *Research, Society and Development*, 9(6), e132963638.

**Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Maria Josikelvia de Oliveira Almeida – 41%

Vera Lúcia Régis Amorim – 5%

Josilene Izabel de Oliveira Almeida – 5%

Bruno Felipe de Oliveira – 5%

Pahlevi Augusto de Souza – 10%

Carlos Farley Herbster Moura – 10%

Marlene Nunes Damaceno – 12%

Sandra Maria Lopes dos Santos – 12%