

Aplicação de revestimento à base de proteína do soro de leite na vida útil de mangaba

Application of whey protein coating on the shelf life of mangaba

William Cezar Trindade do Patrocínio¹, Kedinna Dias de Sousa², Marília Ribeiro Rodrigues Paixão³, Bárbara Soares Aires França⁴, Frank Freire Capuchinho⁵, Eli Regina Barboza de Souza⁶, Flávio Alves da Silva⁷

RESUMO

A mangaba é um fruto com alta atividade metabólica, necessitando tecnologias que prolonguem sua vida de prateleira. Dentre as tecnologias de baixo custo que auxiliam na manutenção da qualidade pós-colheita de produtos hortícolas, destacam-se os revestimentos comestíveis. Diante disso, objetivou-se avaliar o uso de revestimento à base de proteína do soro de leite nas características pós-colheita de mangaba. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 6, com quatro repetições. Os tratamentos foram quatro concentrações da proteína do soro de leite (0, 4, 6 e 8%) e seis tempos de análises (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias) armazenados em câmara fria a 10±1 °C e 90±9% UR. Avaliou-se a perda de massa, sólidos solúveis, pH, acidez titulável, ratio, firmeza e vitamina C. Os dados foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$) e, quando significativos, foi realizada a análise de regressão e teste de comparações de média. Conclui-se que os revestimentos até 4% são recomendados para o revestimento das mangabas e o estágio de maturação e a UR interferiram na atuação dos revestimentos como promotores de conservação.

Palavras-chave: *Hancornia speciosa* Gomes. Armazenamento. Refrigeração. Qualidade

ABSTRACT

Mangaba is a fruit with high metabolic activity and is very perishable, requiring technologies to extend its shelf life. Among the low-cost technologies that help maintain the post-harvest quality of horticultural products, edible coatings stand out. The aim of this study was to evaluate the use of a whey protein coating on the post-harvest characteristics of mangaba. A completely randomized design was used in a 4 x 6 factorial scheme, with four replications. The treatments were four whey protein concentrations (0, 4, 6, and 8%) and six analysis times (0, 3, 6, 9, 12, and 15 days) stored in a cold room at 10±1 °C and 90±9% RH. Mass loss, soluble solids, pH, titratable acidity, ratio, firmness, and vitamin C were evaluated. The data was subjected to analysis of variance ($p \leq 0.05$) and, when significant, regression analysis and mean comparison tests were carried out. It can be concluded that coatings of up to 4% are recommended for coating mangabas and that the stage of ripeness and RH interfered with the coatings' performance as preservation promoters.

Keywords: *Hancornia speciosa* Gomes. Storage. Refrigeration. Quality

¹ Mestre em Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Brasil

E-mail:

william.cezar17@hotmail.com

ORCID: 0000-0001-6390-4582

² Mestra em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Goiás, Brasil

ORCID: 0000-0002-6132-7766

³ Mestra em Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Brasil

ORCID: 0000-0003-4461-9019

⁴ Mestra em Agronomia, Universidade de Brasília, Brasil

ORCID: 0009-0002-0980-5318

⁵ Mestre em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Goiás, Brasil

ORCID: 0000-0001-7491-361X

⁶ Doutora em Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Brasil

ORCID: 0000-0001-6225-6122

⁷ Doutor em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Brasil

ORCID: 0000-0002-3619-755X

1. INTRODUÇÃO

A flora do cerrado é riquíssima em espécies com potencial valor econômico, mas são pouco consideradas. Há aquelas já bastante conhecidas por comunidades locais e regionais e com potencial para alcançar um mercado em curto ou médio prazo, mas certas espécies enfrentam obstáculos para se consolidarem no mercado regional, seja por desconhecimento científico dos aspectos biológicos, etapas de produção ou beneficiamento (WALTER et al., 2018).

Uma espécie nativa bastante conhecida da região Centro-Oeste é a mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes). É fonte de compostos bioativos, como carotenoides, vitamina C e vitamina E, possuindo alta atividade antioxidante (CARDOSO et al., 2014). Para o processamento, a polpa de mangaba é muito apreciada para a fabricação de sorvetes (PERFEITO et al., 2015).

As mangabas não são produzidas em escala comercial, logo a sua colheita ainda se dá de forma extrativista. Portanto, adotar técnicas de baixo custo que auxiliem na manutenção da qualidade por mais tempo é essencial para os produtores desta fruta, visto que é uma cultura importante para a agricultura familiar (ALMEIDA et al., 2020).

Sendo a mangaba um fruto com alta atividade metabólica, a mesma atinge o seu completo amadurecimento em poucos dias caso não seja adotada as tecnologias necessárias para sua conservação. Quando maduro esse fruto tem vida útil curta, de três dias a 20 °C e nove dias quando colhidas ainda na maturidade fisiológica (SIQUEIRA et al., 2018). O mesmo foi constatado por Morgado et al. (2020), que avaliando os compostos bioativos e atividade antioxidante de mangabas maduras armazenadas a 22 °C verificaram período de apenas dois dias para sua vida útil.

Uma das tecnologias que visam a conservação pós-colheita de frutas é o revestimento à base de proteína de soro de leite. A utilização de filmes e revestimentos comestíveis serve para conservar os produtos hortícolas após a colheita, podendo ser produzidos a partir de diferentes materiais naturais, atuando como uma barreira contra a deterioração ou contaminação, preservando as vitaminas e minerais (FELLOWS, 2019; FELICIO et al., 2021) e melhorando a qualidade do produto (HENRIQUES et al., 2016).

O soro de leite possui alto valor funcional e nutritivo podendo ser utilizado como revestimento comestível (YOSHIDA; ANTUNES, 2009). Revestimentos à base de proteína do soro de leite são biodegradáveis, mecanicamente fortes, contribuindo para minimizar injúrias mecânicas, são relativamente permeáveis à água e funcionam como

barreira ao oxigênio (O₂) e dióxido de carbono (CO₂) (GUILBERT et al., 2002; CERQUEIRA et al., 2011).

O uso de revestimentos à base de proteína do soro de leite tem demonstrado benefícios à manutenção da qualidade de frutas, podendo entender seu período de armazenamento e tempo de prateleira. Estudos indicam que mangabas revestidas com proteína do soro de leite na concentração de 4% a 25 °C apresentaram maiores teores de vitamina C, maior firmeza e pouca perda de peso quando comparado ao revestimento com amido e o controle (sem recobrimento) (SIQUEIRA et al., 2017). Fatias de bananas revestidas com proteína do soro de leite obtiveram menor perda de água em comparação às não revestidas (MORITZ et al., 2009). Em figos, o revestimento de proteína do soro de leite a 4% minimizou as perdas físico-químicas do fruto à temperatura ambiente em relação ao tratamento sem revestimento (PINTO et al., 2020).

Neste sentido, a aplicação de técnicas para reduzir os danos pós-colheita é imprescindível para manter a qualidade de mangaba ao longo do armazenamento, uma vez que o fruto apresenta vida útil extremamente curta, fazendo com que sua comercialização ainda seja limitada. Dessa forma, objetivou-se avaliar o uso de revestimento à base de proteína do soro de leite em diferentes concentrações na qualidade pós-colheita e vida útil de mangaba.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os frutos de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) foram colhidos no mês de novembro de 2022 e conduzido o experimento no mesmo mês, provenientes da coleção de plantas nativas da Universidade Federal de Goiás, no município de Goiânia - GO, nas coordenadas geográficas, latitude 16°35'12" S, longitude 49°21'14" W e 730 m de altitude. De acordo com a classificação de Köppen, o clima é do tipo Aw (quente e semi-úmido, com estação seca de maio a setembro) (SILVA et al., 2017a) e solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico, com textura média e levemente ondulado (EMBRAPA, 2013).

Os frutos foram colhidos em diferentes plantas com o auxílio de um podão, quando atingiram seu estágio de maturação fisiológica, caracterizados pela coloração amarelo-esverdeado e levemente duros (MARIANO-NASSER et al., 2016).

Após a colheita, os frutos foram transportados em bandejas de polipropileno (PP) até o Laboratório de Horticultura da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás (UFG), em Goiânia – GO. No laboratório, os frutos foram selecionados manualmente

visando à uniformização do lote, sendo retirados aqueles que apresentaram mínimo grau de defeitos e injúria. Os frutos, antes da aplicação dos tratamentos, foram higienizados em solução de hipoclorito de sódio a 2%, por 10 minutos, sendo em seguida enxaguados em água destilada, visando a retirada e paralisação do efeito do sanitizante, e, posteriormente, retirado o excesso da água sobre o produto.

Foi adotado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial duplo 4x6 (concentração de proteína do soro de leite x dias de armazenamento), com quatro repetições e quatro frutos por unidade experimental.

As concentrações de proteína do soro de leite utilizadas como revestimento nos frutos foram: 0 (controle e sem revestimento), 4, 6 e 8% de proteína. O revestimento foi formulado a partir de 4, 6 e 8% de proteína do soro de leite comercial (whey protein com proteína isolada) para cada tratamento, sendo acrescido o volume de 2% de glicerol (agente plastificante), 2% de gelatina incolor para auxiliar no revestimento e fixação do mesmo, e completado o volume em 100% com água destilada. Para o preparo do revestimento, a solução de água, glicerol e gelatina incolor foi solubilizada e aquecida a 90 °C por 30 min em banho-maria e posteriormente resfriada até atingir temperatura média de 25 °C. Após o resfriamento, adicionou-se o whey protein à solução, de acordo com cada concentração. Os frutos foram imersos duas vezes na solução de revestimento à base do soro de leite e colocados sobre bandejas de poliestireno expandido (EPS) para secagem. O fundo da bandeja foi preenchido com uma fina camada da solução para que na parte inferior os frutos não ficassem descobertos (SIQUEIRA et al., 2017).

Após a aplicação do revestimento, os frutos foram armazenados refrigerados em câmara fria a 10±1 °C e 90±9% UR, por um período de 15 dias, sendo as análises realizadas a cada 3 dias (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias após o armazenamento). As avaliações de qualidade realizadas foram: perda de massa, sólidos solúveis, pH, acidez titulável, ratio (SS/AT), firmeza e vitamina C. A perda de massa foi calculada a partir do peso inicial (dia 0) e do peso fresco das frutas no dia de cada avaliação, em balança analítica, de acordo com a equação 1.

$$PM (\%) = [(PI - PA)]/PI \times 100 \quad (1)$$

Em que: PM: Perda de massa; PI: Peso inicial da fruta (g) e PA: peso da fruta no dia da análise (g).

Os sólidos solúveis foram determinados por leitura refratométrica, com refratômetro digital portátil (marca Reichert, Brix/RI-Chek), seguindo a recomendação da AOAC (2016). A acidez titulável foi determinada por titulação de 5 g de amostra da polpa de mangaba homogeneizada e diluída até o volume total de 100 mL de água destilada. A titulação foi feita com solução padronizada de hidróxido de sódio (NaOH) a $0,1 \text{ mol L}^{-1}$, tendo como indicador fenolftaleína a 1%. Os resultados foram expressos em porcentagem (%) de ácido cítrico (AOAC, 2016)

O pH das mangabas foi determinado utilizando-se um potenciômetro portátil Foodcare HI98161, com precisão de $\pm 0,06$ e compensação automática de temperatura (AOAC, 2016). O ratio foi determinado pela relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável (TRESSLER; JOSLYN, 1961).

A firmeza dos frutos foi determinada com o auxílio de um penetrômetro portátil, sendo utilizado a ponteira de prova cilíndrica de 5 mm de diâmetro. Para essa análise os frutos foram posicionados no sentido longitudinal, sendo realizadas uma leitura por fruto. Os resultados foram expressos em Newton (N).

O teor de ácido ascórbico foi quantificado pela adição de 5 mL de polpa de mangaba em um balão volumétrico de 50 mL, o qual foi completado com solução extratora de ácido oxálico a 2% ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$). Após a filtragem da amostra diluída, uma alíquota de 10 mL foi usada para a determinação quantitativa do ácido ascórbico, por meio de titulação oxidativa com 2,6-diclorofenolindofenol a 0,02%, sendo o ponto de viragem detectado visualmente pela coloração rósea claro (BENASSI; ANTUNES, 1988). Os resultados foram expressos em $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ de ácido ascórbico.

Os dados foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$) e, quando significativos, foi realizada a análise de regressão. Encontrando diferença significativa para as doses, utilizou-se ainda o teste de Tukey ($p < 0,05$). Para as análises estatísticas foi utilizado o Software Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância das mangabas submetidas a diferentes concentrações do revestimento e dias de armazenamento na temperatura de $10 \text{ }^\circ\text{C}$ é mostrada na Tabela 1. Observa-se que houve interação significativa para a variável firmeza, enquanto a perda de massa há diferença significativa para os fatores de maneira isolada. Para as demais variáveis há diferença significativa ($p \leq 0,05$) apenas para o fator dias de armazenamento.

Tabela 1. Quadrados médios (QM), graus de liberdade (G.L.) e níveis de significância para as variáveis perda de massa (PM), sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (AT), ratio (SS/AT), firmeza (FIR) e vitamina C (VIT C) em mangabas submetidas a diferentes concentrações do revestimento à base da proteína do soro de leite (R) e dias de armazenamento (D).

| Fator | G.L. | PM | SS | pH | AT | RATIO | FIR | VIT C |
|---------|------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------|---------------------|
| | | QM | QM | QM | QM | QM | QM | QM |
| R | 3 | 5,54* | 0,17 ^{NS} | 0 ^{NS} | 0,01 ^{NS} | 6,21 ^{NS} | 104,52* | 27,56 ^{NS} |
| D | 5 | 59,62* | 10,25* | 0,26* | 0,24* | 78,93* | 213,67* | 122,26* |
| RxD | 15 | 0,37 ^{NS} | 2,17 ^{NS} | 0,01 ^{NS} | 0,02 ^{NS} | 4,03 ^{NS} | 56,5* | 4,92 ^{NS} |
| Resíduo | 48 | 0,42 | 1,81 | 0,03 | 0,03 | 11,17 | 22,8 | 10,93 |
| Total | 71 | - | - | - | - | - | - | - |
| CV (%) | - | 19,4 | 10,46 | 3,69 | 22,83 | 18,92 | 9,94 | 16,81 |

*Significativo a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$) e ^{NS}Não significativo pelo teste F.

Para a perda de massa observa-se a disposição dos tratamentos ao longo dos dias avaliados, com maior valor para o revestimento com 8% de proteína de soro de leite, com média de 6,05% no 12º dia de armazenamento (Figura 1). Os revestimentos com 4%, 6% e 8% de proteína do soro de leite conferiram às mangabas maior perda de massa quando comparado ao controle, sendo que o tratamento com 4% não apresentou diferença significativa em relação ao tratamento controle (Tabela 2).

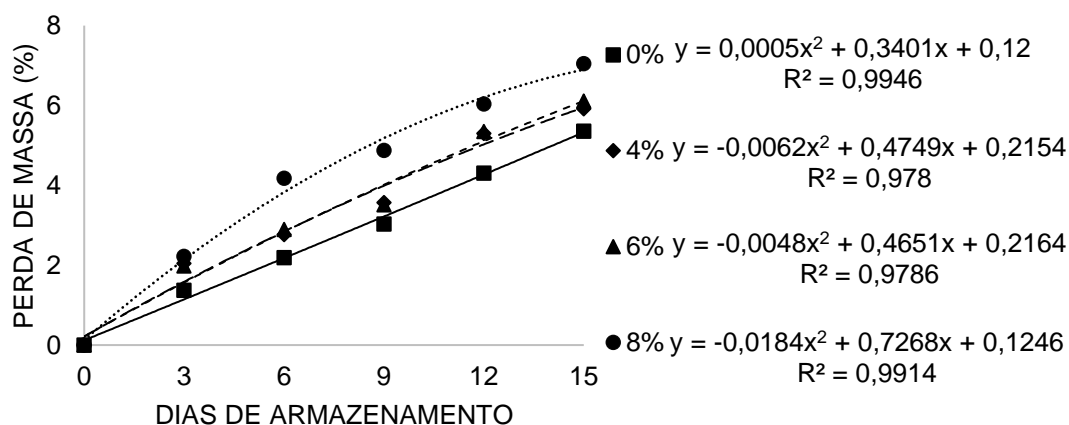


Figura 1. Perda de massa de mangabas submetidas ao armazenamento refrigerado por 15 dias com revestimento em diferentes concentrações da proteína do soro de leite

Tabela 2. Valores médios da perda de massa em mangabas submetidas ao revestimento com diferentes concentrações de proteína do soro de leite

| Revestimento de proteína (%) | Média |
|-------------------------------------|--------------|
| 0 | 2,71 c |
| 4 | 3,27 bc |
| 6 | 3,31 b |
| 8 | 4,06 a |
| CV (%) | 19,4 |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). CV: Coeficiente de variação

O tratamento controle (sem o uso de revestimento) foi o tratamento que apresentou menor perda de massa ao final dos 15 dias chegando a 5,38% (Figura 1). Diferente do encontrado por Siqueira et al. (2017), em que as mangabas revestidas com proteína de soro de leite a 4% e armazenadas a 25 °C apresentaram menor perda de massa em relação aos frutos sem revestimento.

Possivelmente, as maiores perdas de massa conferidas às concentrações do revestimento podem ser explicadas pelo glicerol utilizado na formulação da cobertura, pois é muito sensível à umidade relativa do ambiente por permitir a movimentação das moléculas de água para fora do filme (THOMAZINE et al., 2005; ALLEONI et al., 2006). De acordo com Cisneros-Zevallos e Krochta (2003) a alta umidade relativa do ambiente afeta a permeabilidade dos revestimentos hidrofílicos, concordando com o presente estudo em que a umidade relativa foi de $90 \pm 9\%$. Devido sua natureza hidrofílica, os recobrimentos proteicos constituem fraca barreira à troca de água (KESTER; FENNEMA, 1988).

Observa-se que os sólidos solúveis apresentaram oscilação nos valores em todos os tratamentos ao longo do armazenamento com todas as concentrações do revestimento decrescendo a partir do dia 0 e aumento a partir do 9º dia. Maiores valores de sólidos solúveis foram encontrados utilizando 6% e 4% da proteína no 15º dia, apresentando 13,96 e 13,76 °Brix, respectivamente (Figura 2). Comportamento semelhante foi observado por Felicio et al. (2021) em mangabas revestidas com quitosana, whey protein, ácido láctico e fécula de mandioca. O aumento dos sólidos solúveis durante o amadurecimento pode estar relacionado à diminuição da acidez titulável, pois durante o processo respiratório os ácidos orgânicos são convertidos a açúcares aumentando o teor na amostra (RUIZ-MARTÍNEZ et al., 2020) ou com o processo de amadurecimento e degradação de polissacarídeos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

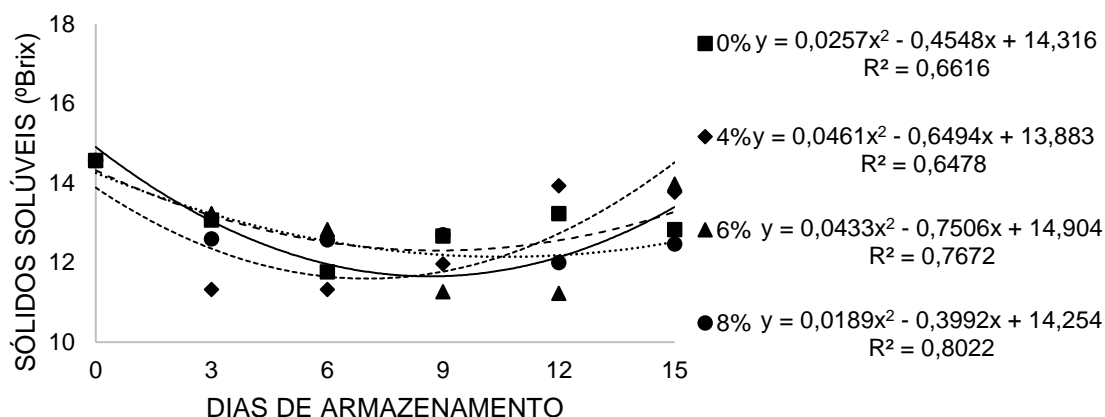


Figura 2. Sólidos solúveis de mangabas submetidas ao armazenamento refrigerado por 15 dias com revestimento em diferentes concentrações da proteína do soro de leite

A oscilação no teor de sólidos solúveis em frutos de mangaba ao longo do armazenamento pode ser explicada pela variabilidade das frutas durante a colheita apresentando maturidade fisiológica diferente (FELICIO et al., 2021), pois o tratamento controle apresentou maiores médias ao 9º e 12º dia de armazenamento com posterior queda no último dia, quando comparado ao revestimento a 6% de proteína (Figura 2).

No pH das mangabas há um aumento a partir do primeiro dia em todas as concentrações da cobertura. Nas mangabas submetidas às concentrações de 6 e 8% a partir do 12º o pH apresentou 4,57 e 4,53, respectivamente, com diminuição até o último dia das avaliações, com 4,42 e 4,44, respectivamente (Figura 3).

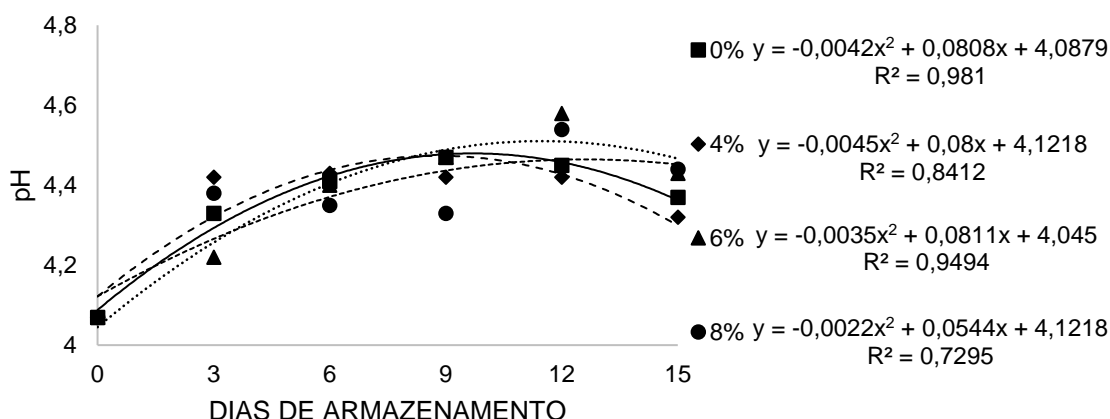


Figura 3. pH de mangabas submetidas ao armazenamento refrigerado por 15 dias com revestimento em diferentes concentrações da proteína do soro de leite

O pH tende a aumentar com a diminuição da acidez, pois os ácidos orgânicos são utilizados como substrato no processo respiratório (ROCHA et al., 2001; CHITARRA;

CHITARRA, 2005), fato ocorrido no presente estudo (Figura 4). O aumento do pH é devido à quebra dos ácidos com o processo respiratório e aumento na concentração de ácidos orgânicos durante a maturação (KUMAR; SAINI, 2021). Estes autores também observaram um aumento no pH dos tomates revestidos com proteína do soro de leite. O pH das mangabas do presente estudo foi superior ao encontrado por Mariano-Nasser et al. (2016), no qual as mangabas ao final do armazenamento apresentaram 3,75.

A partir do dia 0 houve queda nos valores de acidez titulável em todas as concentrações do revestimento com proteína atingindo valores no último dia de armazenamento de 0,69% e 0,75% de ácido cítrico para o tratamento controle e para o revestimento a 4%, respectivamente (Figura 4). A tendência é que a acidez titulável diminua com o armazenamento, visto que os ácidos funcionam como substratos para o processo respiratório ou são convertidos em açúcares (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

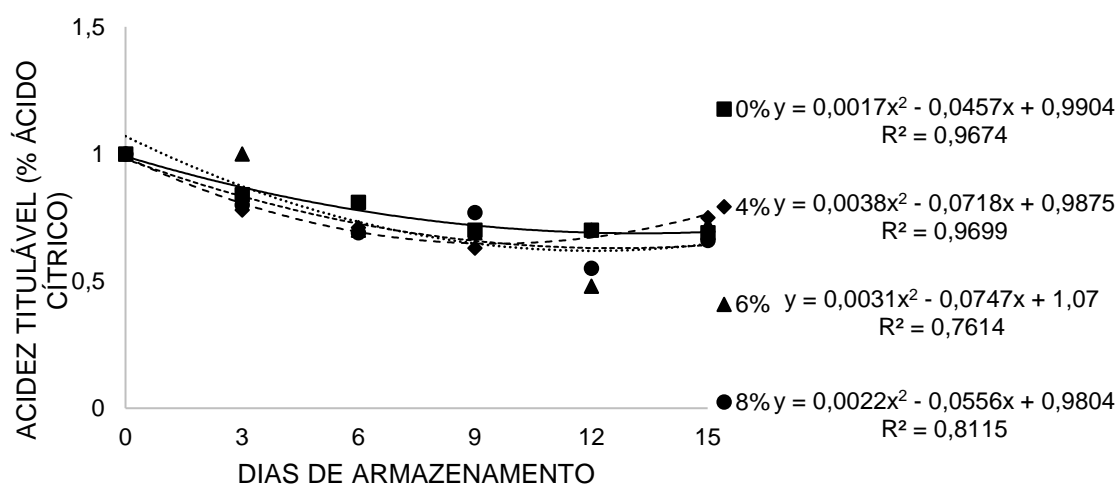


Figura 4. Acidez titulável de mangabas submetidas ao armazenamento refrigerado por 15 dias com revestimento em diferentes concentrações da proteína do soro de leite

No penúltimo dia observa-se menores médias de acidez titulável para o revestimento a 6 e 8% de proteína com posterior aumento até o último dia das avaliações. O mesmo foi encontrado por Felicio et al. (2021) com mangabas revestidas com proteína do soro de leite que aumentaram no fim do armazenamento e atribuíram tal feito à característica inerente do fruto durante o amadurecimento. Outra hipótese para o aumento da acidez titulável é a liberação dos ácidos galacturônicos pela degradação da parede celular durante o amadurecimento do fruto (ALVES et al., 2000).

Na variável ratio (SS/AT) o tratamento controle e com 4% de proteína de soro do leite apresentaram um aumento até o final das avaliações, com média de 18,91 e 18,81,

respectivamente, no 15^o dia. As mangabas revestidas com 6 e 8% de proteína de soro do leite apresentaram um aumento expressivo e posterior queda no 12^o dia, onde as médias chegaram a 23,46 e 22,17, respectivamente (Figura 5).

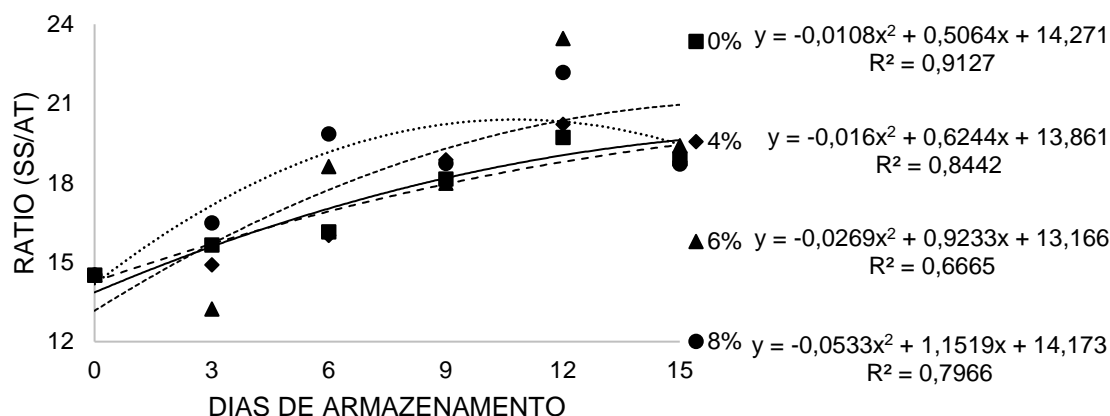


Figura 5. Ratio (SS/AT) de mangabas submetidas ao armazenamento refrigerado por 15 dias com revestimento em diferentes concentrações da proteína do soro de leite

O ratio (SS/AT) é um indicativo de palatabilidade, indicando o grau de amadurecimento de frutas, bem como o sabor, pelo equilíbrio entre doçura e acidez (JUNIOR et al., 2008). Os valores aqui encontrados no ratio estão dentro do observado por Nascimento et al. (2014) com mangabas maduras in natura, que variou de 14,76 a 28,80, indicando potencial uso para fins industriais com a polpa desta fruta, que pode ser utilizada para o processamento de produtos adocicados como doces, geleias, picolés e sorvetes.

Pela Tabela 3 observa-se que o tratamento controle (sem uso de revestimento) atingiu maiores valores de firmeza no último dia com 51,38 N e não variou ao longo do armazenamento, não se diferenciando dos revestimentos a 4% e 6%, estes com 44,86 e 42,06 N, respectivamente, no 15^o dia de armazenamento. A menor média foi encontrada no revestimento a 8% no 15^o dia de armazenamento sendo esta a única concentração que se diferiu do controle no último dia avaliado, apresentando 37,35 N (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios da firmeza em mangabas submetidas ao revestimento com diferentes concentrações de proteína do soro de leite

| Dias de armazenamento | Revestimento de proteína (%) | | | |
|-----------------------|------------------------------|------------|------------|-------------|
| | 0 | 4 | 6 | 8 |
| 0 | 54,91 Aa | 54,91 Aa | 54,91 Aa | 54,91 Aa |
| 3 | 44,01 Ab | 51,46 ABab | 55,58 Aa | 52,13 ABab |
| 6 | 51,37 Aa | 42,97 Ba | 51,59 Aba | 42,66 Bca |
| 9 | 45,93 Aa | 41,8 Ba | 48,73 ABa | 39,8 Ca |
| 12 | 54,59 Aa | 41,5 Bb | 45,87 ABab | 47,02 ABCab |
| 15 | 51,38 Aa | 44,86 ABab | 42,06 Bab | 37,35 Cb |
| CV (%) | 9,94 | 9,94 | 9,94 | 9,94 |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). CV: Coeficiente de variação

O revestimento que apresentou menor firmeza pode ser explicado pela perda de massa do fruto (Tabela 1) (KUMAR; SAINI, 2021). Outra possível explicação é que os frutos revestidos com a proteína começaram a senescer devido à concentração interna de gases provocando o amadurecimento (CISNEROS-ZEVALLOS; KROCHTA, 2003). Dessa forma, podemos concluir a senescência dos frutos através da variável ratio que serve como um indicativo de maturação (Figura 5).

Para a vitamina C houve diferença estatística para o fator tempo. O tratamento com revestimento a 8% apresentou menores médias com 17,99 mg/100 g de ácido ascórbico, sendo os maiores valores encontrados no tratamento controle, com 20,94 mg/100 g. Há quedas nos valores desde o início do armazenamento, com destaque para o tratamento controle, que melhor manteve a vitamina nas frutas até o último dia de avaliação (Figura 7), variando de 24,44 mg 100 g⁻¹ de ácido ascórbico no dia 0 a 18,21 mg 100 g⁻¹ de ácido ascórbico no 15º dia. A diminuição da vitamina C nos frutos pode estar atribuída ao processo de amadurecimento e degradação (KLEIN, 1987).

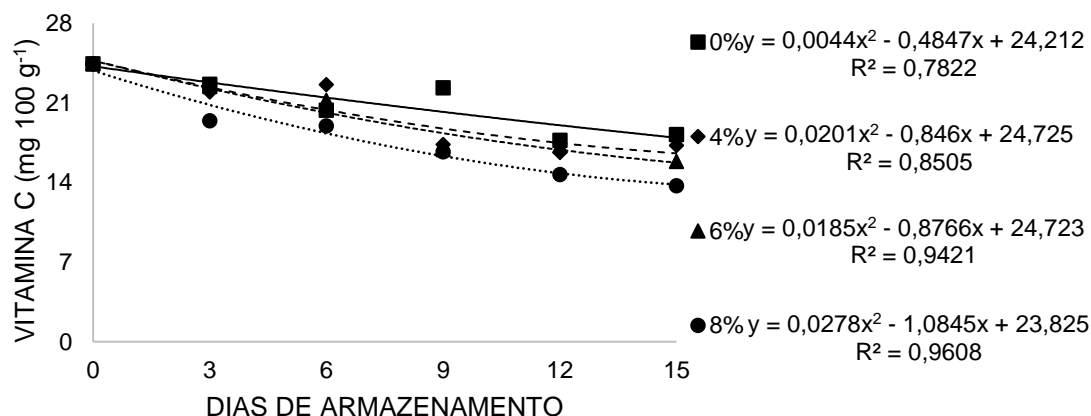


Figura 7. Vitamina C de mangabas submetidas ao armazenamento refrigerado por 15 dias com revestimento em diferentes concentrações da proteína do soro de leite

O conteúdo de ácido ascórbico no presente estudo foi inferior ao encontrado por Silva et al. (2017b) em mangabas, variando de 158,68 a 414,81 mg 100 g⁻¹ de ácido ascórbico e mais próximo ao encontrado por Perfeito et al. (2015) em mangabas colhidas em diferentes estágios de maturação, sendo 5,72 (mg 100 g⁻¹), 34,57 (mg 100 g⁻¹) e 59,16 (mg 100 g⁻¹) nos estágios verde, semi maduro e maduro, respectivamente. Os diferentes teores de vitamina C das mangabas nas diferentes pesquisas está relacionada às condições edafoclimáticas e genéticas que as plantas estão submetidas (CAMPOS et al., 2011), bem como ao estágio de maturação (PERFEITO et al., 2015).

4. CONCLUSÕES

A aplicação do revestimento até 4% de proteína de soro de leite é recomendada.

De maneira geral, o estágio de maturação interferiu na atuação dos revestimentos como promotores de conservação, bem como a alta umidade relativa que proporcionou aos revestimentos baixa eficácia ocasionando no amadurecimento dos frutos.

REFERÊNCIAS

- ALLEONI, A. C. C.; JACOMINO, A. P.; ROSA, A. S. Recobrimento de Laranja “Pêra” com filme de concentrado proteico de soro de leite associado a plastificantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 8, p. 1221-1226, 2006.
- ALMEIDA, F. L. C.; OLIVEIRA, E. N. A. de; ALMEIDA, E. C.; SILVA, L. N. da; SANTOS, Y. M. G. dos; LUNA, L. C. Estudo sensorial de bebidas alcóolicas de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes). **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 23, e2019208, 2020.
- ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H. A.C.; MOURA, C.F.H. **Caracterização de frutas nativas da América latina**. Jaboticabal: Funep, 2000.
- AOAC, G. W. **Official methods of analysis of AOAC International**. Rockville: AOAC International, 2016.
- BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A comparison of metaphosphoric and oxalic acids as extractants solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 31, n. 4, p. 507-513, 1988.
- CAMPOS, R. P.; KNOCH, B.; HIANE, P. A.; RAMOS, M. I. L.; RAMOS FILHO, M. M. 1-MCP em Mangabas armazenadas em temperatura ambiente e a 11°C. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, 206-212, 2011.

CARDOSO, L. de M.; REIS, B. de L.; OLIVEIRA, D. da S.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) from the Brazilian Cerrado: nutritional value, carotenoids and antioxidant vitamins. **Fruits**, v. 69, n. 2, p. 89-99, 2014.

CERQUEIRA, T. S.; JACOMINO, A. P.; SASAKI, F. F.; ALLEONI, A. C. C. Recobrimento de goiabas com filmes proteicos e de quitosana. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 216-221, 2011.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2005.

CISNEROS-ZEVALLOS, L.; KROCHTA, J.M. Whey protein coatings for fresh fruits and relative humidity effects. **Journal of Food Science**, v.68, p.176-181, 2003.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3 ed. Brasília: EMBRAPA, 2013.

FELICIO, N. T. F.; FERREIRA, S. M.; OLIVEIRA, T. M. de; MORAES, E. R. de; SOARES, D. S. B. Effect of biodegradable coatings on the shelf life of *Hancornia speciosa*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 51, e64825, 2021.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2019.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2014.

GUILBERT, S.; GONTARD, N.; MOREL, M.H.; CHALIER, P.; MICARD, V.; REDL, A. Formation and properties of wheat gluten films and coatings. In: GENNADIOS, A. (eds.) **Protein-Based Films and Coatings**. Boca Raton: CRC Press, p.69-121, 2002.

HENRIQUES, M.; GOMES, D.; PEREIRA, C. Whey protein edible coatings: Recent developments and applications. In: NEDOVIC, V.; RASPOR, P.; LEVIC, J.; SAPONJAC, V. T.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. (eds.) **Emerging and Traditional Technologies for Safe, Healthy and Quality Food**, Switzerland, p. 177-196, 2016.

JUNIOR, M. S. S.; CALIARI, M.; VERA, R.; SOUZA, A. G. Conservação pós-colheita de mangaba sob refrigeração e modificação da atmosfera de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 2, p. 78-86, 2008.

KESTER, J.J.; FENNEMA, O.R. Edible films and coatings: A review. **Food Technology**, v.42, p.47-59, 1988.

KLEIN, B. P. Nutritional consequences of minimal processing of fruits and vegetables. **Journal Food Quality**, v. 10, p. 179-193, 1987.

KUMAR, A.; SAINI, C. S. Edible composite bi-layer coating based on whey protein isolate, xanthan gum and clove oil for prolonging shelf life of tomatoes. **Measurement: Food**, v. 2, e100005, 2021.

MARIANO-NASSER, F. D. C.; BOLIANI, A. C.; NASSER, M. D.; PAGLIARINI, M. K.; MENDONÇA, V. Z. Mangaba fruits conservation with chitosan application. **Científica**, v. 44, n. 3, p. 279-285, 2016.

MORGADO, C. M. A.; LIMA, A. C. da S.; SIQUEIRA, A. P. S.; SOUZA, E. R. B. de; JUNIOR, L. C. C. Bioactive compounds and antioxidant activity of mangaba. **Bioscience Journal**, v. 36, n. 2, p. 473-486, 2020.

MORITZ, K. K.; ROLIM, L. C.; TOMÁS, R. F.; AGUIAR, C. L. de. Redução na perda de água em fatias de bananas (*Musa spp* AAB 'Prata') recobertas com revestimento elaborado à base de proteínas do soro de leite bovino. **UNOPAR Científica. Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 11, n. 2, p. 45-47, 2009.

NASCIMENTO, R. S. M.; CARDOSO, J. A.; COCOZZA, F. D. M. Caracterização física e físico-química de frutos de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) no oeste da Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 8, p. 856-861, 2014.

PERFEITO, D. G. A.; CARVALHO, N. LOPES, M. C. M.; SCHMIDT, F. L. Caracterização de frutos de mangabas (*Hancornia speciosa* Gomes) e estudo de processos de extração da polpa. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 2, n. 3, p. 1-7, 2015.

PINTO, A. F.; SANTOS, K. C.; SANTOS, L. P.; LUBENOW, L. G. B.; COUTINHO, W. B. G.; PEREIRA, W. J.; SIQUEIRA, A. P. Qualidade pós-colheita de frutos de figo submetidos ao efeito de coberturas comestíveis. **Scientific Electronic Archives**, v. 13, n. 1, p. 24-29, 2020.

ROCHA, R. H. C., MENEZES, J. B., MORAIS, E. A. D., SILVA, G. G. D., AMBRÓSIO, M. M. D. 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.

RUIZ-MARTÍNEZ, J.; AGUIRRE-JOYA, J. A.; ROJAS, R.; VICENTE, A.; AGUILAR-GONZÁLEZ, M. A.; RODRÍGUEZ-HERRERA, R.; ALVAREZ-PEREZ, O. B.; TORRES-LEÓN, C.; AGUILAR, C. N. Candelilla Wax Edible Coating with *Flourensia cernua* Bioactives to Prolong the Quality of Tomato Fruits. **Foods**, v. 9, n. 9, p. 1303-1314, 2020.

SILVA, S. M. da. C.; PIRES, L. L.; RIBEIRO, K. de O.; CRUZ, G. H. T.; DOURADO, F. de O. Caracteres morfológicos de variedades botânicas de *Hancornia speciosa* Gomes. **Revista Mirante**, v. 10, n. 5a, p. 128-145, 2017. (a)

SILVA, A. V. C. da; AMORIM, J. A. E.; VITÓRIA, M. F. da; LEDO, A. da S.; RABBANI, A. R. C. Characterization of trees, fruits and genetic diversity in natural populations of mangaba. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 41, n. 3, p. 255-262, 2017. (b)

SIQUEIRA, A. P. S.; MELO, M. E. L.; BONIFÁCIO, P. de O.; MELO, L. J. U. N. de; SOUZA, E. R. B. de. Edible coating in the post-harvest conservation of endemic mangaba. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v. 11, n. 2, p. 286-293, 2017.

SIQUEIRA, A. P. S.; MORGADO, C. M. A.; CAVALCANTE, K. A.; JÚNIOR, L. C. C.; SOUZA, E. R. B. Vida útil de mangaba do cerrado em diferentes estádios de maturação. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 5, n. 3, p. 91-96, 2018.

THOMAZINE, M.; CARVALHO, R.A.; SOBRAL, P.J.A. Physical properties of gelatin films plasticized by blends of glycerol and sorbitol. **Journal of Food Science**, v. 70, p. 172-176, 2005.

TRESSLER, D. J.; JOSLYN, M. A. **Fruits and vegetable juice processing**. Westport: Connecticut AVI, 1961.

WALTER, B. M. T.; VIEIRA, R. F.; NORONHA, S. E. de. A região Centro-Oeste. In: VIEIRA, R. F.; CAMILLO, J.; CORADIN, L. (eds.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Centro-Oeste**. Brasília: MMA, p. 67-90, 2018.

YOSHIDA, C. M. P.; ANTUNES, A. J. Aplicação de filmes proteicos à base de soro de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 2, p. 420-430, 2009.