

CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MANGA 'TOMMY ATKINS' TRATADAS COM CALDA BORDALESA E ÓLEO DE ALECRIM

POSTHARVEST CONSERVATION OF 'TOMMY ATKINS' MANGOES TREATED WITH BORDEAUX MIXTURE AND ROSEMARY OIL

DOI: 10.65747/conali2025v3c07

Aline Diniz Barbosa Arriel¹; Railene Hérica Carlos Rocha Araújo²; Kalinny de Araújo Alves³; Yago Kenedy Martins Claudino⁴; Aluska da Silva⁵; Yasmin Diniz de Moraes⁶

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CTRN– UFCG; E-mail: aline.barbosa@estudante.ufcg.edu.br

²Docente do Departamento de Engenharia de Alimentos - CTRN– UFCG; E-mail: railene.herica@professor.ufcg.edu.br

³Estudante do Curso de Pós-graduação em Engenharia de Processos - CTRN– UFCG; E-mail: kali Alves1607@gmail.com

⁴Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CTRN– UFCG; E-mail: kevenyyago@gmail.com

⁵Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CTRN– UFCG; E-mail: aluska.silva@estudante.ufcg.edu.br

⁶Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CTRN– UFCG; E-mail: yasmindm67@gmail.com

Resumo: Dentre as frutas tropicais mais consumidas no mundo, destaca-se a manga por possuir sabor agradável e alto valor nutritivo. A manga é um fruto climatérico com baixa vida útil, o que faz necessário a adoção de tecnologias pós-colheita para contribuir à expansão de sua comercialização. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a conservação pós-colheita de manga 'Tommy Atkins' orgânica sob tratamentos com calda bordalesa e óleo de alecrim. A manga colhida em estágio de maturação comercial foi tratada com calda bordalesa (0%; 0,5% e 1%) e óleo de alecrim (0%; 0,5%), armazenada a 24 ± 3 °C e 50 ± 5 % UR durante o período de 9 dias. Os frutos foram submetidos a avaliações de perda de massa fresca, firmeza, cor, sólidos solúveis, acidez titulável, pH e ácido ascórbico. A aplicação de calda bordalesa e óleo de alecrim influenciou positivamente a qualidade pós-colheita de mangas durante o armazenamento, especialmente nos parâmetros de pH, relação sólidos solúveis/acidez titulável, ácido ascórbico e retardo do amadurecimento. Sendo assim, nas condições avaliadas, conclui-se que a combinação dos dois mostrou potencial para prolongar a conservação sem comprometer os atributos físico-químicos.

Palavras-chave: armazenamento; *Mangifera indica*; qualidade; segurança alimentar

Abstract: Among the most consumed tropical fruits worldwide, mango stands out due to its pleasant flavor and high nutritional value. Mango is a climacteric fruit with a short shelf life, which necessitates the adoption of postharvest technologies to support the expansion of its commercialization. Thus, the objective of this study was to evaluate the postharvest preservation of organic 'Tommy Atkins' mangoes under treatments with Bordeaux mixture and rosemary oil. Mangoes harvested at commercial ripening stage were treated with Bordeaux mixture (0%, 0.5%, and 1%) and rosemary oil (0% and 0.5%), and stored at 24 ± 3 °C and $50\pm 5\%$ relative humidity for a period of 9 days. The fruits were evaluated for fresh weight loss, firmness, color, soluble solids, titratable acidity, pH, and ascorbic acid. The application of Bordeaux mixture and rosemary oil positively influenced the postharvest quality of mangoes during storage, especially regarding pH, soluble solids/titratable acidity ratio, ascorbic acid content, and delayed ripening. Therefore, under the evaluated conditions, it is concluded that the combination of both treatments showed potential to extend shelf life without compromising the physicochemical attributes.

Keywords: edible coating; food security; *Mangifera indica*; quality, storage

INTRODUÇÃO

A manga (*Mangifera indica* L) é uma das frutas tropicais mais procuradas no mundo e possui grande demanda no mercado. Trata-se de um alimento altamente nutritivo, rico em fibras, minerais, vitamina A e vitamina C (1). A manga tem ganhado importância econômica devido ao seu amplo consumo em diversos países, na qual cerca de 80% de sua produção é destinada à exportação (2). Dentre as diversas cultivares, destaca-se a manga 'Tommy Atkins', amplamente cultivada no Brasil por apresentar coloração atraente, polpa carnosa e sabor e aroma agradáveis (3). Além disso, essa variedade apresenta uma colheita mensal constante (4).

No entanto, apesar da alta produtividade, a vida útil da manga é curta, o que limita seu aproveitamento comercial (5). Esse fruto é suscetível a doenças pós-colheita, como a antracnose e a podridão peduncular (2), além de ser sensível a variações de temperatura e a danos físicos durante o manuseio e transporte, representando um desafio para sua conservação (6). Esses fatores podem comprometer o aspecto sensorial do fruto, influenciado diretamente pelo grau de maturação no momento da colheita e pelas condições de armazenamento (2). Neste contexto, o Brasil apresenta uma das maiores taxas de perdas pós-colheita de manga, reforçando a necessidade de adoção de tecnologias que prolonguem sua conservação e qualidade ao longo da cadeia produtiva (5).

Para atender às exigências dos mercados consumidores, a manutenção da qualidade é essencial. A crescente demanda por frutas frescas e livres de resíduos químicos tem impulsionado o desenvolvimento de técnicas pós-colheita mais eficientes, especialmente em sistemas de produção orgânica (2, 7). Sendo assim, diversas técnicas e estratégias têm sido empregadas com o objetivo de prolongar a vida útil pós-colheita, com destaque para o uso de revestimentos e soluções pós-colheita. As soluções com propriedades conservantes à base de óleos essenciais e coberturas à

base de biopolímeros biodegradáveis, têm se mostrado alternativas sustentáveis para estender a vida útil de frutas (8, 9). Essas tecnologias atuam como uma barreira protetora para os frutos, modificando o ambiente interno, reduzindo a perda de água e isolando os frutos de fatores externos. Dessa forma, prolongam a vida útil, melhoram a preservação e mantêm o valor nutricional (10).

Uso de óleos essenciais para soluções comestíveis ajudam na conservação de alimentos na fase de pós-colheita retardando o amadurecimento da manga e maior índice de aceitação no mercado pelo consumidor (11). Juntamente aos óleos essenciais, ressalta-se o uso da calda bordalesa como um aliado a conservação na pós-colheita quando se trata de frutos climatéricos e apresenta um período de curto na sua conservação, minimização a maturação rápida e mais tempo de prateleira *in natura* (12).

O alecrim (*Rosmarinus officinalis L.*) é uma planta perene e aromática, amplamente utilizada no tratamento de doenças devido às suas propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias, antioxidantes, anti-apoptóticas, anti-tumorigênicas, antinociceptivas e neuroprotetoras (13). E os seus extratos são amplamente utilizados na indústria alimentícia para a conservação de alimentos (14). O óleo de alecrim é rico em compostos fenólicos e voláteis bioativos, tendo despertado interesse como agente natural de conservação, com potencial para prolongar a vida útil dos frutos e preservar atributos sensoriais e nutricionais e pode fornecer um controle eficaz na conservação da manga (15).

Já a calda bordalesa, tradicionalmente utilizada no controle fitossanitário de plantas, é uma mistura de sulfato de cobre e cal virgem, com reconhecida ação antimicrobiana. O seu uso é permitido na agricultura orgânica porque os seus componentes são pouco tóxicos, além de contribuir para o equilíbrio nutricional das plantas, fornecendo cálcio e cobre (16). Neste sentido, destaca-se que a calda bordalesa é um produto de origem orgânica onde se dá ao acesso para utilizar em métodos de conservação de pós-colheita das frutas e verduras para prolongar a vida de prateleiras dos produtos (17).

Logo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes concentrações de calda bordalesa e óleo de alecrim na conservação e qualidade pós-colheita da manga 'Tommy Atkins' produzida no manejo orgânico de produção.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de coleta e de análises

As mangas utilizadas foram da variedade "Tommy Atkins", e foram adquiridas de um plantio comercial localizado na cidade de Santa Teresinha - PB. O estudo foi realizado em parceria com o Laboratório de processamento e qualidade de produtos de origem vegetal (LaProve), da Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos da UFCG, Campina Grande - PB.

Os frutos utilizados no experimento foram selecionados em duas etapas (campo e laboratório), quanto ao tamanho, coloração, ausência de danos mecânicos ou sintomas de doenças. Posteriormente, foram lavados em água corrente e sanitizados em solução de hipoclorito de sódio (100 ppm de cloro ativo) por 10 minutos. Em seguida, foram enxaguados em água corrente e secos ao ar.

Preparo dos tratamentos

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial do tipo 3x2, sendo três concentrações de calda bordalesa (0%, 0,5% e 1%) e duas concentrações óleo de alecrim (0%, 0,5%), que constituíram os tratamentos (T), com 3 repetições, sendo cada repetição representada por dois frutos, conforme detalhado abaixo:

T1: 0% de calda bordalesa e 0% do óleo de alecrim;

T2: 0,5 % de calda bordalesa, 0% do óleo de alecrim;

T3: 0,5 % de calda bordalesa e 0,5 ml/L do óleo de alecrim;

T4: 1,0% de calda bordalesa e 0% do óleo de alecrim;

T5: 1,0 % de calda bordalesa e 0,5 ml/L do óleo de alecrim;

T6: 0,0% calda bordalesa e 0,5 ml/L do óleo de alecrim.

A calda bordalesa foi preparada pela adição da solução de sulfato de cobre previamente diluída, em solução de hidróxido de cálcio sob agitação até atingir o pH neutro. As soluções foram preparadas pela adição dos componentes de cada tratamento (T). Adicionou-se também Tween 80 para promover a emulsificação do óleo na solução e melhorar a adesão à casca do fruto.

A aplicação dos tratamentos (T) ocorreu por imersão completa dos frutos por 30 segundos. Após a imersão, os frutos foram dispostos em grades (Figura 1) para escorrer o excesso do produto e, após secagem ao ar, foram mantidos em bancada por 9 dias a 24 ± 3 °C e 50 ± 5 % UR, sendo posteriormente analisados quanto à qualidade.



Figura 1 – Mangas ‘Tommy Atkins’ após imersão na solução contendo os tratamentos.

Fonte: Autores, 2025

Caracterização dos frutos

Para a realização das análises físico-química, os frutos foram descascados e a polpa foi obtida através do processamento em centrífuga doméstica (Mondial, Turbo Juicer, Barueri, Brasil). As análises realizadas incluíram:

- A. Perda de massa fresca: A perda de massa fresca foi expressa em porcentagem (%), calculada pela diferença entre o peso inicial do fruto e o obtido ao término do armazenamento.
- B. Firmeza do fruto: foi determinada com o auxílio de Penetrômetro digital, (Instrutherm, modelo PTR-300, São Paulo, Brasil), acoplado a ponteira de 8 mm. Foram realizadas duas leituras na região equatorial do fruto, após a remoção da casca com lâmina de 3 mm, (18). Os resultados foram expressos em Newton (N).
- C. Sólidos solúveis (SS): foi determinada por leitura direta da polpa homogeneizada em refratômetro digital marca Digital Refractometer (18).
- D. Acidez titulável (AT): conforme o Instituto Adolfo Lutz (19), determinou-se por titulação de 3 mL de polpa, sob agitação constante, com solução de hidróxido de sódio NaOH padronizados a 0,1M, até mudança de coloração (rosa-claro), sendo os resultados expressos em % de ácido cítrico.
- E. Relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT): calculou-se o quociente entre as duas variáveis.
- F. Potencial hidrogeniônico (pH): conforme o Instituto Adolfo Lutz (19), utilizou-se o pHmetro digital de bancada (Digimed DM-22, São Paulo, Brasil) para realizar a leitura direta na polpa homogeneizada.
- G. Ácido ascórbico (AA): foi determinada através de titulação de 5 mL de polpa diluída com 45 mL de ácido oxálico, procedendo à titulação, sob agitação constante, com solução de DFI, conforme o método de Tillmans (18). Os resultados foram expressos em % de ácido ascórbico.
- H. Colorimetria: As amostras foram analisadas por reflectância com um colorímetro digital Tft Color Display Calibre de 4mm, definindo um espaço cromático tridimensional com três eixos, em coordenadas retangulares (L*a*b). O valor L nos fornece a luminosidade, variando do branco (L=100) ao preto (L=0), o valor de a* caracteriza coloração na região do vermelho (+a*) ao verde (-a*), o valor b* indica coloração no intervalo do amarelo (+b*) ao azul (-b*) (20). A partir dos valores L*, a*, b*, foram calculados o ângulo Hue (°h) (equação 1) e o índice de saturação croma (C*) (equação 2) conforme Pinheiro (21):

$$^{\circ}h = \text{GRAUS} \left(\text{ATAN} \left(\frac{b^*}{a^*} \right) * (-1) \right) + 90 \quad (1)$$

$$C^* = \left(a^{*2} + b^{*2} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

Foram analisadas a cor da casca e a cor da polpa, realizando duas leituras por amostra, uma no ponto central e outra em um ponto aleatório.

Análise estatística

A análise estatística foi realizada empregando-se análise de variância (teste F) ao nível de 5% de probabilidade, e, para o efeito significativo, as médias foram comparadas pelo teste de média de Tukey a 5%, utilizando-se o software SISVAR, versão 5.6 (22).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta o quadro resumo da análise de variância (ANOVA), considerando os diferentes tratamentos aplicados em mangas 'Tommy Atkins'.

Tabela 1 - Resumo do quadro de resultado da análise de variância (ANOVA) para sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação (SS/AT), potencial hidrogeniônico (pH), ácido ascórbico (AA), firmeza (FIR) e perda de massa fresca (PMF) de mangas 'Tommy Atkins' tratadas com diferentes proporções de Calda Bordalesa (C) e Óleo de Alecrim (O) ao longo de 9 dias de avaliação.

Quadrado Médio								
FV	GL	SS	AT	SS/AT	pH	AA	FIR	PMF
C	2	32,64**	586,50*	0,01 ^{ns}	11,04**	30,14*	318,32 ^{ns}	3,40 ^{ns}
O	1	15,84*	7386,09**	0,13**	0,55 ^{ns}	17,94 ^{ns}	777,02*	30,64*
C x O	2	3,73 ^{ns}	147,59 ^{ns}	0,01*	2,35**	55,85**	70,84 ^{ns}	1,45 ^{ns}
Erro	18	3,08	155,77	0,002	0,20	4,99	132,38	4,17
CV(%)		12,41	21,85	19,77	10,19	16,96	28,26	13,66
MG		14,14	57,11	0,23	4,44	13,17	40,71	14,95

** significativo a 1%; * significativo a 5%; ns não significativo a 5%; CV - coeficiente de variação; MG - média geral.

Fonte: Autores, 2025

Observa-se (Tabela 1) que as variáveis de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), firmeza (FIR) e perda de massa fresca (PMF) não apresentaram efeito significativo para interação entre os fatores calda bordalesa e óleo de alecrim ao nível de 5% de probabilidade, ou seja, a interação entre os tratamentos testados não influenciaram significativamente quanto a esta característica nos frutos. Para as demais variáveis analisadas, observou-se que os tratamentos testados foram significativos em mangas 'Tommy Atkins'.

As Tabela 2 e 3 apresentam os resultados obtidos das análises físicas e físico-químicas realizadas ao final dos 9 dias de armazenamento, considerando os diferentes tratamentos aplicados em mangas 'Tommy Atkins'.

Tabela 2 – Sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação (SS/AT) e potencial hidrogeniônico (pH) de mangas 'Tommy Atkins' tratadas com diferentes proporções de Calda Bordalesa e Óleo de Alecrim.

Calda Bordalesa	SS		AT		SS/AT		pH	
	Óleo de Alecrim							
	0%	0,5%	0%	0,5%	0%	0,5%	0%	0,5%
a								
0%	14,00 ^a A	13,07 ^a A	40,00 ^{aB}	65,35 ^a A	0,24 ^{bA}	0,18 ^{aA}	3,77 ^{bB}	5,20 ^{aA}

0,5%	18,00 ^b A	14,80 ^a B	47,83 ^{aB}	86,15 ^a A	0,32 ^{aA}	0,14 ^{aB}	3,61 ^{bA}	2,88 ^{bB}
1%	12,87 ^a A	12,12 ^a A	30,89 ^{aB}	72,48 ^a A	0,37 ^{aA}	0,17 ^{aB}	5,48 ^{aA}	5,70 ^{aA}

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Autores, 2025

Tabela 3 – Ácido ascórbico (AA), firmeza (FIR) e perda de massa fresca (PMF) de mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes proporções de Calda Bordalesa e Óleo de Alecrim.

Calda Bordalesa	AA		FIR		PMF	
	Óleo de Alecrim					
	0%	0,5%	0%	0,5%	0%	0,5%
0%	15,46 ^{aA}	14,66 ^{aA}	28,32 ^{aA}	42,59 ^a A	15,86 ^{aA}	13,14 ^{aA}
0,5%	9,38 ^{bB}	17,19 ^{aA}	45,44 ^{aA}	49,97 ^a A	17,09 ^{aA}	14,31 ^{aA}
1%	12,09 ^{ab} A	10,27 ^{bA}	31,31 ^{aA}	46,64 ^a A	15,30 ^{aA}	14,03 ^{aA}

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Autores, 2025

A quantidade de sólidos solúveis normalmente aumenta com o amadurecimento dos frutos por meio de processos de degradação de polissacarídeos ou biossíntese (23). No presente estudo, observou-se (Tabela 2) que, na ausência de óleo de alecrim, verificou-se diferença estatística significativa ao nível de 5% de probabilidade, e o menor valor de sólidos solúveis se apresentou na concentração de 1% de calda bordalesa. Por outro lado, na presença de 0,5% de óleo de alecrim, não houve diferença estatística entre os tratamentos. Nesse caso, os frutos apresentaram baixos valores de sólidos solúveis, sugerindo que esses frutos podem estar em estágios de maturação menos avançados.

Observa-se também que, para a ausência de calda bordalesa na solução de tratamento, não houve diferença estatística significativa. Por outro lado, quando a calda bordalesa (0,5%) foi utilizada, houve diferença significativa entre os tratamentos, na qual o maior valor se apresentou na ausência do óleo. De acordo com estudos (24), mangas do tipo ‘Tommy Atkins’ que estão prontas para o consumo costumam apresentar valor médio de Brix 12, sendo os valores encontrados no presente estudo próximos ou até superiores a essa média.

Houve oscilações nos teores de acidez titulável, e essas diferenças foram notadas entre os frutos controle e os que receberam os tratamentos. Verificou-se que na ausência do óleo de alecrim, não há diferença estatística entre os tratamentos com ou sem a calda bordalesa. Neste caso, os frutos contendo calda bordalesa (0,5%) apresentaram os maiores valores de acidez. E na presença do óleo de alecrim, o

comportamento é semelhante, para todas as concentrações de calda bordalesa não há diferença estatística entre si, e o maior valor para acidez se encontra na concentração 0,5% de calda.

Durante a pós-colheita, a redução dos ácidos orgânicos nas frutas contribuem para a qualidade do sabor das frutas (25). Essa diminuição da acidez é um aspecto bastante desejável na maioria dos frutos à medida que amadurecem (26). No presente estudo, verificou-se que o uso de óleo de alecrim (0% e 0,5%) apresentaram diferenças estatísticas entre si independente da concentração de calda bordalesa nos frutos, além de contribuir para maiores teores de acidez titulável.

Para a relação SS/AT, na ausência de óleo de alecrim, o menor valor para esse parâmetro se apresentou nos frutos controle, diferindo estatisticamente das demais concentrações de calda bordalesa (0,5% e 1%). Tal resultado sugere que a presença de calda bordalesa gera frutos mais doces e menos ácidos, conseqüentemente, mais maduras. Além disso, na ausência de calda bordalesa, não houve diferença estatística entre os frutos com ou sem óleo de alecrim. Esse resultado sugere que os frutos tratados apenas com a calda bordalesa apresentaram maior avanço no estágio de maturação. Sendo assim, maiores valores nos teores de sólidos solúveis e menores valores de acidez titulável promoveram o aumento na relação SS/AT indicando maior doçura dos frutos de manga.

Em contraste, a presença do óleo de alecrim (0,5%) resultou em frutos com menores valores para a relação SS/AT, independente das concentrações utilizadas de calda bordalesa. Quando comparada aos frutos sem a aplicação do óleo nas concentrações de 0,5% e 1% de calda bordalesa, houve diferença estatística entre os frutos. Isso sugere que o óleo de alecrim pode desempenhar um papel na conservação de frutos, promovendo frutos mais ácidos e com estágio de maturação menos avançado.

Os resultados de pH corroboram os achados da relação SS/AT, indicando a acidez dos frutos sob diferentes tratamentos. O menor valor de pH foi observado na presença do óleo de alecrim e da calda bordalesa a 0,5%, o que reforça a constatação de frutos mais ácidos já observada pela relação SS/AT para os respectivos frutos. Por outro lado, os valores de pH apresentaram diferenças estatísticas significativas entre as concentrações de calda bordalesa, independentemente da presença de óleo de alecrim. Na maior concentração de calda (1%), em comparação ao controle, observou-se maiores valores de pH para os frutos com ou sem óleo, indicando uma menor acidez nesses frutos.

O presente estudo (Tabela 3) verificou que, na ausência de óleo de alecrim, as maiores concentrações de vitamina C foram observadas nos frutos controle e com calda bordalesa a 1%, diferindo significativamente da concentração de 0,5%, que apresentou menor valor para esse parâmetro. No entanto, observa-se uma mudança de comportamento na presença do óleo de alecrim (0,5%), na qual os maiores valores de vitamina C estão presentes nos frutos tratados com calda bordalesa (0,5%). Além disso, observa-se que, apenas na concentração 0,5% de calda bordalesa, houve diferença significativa entre os frutos com e sem o óleo de alecrim na solução de tratamento.

É comum que no período pós-colheita e durante o armazenamento as frutas apresentem uma redução no teor de vitamina C ao longo do tempo. Por essa razão, frutas em estágios menos avançados de maturação geralmente contêm mais vitamina C do que aquelas maduras ou próximas da senescência (27). Dessa forma, a melhor concentração de vitamina C, quando associado ao óleo de alecrim, foi obtida com 0,5%

de calda bordalesa. Por outro lado, as maiores concentrações de calda e óleo impactaram em valores inferiores de vitamina C em relação ao controle.

Em relação à firmeza dos frutos de manga, não houve diferença estatística entre os diferentes tratamentos aplicados. Na ausência de óleo de alecrim, os frutos tratados com calda bordalesa (0,5% e 1%) apresentaram maiores resultados de firmeza do que o controle. Esse mesmo padrão foi observado na presença do óleo de alecrim (0,5%). Esse resultado sugere que o uso de calda bordalesa ou do óleo de alecrim parecem contribuir para a firmeza dos frutos. Estudos (28, 29) relataram que uma maior firmeza em frutos de manga é causada pelo uso de tratamento pós-colheita. Sendo tais resultados consistentes com este estudo, na qual a firmeza foi maior do que o controle nos frutos com os tratamentos.

A perda de massa é um processo natural do processo de armazenamento de frutas e hortaliças, sendo resultado da perda de água decorrente da transpiração dos frutos (30). No presente estudo, não houve diferença estatística ao nível de 5% de probabilidade para os diferentes tratamentos aplicados nos frutos. Esse resultado sugere que os tratamentos utilizados não formaram uma barreira suficientemente eficaz para restringir a transpiração, permitindo que os frutos continuassem a perder água para o meio ambiente de forma semelhante entre os tratamentos. Assim, apesar da aplicação das diferentes soluções de tratamentos, o processo natural de perda de massa por transpiração não foi significativamente reduzido. Encontrou-se resultados semelhantes em estudos (31) com o uso de tratamentos à base de fécula de mandioca e quitosana em mangas da variedade rosa.

A maior perda de massa foi observada em frutos sem óleo de alecrim e tratados com 0,5% de calda bordalesa. Esse achado está em concordância com o teor de sólidos solúveis para os frutos com esse tratamento, pois com a perda de massa, o teor de sólidos solúveis fica mais concentrado (31).

Na Figura 2 é visualizado os tratamentos (T1 a T6) aplicados em mangas 'Tommy Atkins' ao final do experimento, com duração de armazenamento de 9 dias. Tons de vermelho e verde são as cores predominantes da manga 'Tommy Atkins'. A mudança de cor na manga ocorre devido à degradação dos pigmentos verdes e à síntese de novos pigmentos amarelos e vermelhos. Essas reações são algumas das principais modificações que ocorrem na manga durante a maturação (30).



Figura 2 – Mangas ‘Tommy Atkins’ com tratamentos após 9 dias de armazenamento.

Fonte: Autores, 2025

A Tabela 4 apresenta o quadro resumo da análise de variância (ANOVA) para os parâmetros de cor, considerando os diferentes tratamentos aplicados em mangas ‘Tommy Atkins’.

Tabela 4 - Resumo do quadro de resultado da análise de variância (ANOVA) para luminosidade da polpa (LP), cromia da polpa (CP), ângulo Hue da polpa (HP), luminosidade da casca (LC), cromia da casca (CC), ângulo Hue da casca (HC) de mangas ‘Tommy Atkins’ tratados com diferentes proporções de Calda Bordalesa (C) e Óleo de Alecrim (O) ao longo de 9 dias de avaliação.

Quadrado Médio							
FV	GL	LP	CP	HP	LC	CC	HC
C	2	8,25 ^{ns}	26,86 ^{ns}	164,66 ^{ns}	11,63 ^{ns}	41,49 ^{ns}	4989,00 ^{**}
O	1	45,84 ^{ns}	24,82 ^{ns}	7922,84 ^{**}	223,07 [*]	95,44 [*]	1199,92 ^{ns}
C x O	2	7,97 ^{ns}	8,63 ^{ns}	143,30 ^{ns}	2,28 ^{ns}	5,11 ^{ns}	1390,63 [*]
Erro	18	15,39	12,03	627,67	24,02	18,01	344,93
CV(%)		5,38	5,98	24,14	8,52	11,07	15,89
MG		72,91	58,02	103,80	57,53	38,32	116,88

** significativo a 1%; * significativo a 5%; ns não significativo a 5%; CV - coeficiente de variação; MG - média geral.

Fonte: Autores, 2025

De acordo com a Tabela 4, apenas o ângulo Hue da casca (HC) apresentou resultado significativo para interação entre a calda bordalesa e o óleo de alecrim ao nível de 5% de probabilidade. Ou seja, para os demais parâmetros de cor, a interação entre os tratamentos testados não influenciaram significativamente quanto a estas características nos frutos de manga ‘Tommy Atkins’. O teste de médias aplicado aos parâmetros de cor da casca (Tabela 5) revelou que apenas a luminosidade da casca (LC) não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos avaliados, ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

Tabela 5 – Luminosidade da casca (LC), cromia da casca (CC), ângulo Hue da casca (HC) de mangas ‘Tommy Atkins’ tratados com diferentes proporções de Calda Bordalesa e Óleo de Alecrim.

LC	CC	HC
Óleo de Alecrim		

Calda Bordalesa	0%	0,5%	0%	0,5%	0%	0,5%
0%	61,97 ^a _A	55,72 ^{aA}	42,36 ^{aA}	39,44 ^a _A	95,68 ^{aA}	80,43 ^{bA}
0,5%	60,82 ^a _A	53,74 ^{aA}	38,18 ^{aA}	34,96 ^a _A	120,74 ^a _A	142,71 ^a _A
1%	58,95 ^a _A	53,99 ^{aA}	40,42 ^{aA}	34,59 ^a _A	113,03 ^a _B	148,74 ^a _A

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Autores, 2025

Para o componente colorimétrico luminosidade da casca (LC), não houve diferença estatística entre os tratamentos aplicados nos frutos e o controle. Os valores variaram de 53,74 (T3) a 61,97 (controle), sendo que os valores mais altos indicam maior refração de luz e, portanto, frutos mais claros (32, 33).

Com relação ao croma da casca (CC), que reflete a intensidade da cor, também não houve diferença estatística entre os tratamentos aplicados nos frutos e o controle. O tratamento controle apresentou maior média de croma de 42,36, indicando que esses frutos apresentaram cores mais vividas e elevação da saturação. Esses resultados estão de acordo com o estudo (34) com tratamentos à base de pectina associados a ceras vegetais em mangas, que também verificaram que o croma apresentou valores mais elevados no tratamento controle, apesar de diferir estatisticamente dos demais tratamentos.

Durante o armazenamento de mangas é normal que haja o decréscimo na cor verde para a cor amarelo, em decorrência da degradação da clorofila e o surgimento de outros pigmentos (35). A análise dos resultados revela que, na ausência do óleo de alecrim, não há diferença estatística para as diferentes concentrações de calda bordalesa. No entanto, a adição do óleo de alecrim (0,5%) mostra diferença estatística entre os tratamentos com e sem calda bordalesa.

Já na ausência da calda bordalesa, verificou-se menores valores para o ângulo Hue, independente das concentrações do óleo de alecrim. Isso indica uma coloração mais amarelada (Figura 2.T1 e T2), sugerindo um estado de maturação mais avançado, sem diferenças estatísticas entre si para essa condição. Por outro lado, na concentração máxima de calda bordalesa (1%), observou-se uma diferença estatística entre os tratamentos dos frutos com ou sem óleo de alecrim. Nesse caso, a combinação do óleo de alecrim (0,5%) com a calda bordalesa resultou no maior valor para o ângulo Hue.

CONCLUSÕES

Os tratamentos com calda bordalesa e óleo de alecrim influenciaram significativamente a qualidade pós-colheita da manga “Tommy Atkins”. A calda bordalesa contribuiu para a manutenção da firmeza, equilíbrio SS/AT e menor pH, indicando maturação mais lenta. O óleo de alecrim teve efeito positivo na preservação da vitamina C e do pH. Parâmetros de cor permaneceram estáveis, com leve tendência de retardamento da maturação pelo ângulo Hue. Assim, conclui-se que a combinação

do óleo de alecrim e a calda bordalesa promoveu uma redução no amadurecimento dos frutos, representando uma estratégia promissora para prolongar a conservação pós-colheita de mangas.

AGRADECIMENTOS

À Fazenda Tamanduá pela parceria e concessão dos frutos.

REFERÊNCIAS

1. SILVA, T. B. et al. Revestimentos alternativos na conservação pós-colheita de manga: um estudo de revisão. **Ciência das Plantas: Desafios e Potencialidades em Pesquisa**, v. 2, n. 1, p. 133–156, 2023.
2. DE OLIVEIRA, J. R. et al. Efeito da densidade de inóculo, temperatura, período de molhamento sobre o desenvolvimento de lesões e controle alternativo de antracnose e podridão peduncular de manga Tommy Atkins. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 5, n. 4, p. 4410-4428, 2022.
3. ARAÚJO, D. O. et al. Fatores determinantes na mudança do padrão de produção e consumo da manga no mercado nacional. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 10, ed. esp., p. 51-73, 2017.
4. RETT, D. M.; GONZALEZ, M. A. Uma análise da exportação de manga do Vale do Rio São Francisco, comparando os modais aéreo e marítimo. Anais do **XII FATECLOG – Gestão da cadeia de suprimentos no agronegócio: desafios e oportunidades no contexto atual**. Mogi das Cruzes: FATEC Mogi das Cruzes, 2021. ISSN 2357-9684.
5. COELHO, B. E. S. et al. Desenvolvimento e avaliação físico-química de sorvete de manga ‘Tommy Atkins’ à base de leite de cabra. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 9, n. 4, p. 41-47, 2019.
6. DA SILVA, S. P.; ARAGÃO, T. P.; MENDES, M. L. M. Películas de amido na conservação pós-colheita da manga Tommy: uma revisão da última década. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 13, n. 1, p. 15-31, 2022.
7. FISCHER, I. H. et al. Doenças pós-colheita em variedades de manga cultivadas em Pindorama, São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 2, 2009.
8. BARBOZA, H. T. G. et al. Edible films and coatings: concept, application, and use in post-harvested fruits and vegetables. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, p. e9911931418, 2022.
9. OLIVEIRA, V. R. L. de. **Avaliação da incorporação de cera de abelha na hidrofobização de filmes biopoliméricos e seu efeito como cobertura na conservação pós-colheita da goiaba**. 2017. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2017.
10. PANDYA, Y.; SHARMA, A.; BAKSHI, M. Edible coatings in fruits: effectiveness and applicability: a review. **FoodSci: Indian Journal of Research in Food Science and Nutrition**, v. 10, n. 1, p. 1-10, 2023.

11. SILVA, G. L. et al. Efficiency of a coating based on cassava starch and encapsulated essential oil in postharvest storage of 'Palmer' mango. **Scientia Horticulturae**, v. 334, 2024.
12. SANTOS, N. C. **Relatório de estágio curricular do curso superior de bacharelado em Agronomia**. São Miguel do Oeste, SC, 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus São Miguel do Oeste.
13. LEE, L. T. et al. Fungi toxicity and chemical composition of rosemary essential oil (*Rosmarinus officinalis*) on *Aspergillus flavus*. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e202985628, 2020.
14. ALMEIDA, J. C.; ALMEIDA, P. P.; GHERARDI, S. R. M. Potencial antimicrobiano de óleos essenciais: uma revisão de literatura de 2005 a 2018. **Nutrition Time**, v. 17, n. 1, p. 8623-8633, 2020.
15. MECCATTI, V. M. et al. *Rosmarinus officinalis* L. (rosemary) extract has antibiofilm effect similar to the antifungal nystatin on *Candida* samples. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, p. 1-15, 2021.
16. LURKIV, L. et al. Biotic and abiotic resistance inducers for controlling white rust in rocket (*Eruca sativa*). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 87, p. 1-8, 2020.
17. MENDES, A. B.; KRUPPEK, R. A. Conhecimento empírico e científico: correlação nos processos de biofertilização utilizados na agricultura orgânica familiar. **Luminária**, v. 23, n. 1, p. 49-71, 2021.
18. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 19. ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2012.
19. INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: IAL, 2008.
20. FERREIRA, V. L. P. **Princípios e aplicações da colorimetria em alimentos**. Campinas: ITAL, 1981. (Instruções Técnicas, 85).
21. PINHEIRO, J. M. S. **Tecnologia pós-colheita para a conservação de bananas da cultivar tropical**. 59f. 2009. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Montes Claros, Minas Gerais.
22. FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
23. BASSETTO, E.; JACOMINO, A. P.; PINHEIRO, A. L. Conservation of 'Pedro Sato' guavas under treatment with 1-methylcyclopropene. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 5, p. 433-440, 2005.
24. AHOUEANGBONOU, O. R. K.; NEVES, L. T. B. C.; DE LIMA COUTINHO, O. Post-harvest quality in the 'Tommy Atkins' mango for different harvest times. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 11, n. 4, 2024.
25. PAIVA, A. et al. **Chilling e Freezing - Injúrias causadas por baixas temperaturas em frutas tropicais**. São Paulo: Universidade de São Paulo, Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT, 2011. (Dossiê técnico).

26. SANTOS, B. C. et al. Recobrimento comestível a base de palma e óleo essencial de alecrim na qualidade pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 11, n. 2, p. 901-909, 2021.
27. ALVES, J. A. et al. Cinética de degradação de vitamina C em mangas 'Palmer' minimamente processadas armazenadas em diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 3, p. 714–721, 2010.
28. SILVA, G. M. C. et al. The chitosan affects severely the carbon metabolism in mango (*Mangifera indica* L. cv. Palmer) fruit during storage. **Food Chemistry**, v. 237, p. 372–378, 2017.
29. PLÁCIDO, G. R. et al. Desenvolvimento de filme e revestimento à base de pectina do pequi incorporado de nanopartículas de ZnO e aplicação em pós-colheita de manga. 2021. (s.l.: s.n.).
30. CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005.
31. SILVA, T. B. et al. Revestimentos alternativos na conservação pós-colheita de manga: um estudo de revisão. **Ciência das Plantas**, v. 2, n. 1, p. 133–156, 2023.
32. COSTA, Josenara Daiane de Souza et al. Parâmetros de maturação da manga cv.'Tommy atkins'e a qualidade dos frutos armazenados sob atmosfera modificada passiva. 2022.
33. MOURA, E. V. **Cobertura comestível com proteína isolada de soja em características físico-químicas de manga minimamente processada**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2021.
34. SILVA, A. C. S. et al. Conservação pós-colheita de mangas pelo uso de revestimentos à base de pectina e carboximetilcelulose associados a ceras vegetais. 2023.
35. VIANA, A. C.; AIRES, T. L. S.; CLEMINTINO, L. S. Cera de carnaúba incorporada com a argila caulim para conservação de manga (*Mangifera indica* L.). **Revista Semiárido De Visu**, v. 10, n. 2, 2022.