



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
SERTÃO PERNAMBUCANO - CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**DISTÚRBIOS FISIOLÓGICOS NA PÓS-COLHEITA DE MANGAS:
UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

LUMA TAANA SIMÕES DE VASCONCELOS CARVALHO

PETROLINA, PE

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C331 Carvalho, Luma Taana Simões de Vasconcelos.
Distúrbios fisiológicos na pós-colheita de mangas: Uma revisão bibliográfica /
Luma Taana Simões de Vasconcelos Carvalho. -Petrolina, 2024.
29 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural,
2024.

Orientação: Profa. Dra. Ana Elisa Oliveira dos Santos.

1. Ciências Agrárias. 2. Distúrbios Fisiológicos Pós-Colheita. 3. Tratamento Térmico. 4.
Lesões. 5. Mangifera indica L.. I. Título.

CDD 630

LUMA TAANA SIMÕES DE VASCONCELOS CARVALHO

**DISTÚRBIOS FISIOLÓGICOS NA PÓS-COLHEITA DE MANGAS:
UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de Conclusão do Curso
apresentado ao IFSertãoPE *Campus*
Petrolina Zona Rural, exigido para a
obtenção de título de Engenheiro
Agrônomo.

Aprovada em: 14 de agosto de 2024.

Ana Elisa Oliveira
dos Santos

Assinado de forma digital por Ana
Elisa Oliveira dos Santos
Dados: 2024.08.14 15:53:17 -03'00'

Dra Ana Elisa Oliveira dos Santos (Orientadora)
IFSertãoPE

Documento assinado digitalmente
gov.br ANDREA NUNES MOREIRA DE CARVALHO
Data: 16/08/2024 13:27:25-0300
Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

Dra Andréa Nunes Moreira de Carvalho
IFSertãoPE

Documento assinado digitalmente
gov.br ALINE ROCHA
Data: 16/08/2024 09:06:01-0300
Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

Dra Aline Rocha
IFSertãoPE

DEDICATÓRIA

Dedico à minha querida mãe, Tédiana Simões. Ela quem sempre esteve comigo e me apoia em qualquer situação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que diante diversas dificuldades me permitiu ter a força necessária para concluir a caminhada com êxito.

Agradeço a minha família que são poucos (mãe, padrasto e irmão), mas são fundamentais e leais, estando ao meu lado em todas as minhas escolhas.

Agradeço à minha orientadora Prof Dr^a Ana Elisa, pela oportunidade, paciência, acolhimento, conselhos e principalmente pela disponibilidade para me auxiliar.

Por fim, agradeço também aos meus colegas da turma Ag17 que se manteve com uma união exemplar, tornando as adversidades mais leves ao decorrer do processo.

Saber esperar é uma virtude. Aceitar, sem questionar, que cada coisa tem um tempo certo para acontecer... é ter Fé!

Filme: À Espera de um Milagre

RESUMO

A manga (*Mangifera indica* L.) é uma fruta tropical de alta importância econômica, especialmente na região Nordeste do Brasil. Sendo Petrolina-PE e Juazeiro-BA, responsáveis por uma grande parcela das exportações brasileiras. No entanto, a qualidade das mangas pode ser comprometida por distúrbios fisiológicos pós-colheita, afetando negativamente atributos sensoriais e diminuindo a aceitação no mercado internacional e nacional. A pesquisa foi conduzida através de uma revisão bibliográfica abrangente, utilizando bases de dados como Google Acadêmico, Scielo e *Scopus*. Foram analisados artigos científicos e livros publicados nos últimos 15 anos, preferencialmente, no entanto, algumas publicações mais antigas foram citadas, devido a relevância das informações. A revisão incluiu estudos sobre as condições ambientais que causam lesões e as práticas de manejo recomendadas. Foram identificados os principais distúrbios fisiológicos pós-colheita, incluindo lesão por frio, lesão por calor, injúrias associadas a atmosfera controlada e modificada e má condução de práticas de manejo. A compreensão desses distúrbios, dentre outros, é fundamental para a implementação de práticas corretivas, que visam manter a qualidade da manga durante, principalmente, no armazenamento e transporte. Só assim a competitividade do Brasil no mercado internacional e nacional poderá ser preservada.

Palavras-chave: Distúrbios Fisiológicos Pós-Colheita; Tratamento Térmico; Lesões; *Mangifera indica* L.

ABSTRACT

Mango (*Mangifera indica* L.) is a tropical fruit of great economic importance, especially in the Northeast region of Brazil. Petrolina-PE and Juazeiro-BA are responsible for a large portion of Brazilian exports. However, the quality of mangoes can be compromised by postharvest physiological disorders, negatively affecting sensory attributes and decreasing acceptance in the international and national markets. The research was conducted through a comprehensive literature review, using databases such as Google Scholar, Scielo and Scopus. Scientific articles and books published in the last 15 years were analyzed, preferably, however, many older publications were cited, due to the relevance of the information. The review included studies on environmental conditions that cause injuries and recommended management practices. The main postharvest physiological disorders were identified, including cold injury, heat injury, injuries associated with controlled and modified atmospheres and poor management practices. Understanding these disorders, among others, is essential for implementing corrective practices that aim to maintain the quality of mangoes, especially during storage and transportation. Only in this way can Brazil's competitiveness in the international and national markets be preserved.

Keywords: Post-harvest Physiological Disorders; Ripening; Thermal Treatment; Injuries; *Mangifera indica* L.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS.....	12
2.1 Objetivo Geral	12
2.2 Objetivos Específicos	12
3 METODOLOGIA	13
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
4.1 Importância econômica da mangicultura	14
4.2 Aspectos gerais da manga	15
4.3 Distúrbios fisiológicos pós-colheita na manga.....	16
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

A manga (*Mangifera indica* L.) é uma fruta tropical e está entre uma das mais consumidas no mundo, tendo como relevância seu aroma agradável, sabor atraente e alto valor nutricional. Também é caracterizada como uma fruta de grande potencial econômico para o Brasil, com amplas perspectivas de expansão, especialmente no mercado externo (NTSOANE *et al.*, 2019). Sendo o Brasil o sétimo maior produtor mundial de manga, ficando atrás apenas da Índia, China, Tailândia, Indonésia, México e Paquistão (FAO, 2018).

Segundo a Palmieri (2018), foram colhidos por volta de 57 mil ha de manga, tendo como destaque as regiões: Nordeste representando (73%) da área colhida e seguidamente o Sudeste com (27%).

No entanto, alguns problemas enfrentados na mangicultura consistem na incidência de distúrbios fisiológicos, que reduzem a produtividade, a qualidade e o valor de mercado das mangas (ARAN *et al.*, 2015). Um dos problemas é que existe dificuldade para a identificação, pois os sintomas só são percebidos quando o consumidor vai cortar a fruta para o consumo (PIRES, 2023). Nesse sentido, características como sabor, textura e aparência são comprometidas, influenciando diretamente a aceitação pelo consumidor e, em consequência, a competitividade da manga no mercado (OLDONI, 2019).

Andrade (2021) descreve que a alta incidência de desordens fisiológicas e necessidade de melhoria da qualidade de consumo de mangas produzidas no Vale do São Francisco são limitações importantes que necessitam ser estudadas para buscar possíveis soluções que possam reduzir as perdas e melhorar a aceitação dos frutos no mercado consumidor. Neste contexto, estudos necessitam ser realizados para caracterizar e identificar possíveis indicadores da susceptibilidade de mangas a desordens fisiológicas, bem como para desenvolver práticas de manejo das plantas no pomar visando a melhoria da qualidade de consumo dos frutos.

Compreender os mecanismos subjacentes a esses distúrbios é fundamental para desenvolver estratégias eficazes de controle. A pesquisa contínua é necessária para identificar práticas agrícolas e pós-colheita que possam minimizar esses problemas e garantir a qualidade e a comercialização da manga. Diante desse cenário, esta revisão justifica-se pela necessidade de consolidar informações sobre

os distúrbios fisiológicos pós-colheita da manga, contribuindo para a melhoria da qualidade e competitividade da manga brasileira no mercado interno e externo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Apresentar uma revisão bibliográfica sobre distúrbios fisiológicos ocorridos na pós-colheita de manga e alguns métodos de controle.

2.2 Objetivos Específicos

- Referenciar os diferentes distúrbios fisiológicos pós-colheita em mangas.
- Descrever os resultados obtidos em estudos, para controlar os distúrbios fisiológicos em mangas.

3 METODOLOGIA

O trabalho refere-se a uma revisão bibliográfica sobre distúrbios fisiológicos pós-colheita em mangas. A busca por esses materiais foi realizada com a ajuda do Google Acadêmico, utilizando bases de dados como Scielo e Scopus. A coleta dos artigos foi feita de forma qualitativa, de acordo com o objetivo geral da revisão. O período dos materiais consultados foi dos últimos 15 anos, preferencialmente, no entanto, informações mais antigas também foram mencionadas. Além de artigos científicos, houve coleta de informações em livros também. As palavras-chave utilizadas para encontrar os artigos essenciais nesta revisão foram: "distúrbios fisiológicos pós-colheita da manga", "colapso interno na manga" e "*Mangifera indica* L."

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Importância econômica da mangicultura

A fruticultura é um dos setores de maior destaque do agronegócio brasileiro, abrangendo uma ampla variedade de culturas produzidas em diversas regiões e climas do país. O Brasil ocupa a terceira posição no ranking mundial de produção de frutas, ficando atrás apenas da China e da Índia. Este setor representa 16% da força de trabalho total do agronegócio (ABRAFRUTAS, 2024).

Em 2023, as exportações de frutas alcançaram US\$1,35 bilhão, o maior valor da série histórica. Desde 2019, as vendas externas brasileiras de frutas superaram a marca de US\$1 bilhão, com um aumento de 24,5% no último ano. O principal destino das exportações brasileiras de fruticultura é a União Europeia, que recebe aproximadamente metade do valor total exportado pelo Brasil (BRASIL, 2024).

A produção de manga tem representado grande expressão econômica para a agricultura brasileira. De acordo com o IBGE, o Brasil produziu cerca de 1,5 milhão de toneladas de mangas na safra de 2022. Segundo dados da Secex, o Brasil exportou aproximadamente 238,9 mil toneladas da fruta, representando um aumento de 25,9% em comparação aos mesmos meses do ano de 2022. Em termos de receita, as exportações geraram cerca de US\$ 269,5 milhões no mesmo período, um acréscimo de 59% em relação a 2022 e já superior ao recorde estabelecido em 2021 (ANUÁRIO HF, 2024).

A maior produção está localizada na região Nordeste, sendo o Estado da Bahia o maior produtor. Já em Pernambuco, o maior produtor da região é a cidade de Petrolina-PE (IBGE, 2022). Segundo dados da Pesquisa Agrícola Municipal do IBGE (IBGE, 2022), as regiões Nordeste e Sudeste têm, respectivamente, uma participação na área colhida e na quantidade produzida de 49.549 hectares e 784.692 toneladas para o Nordeste e 19.701 hectares e 334.881 toneladas para o Sudeste. Juntas, as duas regiões são responsáveis por aproximadamente 99% da produção brasileira.

Nesse sentido, vale ressaltar que a maior parte da produção de Petrolina-PE é destinada ao mercado internacional, sendo que o Brasil concentra as suas

vendas em duas fases, entre setembro e dezembro e entre janeiro e março (TREICHEL *et al.*, 2016).

O Brasil foi responsável por mais de 90% da produção, com destaque para os estados da Bahia (47,36%) e Pernambuco (45,42%). O ano de 2024 iniciou com resultados ainda mais promissores em comparação a 2023, registrando uma produção de 24,5 mil toneladas, em contraste com as 16,8 mil toneladas do ano anterior (ABRAFRUTAS, 2024). Embora o crescimento na cadeia de produção da manga seja notável, alguns entraves podem impactar os resultados, especialmente os distúrbios fisiológicos relacionados à pós-colheita.

A seguir algumas informações econômicas relevantes sobre a mangicultura no período de 2015 a 2024 (Figura 1).

Figura 1 - Esquemática da relevância econômica da mangicultura



Fonte: Autoria própria (2024).

4.2 Aspectos gerais da manga

A manga (*Mangifera indica* L.) é originária da Ásia meridional, pertence à família botânica Anacardiaceae e é uma fruta bastante conhecida em regiões de clima quente e úmido. Seu cultivo requer condições específicas de clima, solo e

cuidados para garantir um crescimento saudável e uma produção abundante (SIMÃO, 1971 citado por CALLEJAS *et al.*, 2014).

De acordo com estudos de Silva *et al.*, (2019), solos com pH entre 5,5 e 7,0 são considerados os mais adequados para o desenvolvimento das plantas de manga.

Sobre o clima, a manga é uma cultura típica de regiões tropicais e subtropicais. Temperaturas entre 25°C e 30°C, sendo ideais para o crescimento vegetativo e a produção com frutas de boa qualidade (XAVIER *et al.*, 2009).

Além disso, a morfologia das suas folhas grandes, alterna e coriáceas é ideal para que forneçam sombra para seus frutos, por ser uma árvore de grande porte, a manga quando não é podada pode atingir até 30m de altura, apresentando tronco largo e copa frondosa (LOUREIRO, 2011).

Além disso, como a mangueira possui um grande porte, seus tratamentos culturais também são exigentes. É preciso podas regulares, controle de pragas e doenças, irrigação supervisionada, fertilização e um bom manuseio pós-colheita (MOUCO, 2015).

Com isso, conclui-se para garantir uma boa produção da mangueira é necessário um manejo eficiente. Assimilar essa composição é fundamental para garantir frutas de alta qualidade para a mesa dos consumidores.

4.3 Distúrbios fisiológicos pós-colheita na manga

De acordo com Pires (2023) desordens fisiológicas são danos produzidos nos tecidos das frutas que não foram causados por patógenos ou danos mecânicos. O mesmo autor descreve que esses danos podem ser causados tanto na pré-colheita quanto na pós-colheita.

Já Wainwright e Burbage (1989) citados por Assis *et al.* (2004) definem desordens fisiológicas como o resultado de um desequilíbrio no metabolismo induzido por algum fator ou fatores no ambiente pré-colheita ou pós-colheita que conduzem ao colapso celular. Ainda Ferguson e Woolf (1999) também citados pelos autores supracitados, observaram que os fatores pré-colheita que podem predispor o fruto ao desenvolvimento de desordens, estão relacionados com a posição do fruto na árvore, as características do sítio de frutificação, a nutrição mineral e de carboidratos para o desenvolvimento do fruto, relações hídricas e respostas à

temperatura. Por outro lado, os fatores pós-colheita seriam altas temperaturas e altos níveis de CO₂ durante o armazenamento. Estes mesmos autores ainda relatam que o cálcio, nutriente mais comumente associado com as desordens pós-colheita, depende desses fatores pré-colheita para chegar até o fruto.

De acordo com Shivanshankar (2014) um problema recorrente na produção mundial de mangas é a alta incidência de desordens fisiológicas nos frutos. Entre os principais tipos de desordens fisiológicas estão diferentes tipos de colapso interno, caracterizados pela morte e escurecimento da polpa, o que geralmente não se torna visível externamente e resulta na comercialização de frutos impróprios para o consumo. Lacerda *et al.* (2004) descrevem que, além do fator genético, existem diversos fatores ambientais em pré e pós-colheita que podem influenciar a susceptibilidade do fruto a estas desordens, como os já citados anteriormente.

Dessa forma, estudos anteriores sugerem que as desordens fisiológicas em mangas são o resultado de desequilíbrios no metabolismo induzidos por fatores bióticos e/ou abióticos, acarretando no aparecimento de tecidos com aspecto aquoso ou marrom nos frutos (LIZADA *et al.*, 1984; WAINWRIGHT; BURBAGE, 1989 citados por ANDRADE, 2021).

Neste sentido, estudos mostram que as condições ambientais e de manejo durante o crescimento e desenvolvimento do fruto podem desempenhar um papel importante na ocorrência de desordens fisiológicas (CANTRE *et al.*, 2017). Entre estas condições estão o clima, tipo de solo, relações hídricas, práticas de fertilização (quantidade e época), poda e raleio dos frutos (GABRIËLS; WESTRA, 2017).

Para Ma *et al.* (2018) o colapso interno engloba diversos tipos de desordens fisiológicas em mangas, as quais são diferenciadas pelos sintomas visuais e tecido onde se desenvolvem. Apesar das diferenças, todos os tipos de colapso interno apresentam alterações anormais nas propriedades químicas e físicas da polpa, tornando-a imprópria para o consumo. Diversas desordens fisiológicas caracterizadas como colapso interno foram descritas de forma independente ao longo dos anos, de modo que existem diversos nomes para as diversas desordens.

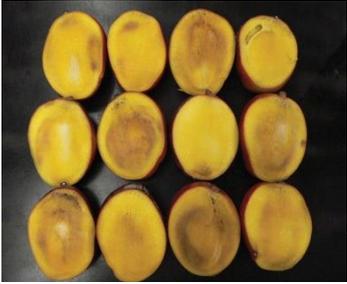
Já Brech (2017), descreve que a incidência de desordens fisiológicas na manga pós-colheita, geralmente ocorre por fator ambiental, tratamento térmico, temperatura no período de armazenamento, atmosfera modificada e atmosfera

controlada e transporte (Tabela 1). Sendo as principais desordens fisiológicas pós-colheita da manga, listadas abaixo e na tabela 1:

- Lesão por frio - “*Chilling Injury*”
- Lesão por calor - “*Heat Injury*”
- Injúrias por Atmosfera Modificada (AM) e Atmosfera Controlada (AC)
- Seiva
- Polpa Negra – “*Corte Negro*”
- Semente Preta - “*Pepita Negra*”

Tabela 1 - Resumo das principais causas e sintomas dos distúrbios fisiológicos que ocorrem na pós-colheita da manga

Distúrbio Fisiológico	Referência	Causas	Sintomas	Imagem
Lesão por frio - “ <i>Chilling Injury</i> ”	SIVAKUMAR <i>et al.</i> (2011)	Mangas expostas a temperaturas abaixo de 7-13°C quando ainda verde. Incidência maior em mangas destinadas à exportação.	Mal desenvolvimento do aroma, sabor e cor; corrosão superficial e descoloração o grave de epiderme.	 <p>Fonte: Brecht (2019)</p>
Lesão por calor - “ <i>Heat Injury</i> ”	CRUZ (2010)	Mangas expostas a altas temperaturas, ultrapassando a sua tolerância ao calor. Essa lesão ocorre geralmente com a aplicação de tratamentos quarentenários com água quente, vapor quente ou ar quente.	Desidratação acelerada, falha na coloração, escurecimento e enrugamento da epiderme. Na polpa ocorre degradação ineficaz do amido, formação de cavidades internas e falha na coloração.	 <p>Fonte: Brecht (2019)</p>

<p>Injúrias por Atmosfera Modificada (AM) e Atmosfera Controlada (AC)</p>	<p>MORGADO <i>et al.</i> (2022)</p>	<p>Mangas submetidas a condições errôneas de armazenamento com atmosfera modificada (AM) e atmosfera controlada (AC)</p>	<p>Odor e sabor etanólico; falha na coloração da casca.</p>	 <p>Fonte: Brecht (2019)</p>
<p>Seiva</p>	<p>MOUCO <i>et al.</i> (2015)</p>	<p>Essa desordem ocorre quando a seiva entra em contato com a superfície do fruto quando colhida.</p>	<p>O látex provoca queimadura na casca do fruto.</p>	 <p>Fonte: Brecht (2019)</p>
<p>Polpa Negra - "Corte Negro"</p>	<p>FREITAS (2021)</p>	<p>Pesquisas relatam que esse distúrbio é devido a incidência das mangas a baixas temperaturas, mas existe uma escassez de estudos sobre esse distúrbio fisiológico.</p>	<p>A falta de conhecimentos sobre o Corte Negro continue para uma alta incidência de perdas pós-colheita.</p>	 <p>Fonte: Brecht (2019)</p>
<p>Semente Preta - "Pepita Negra"</p>	<p>MOGOLLÓN <i>et al.</i> (2020)</p>	<p>Quanto às possíveis causas, estudo aponta que o processo de germinação prematura de sementes pode estar envolvido. Porém, precisa-se de mais pesquisas para entender a causa realmente.</p>	<p>Desordem caracterizada por um tecido transparente ao redor da semente com consistência de geleia que ao final se torna um anel marrom envolvendo a semente.</p> <p>Este distúrbio não</p>	 <p>Fonte: Brecht (2019)</p>

			é perceptível externament e na fruta. Contudo, ele compromete também a cor, sabor, sabor residual, textura e aparência da polpa.	
--	--	--	--	--

Fonte: Autoria própria (2024).

Com relação ao “Chilling Injury” (IC) a tolerância aumenta à medida que a manga se desenvolve e amadurece, de modo que, não atinja uma temperatura inferior a 12,5°C na fase verde madura, podendo tolerar a exposição a 8°C por um período longo, quando parcialmente madura (BRECHT; YAHIA, 2009; BENDER *ET AL.*, 2000a; MOHAMMED; BRECHT, 2002).

Além de evitar a exposição das mangas a temperaturas baixas, a maneira mais prática de evitar o IC consiste em evitar a colheita e o manuseio de frutas imaturas, que são mais suscetíveis (MOHAMMED; BRECHT, 2002). O IC pode ser reduzido ou evitado, por tratamentos que promovem o amadurecimento da manga, como tratamento com etileno, jasmonato de metila e exposição a altas temperaturas (NAIR; SINGH, 2003; GONZALEZ-AGUILAR *et al.*, 2000; JACOBI; NAIR *et al.*, 2000).

O'Hare e Prasad (1992) citados por Almeida Teixeira *et al.*, (2018), relataram que uma atmosfera controlada com 10 kPa CO₂ minimizou os sintomas de “Chilling Injury”, enquanto 5 kPa CO₂ não teve efeito significativo em mangas 'Kensington Pride' armazenadas a 7°C e que, concentrações mais altas de CO₂ (>10 kPa) foram ineficazes e tenderam a causar lesões nos tecidos, além de altos níveis de etanol na polpa. Enquanto Pesis *et al.*, (2000) relataram resultados semelhantes para mangas mantidas em embalagem com atmosfera modificada (MAP).

Outros tratamentos que foram relatados para minimizar ou prevenir o distúrbio supracitado incluem aplicações de ácido oxálico ou salicílico, poliaminas, 2,4-diclorofenoxi ácido acético e óxido nítrico (DING *et al.*, 2007; NAIR *et al.*, 2004; WANG *et al.*, 2008; ZAHARAH; SINGH, 2011).

Para Jacobi *et al.* (2000) frutas armazenadas a 22 e 30°C apresentaram a maior incidência e severidade de escaldadura da pele entre todas as frutas tratadas.

Portanto, a temperatura de armazenamento é fundamental para aumentar a tolerância ao calor da fruta e prevenir lesões na. Os autores observaram que a maior severidade foi em frutas armazenadas a 22 e 30°C, que também apresentaram altas taxas de escaldadura da casca. É possível que o dano à pele induzido pelo tratamento térmico com água quente (HWT) tenha contribuído para a maior suscetibilidade da fruta a fungos causadores de antracnose e podridão da extremidade do caule. O armazenamento da fruta a 38, 40 e 42°C aumentou a tolerância ao calor, evidenciada pela menor gravidade de lesões externas por calor. Esse aumento na tolerância ao calor foi correlacionado com a elevação dos mecanismos de defesa contra a invasão fúngica.

Ullah *et al.* (2024) relatam que os tratamentos térmicos fitossanitários pós-colheita, como o tratamento térmico a vapor (Vapor Heat Treatment, VHT) e o tratamento com água quente (Hot Water Treatment, HWT), desempenham um papel crucial na exportação de mangas para países que exigem protocolos específicos de quarentena. Esses tratamentos são essenciais para a erradicação de pragas como a mosca-das-frutas e o gorgulho da semente de manga, garantindo que os frutos exportados estejam livres de infestações e atendam aos requisitos fitossanitários internacionais. No entanto, o tratamento com água quente utilizado para a quarentena de insetos pode aumentar a deterioração latente das mangas durante o armazenamento refrigerado, caso seja aplicado além da temperatura e do tempo prescritos (JACOBI *et al.*, 2001).

Conforme estudo de Yahia; Singh (2009), as concentrações de O₂ e de CO₂ para mangas dependem da cultivar, do período de armazenamento e da finalidade do armazenamento em AM ou AC. A composição atmosférica ideal para o transporte e armazenamento a longo prazo do fruto verde maduro é geralmente considerada como 3–5% de O₂ mais 5–10% de CO₂. Mangas maduras podem se beneficiar de altos níveis de CO₂ (até 15%) e menor temperatura de armazenamento ou transporte, mas o O₂ não pode ser muito reduzido devido ao risco de início do metabolismo fermentativo na fruta (BENDER; BRECHT, 1994). Para Cantillano (2021) o uso inadequado de AM e AC podem resultar em distúrbios fisiológicos e deterioração da qualidade da fruta.

Bender *et al.* (2000b) observaram que mangas pré-climatéricas das variedades 'Haden' e 'Tommy Atkins' demonstram capacidade de tolerar atmosferas com 3 kPa de O₂ por um período de 2 a 3 semanas a temperaturas entre 12 e 15°C.

No entanto, essa tolerância ao oxigênio reduzido diminui à medida que os frutos amadurecem. Todos os tratamentos com redução de O₂ resultaram em uma diminuição da taxa respiratória dos frutos verdes maduros. Contudo, a produção elevada de etanol foi observada em condições de armazenamento com 2 e 3 kPa de O₂, sendo que os níveis de etanol foram duas a três vezes maiores em 'Tommy Atkins' comparado a 'Haden'. Frutos 'Haden' no estágio maduro da árvore (início do climatério) também acumularam etanol em atmosferas com 4 kPa de O₂ e produziram 10 a 20 vezes mais etanol em condições de 2 e 3 kPa de O₂ do que os frutos pré-climatéricos. Não foram observados sintomas visíveis de lesão, mas após o amadurecimento, desenvolveu-se um sabor estranho nos frutos verdes inicialmente maduros armazenados em 2 kPa de O₂ e nos frutos com amadurecimento iniciado em 2 e 3 kPa de O₂. Os autores também relatam que mangas maduras podem tolerar atmosferas de CO₂ de até 25 kPa por 2 semanas a 12°C; o CO₂ elevado (25 kPa), inibiu completamente a produção de etileno, mas aumentou a produção de etanol.

Outros cuidados que se devem ter com frutos de manga é evitar a queimadura por látex exsudado na colheita. Dessa forma, deve-se manusear o fruto durante a remoção da árvore, de modo a direcionar a seiva que jorra para longe do fruto, seguida pela inversão do fruto, geralmente em uma prateleira, para permitir a seiva restante para terminar de pingar antes de continuar o manuseio. Também é possível reduzir o fluxo de seiva colhendo frutas com caule de 5 cm ou mais. O caule pode então ser aparado várias horas depois, com pouco ou nenhum fluxo de seiva. Outra abordagem comum é lavar rapidamente a seiva da superfície da fruta após a colheita, o que é feito de várias maneiras usando um spray de água de 20 a 30 minutos ou enxaguando com 0,1% de detergente, 1% de cal hidratada (hidróxido de cálcio), 1% de alume. (sulfato de alumínio e potássio) ou outras soluções. Se a lavagem for feita cerca de uma hora após a colheita, ocorrerá pouca ou nenhuma descoloração (HOLMES *et al.*, 1993; MALIK, 2009; BARMAN *et al.*, 2015).

De acordo com Lima (2021) o látex, por ser uma substância viscosa, exsuda sob alta pressão e, dependendo da posição da fruta, pode escorrer sobre a superfície da casca. Sendo rico em compostos de natureza cáustica, pode provocar queimaduras que comprometem a aparência da manga, reduzindo seu valor comercial. Essas queimaduras também podem ocorrer quando uma fruta entra em contato direto com outra que tenha sido afetada pelo escorrimento do látex. A autora

destaca que, para reduzir a exsudação do látex e o escorrimento sobre a casca, que causam queimaduras, alguns procedimentos podem ser adotados. Como a colheita de frutos menos túrgidos, o que pode ser alcançado através do manejo da irrigação, durante os horários mais quentes do dia, quando o fluxo de látex é mínimo devido aos mecanismos da planta para evitar a perda excessiva de água. Além disso, o corte do pedúnculo também pode ser realizado a 5 cm de altura, onde a presença de vasos é menos intensa, como um método.

A polpa preta foi relatada pela primeira vez por Mora *et al.*, (1998) no México, em mangas 'Haden' armazenadas a 13°C por mais de 20 dias. Nos últimos 10 anos, a polpa preta tornou-se um problema significativo em mangas exportadas da América do Sul e do México para os Estados Unidos, sendo denominado "corte negro". No entanto, a escassez de estudos sobre as causas desse distúrbio em mangas durante o amadurecimento, onde muitos dos quais apresentam resultados contraditórios, tem dificultado o desenvolvimento de práticas de controle eficazes. Essa lacuna no conhecimento contribui para a alta incidência de perdas pós-colheita de mangas devido a essa desordem (FREITAS, 2021).

Com relação a semente preta, Ploetz (2003) conceitua como doença de origem desconhecida que foi observada em 'Tommy Atkins' e outras variedades na América Central e na América do Sul, sendo caracterizada pelo aborto do embrião juntamente com a ruptura e escurecimento do tecido adjacente do mesocarpo da manga madura que lembra a injúria por baixa temperatura. O dano interno é frequentemente previsto por uma pequena mancha escura visível do exterior que pode ocorrer em qualquer parte da superfície ventral do fruto, do bico ao caule. A semente preta não foi associada a um patógeno microbiano ou inseto e presume-se que esteja relacionada à deficiência de cálcio.

Já o caroço das frutas é outro distúrbio relativamente novo, tendo sido descrito pela primeira vez em 2006 (SHARMA, 2006, citado por SHARMA; SINGH, 2009), que consistem em pequenos caroços afundados se desenvolvem aleatoriamente na casca da fruta em desenvolvimento, aumentando de tamanho à medida que a fruta se expande. O caroço dos frutos está em grande parte associado às variedades de manga indianas, que demonstraram ser muito mais propensas a desenvolver caroços graves do que diversas variedades não indianas (SHARMA; SINGH, 2009).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compreensão dos fatores que afetam a qualidade pós-colheita, incluindo tratamentos térmicos e atmosféricos, é essencial para otimizar a conservação e a comercialização da manga. Nesse sentido, a adoção de técnicas de manejo integradas e o conhecimento aprofundado dos distúrbios fisiológicos são primordiais para a sustentabilidade e a competitividade da mangicultura brasileira.

REFERÊNCIAS

- ABRAFRUTAS - Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados. **Setor de fruticultura se destaca nas exportações brasileiras. Notícias./ Brasil bate recorde de receita e exportação com manga produzida no Nordeste.**2024. Disponível em < <https://abrafrutas.org/2024/07/setor-de-fruticultura-se-destaca-nas-exportacoes-brasileiras/>>.
- ALMEIDA TEIXEIRA, G. H. *et al.* Effect of carbon dioxide (CO₂) and oxygen (O₂) levels on quality of 'Palmer'mangoes under controlled atmosphere storage. **Journal of food science and technology**, v. 55, p. 145-156, 2018.
- ANDRADE, M. E. A. de. **Avaliação de desordens fisiológicas e de manejo pré-colheita de mangas 'Keitt' produzidas no Vale do São Francisco.** 2021. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2021.
- ANUÁRIO HF. Brasil Hortifruti. **Manga. Anuário 2023 | 2024 - Retrospectiva 2023 e Perspectiva 2024.** Ano 22. Nº 240. 2024.
- ASSIS, J. S. de; SILVA, D. J.; MORAES, P. L. D. de. Equilíbrio nutricional e distúrbios fisiológicos em manga'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, p. 326-329, 2004.
- BARMAN, K. *et al.* Influence of different desapping agents on the incidence of sapburn, ripening behaviour and quality of mango. **Journal of food science and technology**, v. 52, p. 161-170, 2015.
- BENDER, R. J. *et al.* Aroma volatiles of mature-green and tree-ripeTommy Atkins' mangoes after controlled atmosphere vs. air storage. **HortScience**, v. 35, n. 4, p. 684-686, 2000a.
- BENDER, R. J; BRECHT, J. K.; CAMPBELL, C. A. Responses of'Kent'and'Tommy Atkins' mangoes to reduced O₂ and elevated CO₂. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society** v. 107, p. 274-277.1994.
- BENDER, Renar J. *et al.* Mango tolerance to reduced oxygen levels in controlled atmosphere storage. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 125, n. 6, p. 707-713, 2000b.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Setor de fruticultura se destaca nas exportações brasileiras.** Agricultura e Pecuária. 2024. Disponível em < <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/setor-de-fruticultura-se-destaca-nas-exportacoes-brasileiras#:~:text=As%20exporta%C3%A7%C3%B5es%20de%20fruticultura%20em,brasileira%20%C3%A9%20a%20Uni%C3%A3o%20Europeia.>>.
- BRECHT, J. K.; YAHIA, E. M. Postharvest physiology. In: **The mango: Botany, production and uses.** Wallingford UK: CABI, 2009. p. 484-528.
- BRECHT, J. K. Manga. Em: **Distúrbios fisiológicos pós-colheita em frutas e vegetais.** CRC Press, 2019. p. 443-466.

- CALLEJAS, I. J. A. *et al.* Determinação das temperaturas cardinais da manga cultivar Roxa através de simulação computacional utilizando um modelo não linear Determination of the cardinal temperatures of Purple mango cultivar through computer simulation using a nonlinear model. **Ambiência**, v. 10, n. 1, p. 97-110, 2014.
- CANTILLANO, R. F. **Armazenamento em atmosfera controlada**. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/>>. Acesso em: 06 ago. 2024.
- CANTRE, D. *et al.* Tissue breakdown of mango (*Mangifera indica* L. cv. Carabao) due to chilling injury. **Postharvest Biology and Technology**, v. 125, p. 99-111, 2017.
- CRUZ, J. N. da. **Estudo de tratamentos fitossanitários na manga (*Mangifera indica* L.) para exportação**. 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- FAOSTAT, FAO. 2005. Food and agriculture organization of the United Nations. **Statistical database**, 2013.
- FREITAS, S. T. de. **Monitoramento e predição de desordem fisiológica em mangas produzidas no Vale do São Francisco com o uso da espectroscopia**. Petrolina: Embrapa Semiárido, Comunicado técnico, 187, p.7. 2021.
- GABRIËLS, S.; WESTRA, E. Measuring and predicting mango quality from harvest at Brazil till RTE stage in the Netherlands: GreenCHAINge WP1–Mango. Wageningen **Food & Biobased Research**, 2017.
- GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. *et al.* Methyl jasmonate reduces chilling injury and maintains postharvest quality of mango fruit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, n. 2, p. 515-519, 2000.
- HOLMES, R. J.; LEDGER, S. N.; MACLEOD, W. N. B. Handling systems to reduce mango sapburn. In: **IV International Mango Symposium 341**. p. 528-532. 1992.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Agrícola Municipal**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 jul. 2022.
- JACOBI, K. K.; MACRAE, E. A.; HETHERINGTON, S. E. Effects of hot air conditioning of 'Kensington' mango fruit on the response to hot water treatment. **Postharvest Biology and Technology**, v. 21, n. 1, p. 39-49, 2000.
- JACOBI, K. K.; MACRAE, Elspeth A.; HETHERINGTON, Suzan E. Postharvest heat disinfestation treatments of mango fruit. **Scientia Horticulturae**, v. 89, n. 3, p. 171-193, 2001.
- LACERDA, M. A. D; DE LACERDA, R. D; ASSIS, P. C. De O. A participação da fruticultura no agronegócio brasileiro. **Revista de biologia e ciências da terra**, v. 4, n. 1, 2004.
- LI, P. *et al.* Pre-storage application of oxalic acid alleviates chilling injury in mango fruit by modulating proline metabolism and energy status under chilling stress. **Food Chemistry**, v. 142, p. 72-78, 2014.

LIMA, M. A. C. **Manga - Distúrbios fisiológicos**. Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária - Embrapa Semiárido. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/manga/producao/problemas-de-causa-abiotica/disturbios-fisiologicos>>. Acesso em Agosto de 2024.

LIZADA, M. C. C.; KOSIYACHINDA, S.; MENDOZA, D. B. Physiological disorders of mango. **Mango: Fruit development, postharvest physiology and marketing in ASEAN. ASEAN Food Handling Bur., Kuala Lumpur, Malaysia**, p. 68-74, 1984.

LOUREIRO, V. R.; DA SILVA BARBOSA, E. J. Cidade de Belém e natureza: uma relação problemática?. **Novos Cadernos NAEA**, v. 13, n. 1, 2011.

MA, X. *et al.* Relationship between internal breakdown and mineral nutrition in the flesh of 'Keitt' mango. In: **VIII International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Crops 1217**. 2017. p. 351-356.

MALIK, A. U. *et al.* Toward developing a sea-freight supply chain for delivering Pakistani mangoes to European supermarket: a private-public sector model. In: **International Symposium Postharvest Pacifica 2009-Pathways to Quality: V International Symposium on Managing Quality in 880**. 2009. p. 83-89.

MOGOLLÓN, R. *et al.* Non-destructive prediction and detection of internal physiological disorders in 'Keitt' mango using a hand-held Vis-NIR spectrometer. **Postharvest Biology and Technology**, v. 167, p. 111251, 2020.

MOHAMMED, M.; BRECHT, J. K. Reduction of chilling injury in 'Tommy Atkins' mangoes during ripening. **Scientia Horticulturae**, v. 95, n. 4, p. 297-308, 2002.

MORA, A. A.; VEGA, P. A.; TÉLIZ, O. D. **Enfermedades del mango**. In: TÉLIZ, D. (ed.). *El Mango y su Manejo Integrado en Michoacán*. GUIM (Grupo Interdisciplinario de Investigación en Mango), 1998. p. 18-44.

MORGADO, Cristiane Maria Ascari *et al.* Refrigeração e atmosfera modificada na conservação de frutas: uma breve revisão. **Scientific Electronic Archives**, v. 15, n. 10, 2022.

MOUCO, M. A. do C. (ed.). **Cultivo da mangueira**. 3. ed. Petrolina: Embrapa Semiárido, Embrapa Semiárido. Sistemas de Produção, 2. ISSN 1807-0027. Biblioteca(s): Embrapa Semiárido. 2015.

NAIR, S.; SINGH, Z.; TAN, S. C. Aroma volatiles emission in relation to chilling injury in 'Kensington Pride' mango fruit. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 78, n. 6, p. 866-873, 2003.

NAIR, Suresh; SINGH, Zora. Chilling injury in mango fruit in relation to biosynthesis of free polyamines. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 79, n. 4, p. 515-522, 2004

NTSOANE, Makgafele Lucia *et al.* Quality assesment and postharvest technology of mango: A review of its current status and future perspectives. **Scientia Horticulturae**, v. 249, p. 77-85, 2019.

- O'HARE, T. J.; PRASAD, A. The effect of temperature and carbon dioxide on chilling symptoms in mango. **Physiological Basis of Postharvest Technologies** 343, p. 244-250, 1992.
- OLDONI, F. C. A et al. **Colapso interno em mangas: o problema na visão de atacadistas**. Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária. 2019.
- PALMIERI, F. G. **Análise da produção de manga no Brasil e exterior, e perspectivas de mercado**. Trabalho apresentado na 27a Feira Nacional da Agricultura Irrigada (FENAGRI). Juazeiro/BA, 2018.
- PESIS, E. *et al.* Modified atmosphere and modified humidity packaging alleviates chilling injury symptoms in mango fruit. **Postharvest biology and technology**, v. 19, n. 1, p. 93-101, 2000.
- PIRES, B.P de C. **Fatores reguladores e método para o monitoramento de desordens fisiológicas em mangas produzidas no Vale do São Francisco**. 2023.
- PLOETZ, R. C. Diseases of mango. **Diseases of tropical fruit crops**, p. 327-363, 2003.
- SARAN, P. L; KUMAR, R; ERCISLI, S; CHOUDHARY, R. Fruit cracking in mango (*Mangifera indica* L.) cv. 'Dashehari'. **Erwerbs-Obstbau**, v. 57, n. 2, p. 93-96, 2015.
- SELF, G.; DE ASSIS, J. S.; CARON, V. C. Effects of postharvest handling on lenticel spotting of Tommy Atkins mangoes from northeast Brazil. In: **IV International Conference on Managing Quality in Chains-The Integrated View on Fruits and Vegetables Quality 712**. p. 543-550. 2006.
- SHARMA, R. R.; SINGH, R. The fruit pitting disorder—A physiological anomaly in mango (*Mangifera indica* L.) due to deficiency of calcium and boron. **Scientia Horticulturae**, v. 119, n. 4, p. 388-391, 2009.
- SHIVASHANKAR, S. Physiological disorders of mango fruit. **Horticultural Reviews: Volume 42**, p. 313-348, 2014.
- SILVA, A. B. *et al.* "Características edáficas do solo e nutrição mineral da mangueira". **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n. 5, 2019.
- SIMÃO, S. **Manual Fruticultura**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1971, 530p.
- SIVAKUMAR, D.; JIANG, Y.; YAHIA, E.M. Maintaining mango (*Mangifera indica* L.) fruit quality during the export chain. **Food Research International**, Barking, v.44, n.5, p.1254-1263, 2011.
- TREICHEL, M. *et al.* **Anuário brasileiro da fruticultura 2016**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2016. 88 p.: il.
- ULLAH, M. A. *et al.* Impact of factors contributing to internal disorders of mango (*Mangifera indica* L.) fruit—A systematic literature review. **Scientia Horticulturae**, v. 331, p. 113150, 2024.
- WAINRIGHT, H.; BURBAGE, M. B. Physiological disorders in mango (*Mangifera indica* L.) fruit. **Journal of Horticultural Science**, v. 64, n. 2, p. 125-135, 1989.

WANG, B. *et al.* Reduced chilling injury in mango fruit by 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid and the antioxidant response. **Postharvest Biology and Technology**, v. 48, n. 2, p. 172-181, 2008.

XAVIER, I. F. *et al.* Qualidade pós-colheita da manga 'tommy atkins' comercializada em diferentes estabelecimentos comerciais no município de Mossoró-RN. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 4, p. 7-13, 2009.

YAHIA, E. M.; SINGH, S. P. Tropical fruits. In: **Modified and controlled atmospheres for the storage, transportation, and packaging of horticultural commodities**. CRC Press, 2009. p. 415-462.

ZAHARAH, S. S.; SINGH, Z. Postharvest nitric oxide fumigation alleviates chilling injury, delays fruit ripening and maintains quality in cold-stored 'Kensington Pride' mango. **Postharvest Biology and Technology**, v. 60, n. 3, p. 202-210, 2011.