

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO SERTÃO PERNAMBUCANO
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL**

CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MANGAS 'TOMMY ATKINS'
ACONDICIONADAS EM EMBALAGENS PLÁSTICAS ASSOCIADAS A
ABSORVEDORES DE ETILENO**

ISOUBEL ARAÚJO DA SILVA ALENCAR

**PETROLINA, PE
2019**

ISOUBEL ARAÚJO DA SILVA ALENCAR

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MANGAS 'TOMMY ATKINS'
ACONDICIONADAS EM EMBALAGENS PLÁSTICAS ASSOCIADAS A
ABSORVEDORES DE ETILENO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao IF SERTÃO-PE *Campus*
Petrolina Zona Rural, exigido para a
obtenção de título de Engenheiro Agrônomo.

**PETROLINA, PE
2019**

ISOUBEL ARAÚJO DA SILVA ALENCAR

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MANGAS 'TOMMY ATKINS'
ACONDICIONADAS EM EMBALAGENS PLÁSTICAS ASSOCIADAS A
ABSORVEDORES DE ETILENO**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao IF
SERTÃO O-PE *Campus* Petrolina Zona Rural, exigido
para a obtenção de título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: _____ de _____ de _____.

Orientadora: Prof^a. Dr^a Ana Elisa Oliveira dos Santos – IF Sertão, Campus
Petrolina Zona Rural.

Avaliadora: Prof^a. Dr^a Aline Rocha – IF Sertão, Campus Petrolina Zona Rural.

Avaliadora: Prof^a Dr^a Maria Auxiliadora Coelho de Lima – Empresa Brasileira de
Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Semiárido).

A368 Alencar, Isobel Araújo da Silva.
Conservação pós-colheita de mangas 'Tommy
Atkins' acondicionadas em embalagens plástica
associadas a absorvedores de etileno / Isobel
Araújo da Silva Alencar. - 2019.
36 f.: il.; 30 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em
Agronomia)- Instituto Federal de Educação, Ciência
e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Petrolina,
2019.

Bibliografia: f. 28-30.

1. Pós-colheita. 2. Manga. 3. Embalagens.
I. Título.

CDD 631.56

RESUMO

O Brasil é um dos maiores produtores de manga (*Mangifera indica* L.). Sendo um fruto tropical de grande aceitação pelos consumidores, devido à sua composição nutricional e suas características exóticas. Com o intuito de conservar a qualidade pós-colheita de mangas, vários autores vêm desenvolvendo trabalhos com atmosferas modificadas, associadas à utilização de sachês absorvedores de etileno. Neste sentido, o trabalho vem como objetivo avaliar a qualidade pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins' acondicionadas em embalagem plástica, associada a sachê absorvedor de etileno e ao armazenamento refrigerado e armazenamento sem refrigeração. O experimento constitui de 4 tratamentos, onde: T1: frutos acondicionados em embalagem de papelão tipo exportação (controle); T2: 1 sachê absorvedor de etileno; T3: embalagem plástica de polietileno (tipo saco picotado) lacrada com fita adesiva; T4: 1 sachê absorvedor de etileno + embalagem plástica de polietileno (tipo saco picotado) lacrada com fita adesiva. Após o acondicionamento dos frutos nas embalagens, as mesmas foram armazenadas em câmara de refrigeração, por 15 dias a uma temperatura média $9 \pm 2^\circ\text{C}$ e 76% UR, sendo a temperatura e a úmida monitorados diariamente com o termohigrômetro, após este período foram retirados da câmara e expostos em bancadas sem refrigeração por mais 12 dias aonde todas as embalagens plásticas foram abertas, a temperatura estava entre $26 \pm 2^\circ\text{C}$ e 38% UR, sendo a temperatura e a úmida monitorados diariamente com o termohigrômetro. A cada quatro dias os frutos foram avaliados quanto à perda de massa fresca (PMF), teor de sólidos solúveis (TSS), acidez titulável (AT), firmeza da polpa e cor da polpa. O delineamento experimental utilizados nas duas etapas (câmara de refrigeração e bancada) inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 4, sendo 4 tratamentos e 4 períodos sendo cada repetição composta por um fruto. Para análise estatística, os dados por meio de análise de variância e as médias comparas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software *WinStat*. A embalagem plástica associada ao sachê absorvedor de etileno na conservação pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins', proporcionou menor perda de massa, além de ter retardado a maturação dos frutos, no entanto, novos estudos devem ser realizados para que esses resultados sejam comparados. Vale salientamos que, os tratamentos T3 e T4 apesar de terem interferido nas variáveis estudadas, de forma a retardar a maturação dos frutos, os mesmos não permitiram de maneira eficiente a perda de firmeza da polpa e algumas características relacionadas ao sabor e aroma, que necessitam ser analisadas em estudos futuros.

.

Palavras-chave: *Mangifera indica* L., refrigeração, absorvedor de etileno, embalagem plástica.

AGRADECIMENTOS

A Deus, autor da minha vida por ter me concedido saúde, força e fé para percorrer esta jornada, ao qual sem ele nada do que foi alcançado seria possível, toda honra e glória seja dada a ti.

Aos meus pais Edmilson Pereira da Silva e Ana Maria Lima Araújo Pereira, pelo incentivo, apoio na busca da realização de um sonho a minha graduação.

Ao meu esposo Jefferson da Silva Alencar, companheiro estimável que em meio a tanta diversidade foi meu porto seguro, sempre me ajudando, me incentivando e me dando forças para terminar essa caminhada, e aos meus filhos Ezequiel Araújo da Silva Alencar e Ester Araújo da Silva Alencar pela compreensão e amor.

Aos meus amigos Raquel Pricila Santos, Amon Rafael e toda a minha turma AG06, que não mediram esforço para me ajudar em momentos cruciais.

Ao Setor da Agroindústria, Tatiane e Rodrigo, as laboratoristas Miriam e Fernanda Fernandes por ter me dado suporte ao longo de todo o experimento.

A minha orientadora Prof.^a Ana Elisa de Oliveira dos Santos, pela paciência e dedicação e por ter compartilhado comigo seu conhecimento, muito obrigada.

Estendo a minha gratidão ao IF Sertão-PE pela oportunidade da qualificação e a todos os professores, funcionários, amigos que de forma direta ou indiretamente contribuíram para minha formação.

E sabemos que todas as coisas contribuem juntamente para o bem daqueles que amam a Deus, daqueles que são chamados segundo o seu propósito.

Romanos 8:28

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Página
Figura 1: Mangas ‘Tommy Atkins’ no estágio de maturação “1”.....	16
Figura 2: Tratamentos utilizados no experimento identificados como: T1: frutos acondicionados em embalagem de papelão tipo exportação (controle), T2: 1 sachê absorvedor de etileno; T3: embalagem plástica de polietileno (tipo saco picotado) lacrada com fita adesiva e T4: 1 sachê absorvedor de etileno + embalagem plástica de polietileno (tipo saco picotado) lacrada com fita adesiva.....	17
Figura 3: Pesagem dos frutos para análises da massa fresca.....	19
Figura 4: Escala de maturação da manga ‘Tommy Atkins’ segundo a coloração da casca e da polpa.....	19
Figura 5: Retirada da casca do fruto da manga (A) e utilização do penetrômetro (B).....	20
Figura 6: Retirada da casca (A); corte extração manual da polpa, com um auxílio de ralador e peneira (B e C) e polpa extraída dos frutos (D).....	20
Figura 7: Titulação da amostra de manga ‘Tommy Atkins’.....	21
Figura 8: Coloração da polpa das mangas submetidas aos diferentes tratamentos.....	23
Tabela 1: Caracterização inicial das mangas “Tommy Atkins”, no estágio de maturação “1”, no dia do armazenamento refrigerado.....	22
Tabela 2: Valores médios de perda massa fresca (%) de mangas ‘Tommy Atkins’ submetidas ao acondicionamento em embalagens, associadas a absorvedor de etileno durante o período em ambiente não refrigerado por 12 dias.....	24
Tabela 3: Valores médios de Acidez titulável (% de ácido cítrico) de mangas ‘Tommy Atkins’ submetidas ao acondicionamento em embalagens, associadas a absorvedor de etileno durante o período em ambiente não refrigerado por 12 dias.....	25
Tabela 4: Valores médios de teores de sólidos solúveis (°Brix) de mangas ‘Tommy Atkins’ submetidas ao acondicionamento em embalagens, associadas a absorvedor de etileno durante o período em ambiente não refrigerado por 12 dias.....	25
Tabela 5: Valores médios de firmeza da polpa (N) de mangas ‘Tommy Atkins’ submetidas ao acondicionamento em embalagens, associadas a absorvedor de etileno durante o período em ambiente não refrigerado por 12 dias.....	26

SÚMARIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	10
2.1 A cultura da manga.....	10
2.2 Características da cultivar Tommy Atkins.....	11
2.3 Armazenamento refrigerado de manga.....	11
2.4 Etileno x conservação de mangas.....	12
2.5 Absorvedores de etileno x conservação.....	13
2.6 Embalagens plásticas na conservação de mangas.....	14
3. OBJETIVOS.....	15
3.1 Objetivo geral.....	15
3.1 Objetivos específicos.....	15
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
4.1 Caracterização inicial.....	18
4.2 Massa Fresca dos frutos.....	18
4.3 Coloração da polpa.....	19
4.4 Firmeza da polpa.....	20
4.5 Teor de Sólidos Solúveis (TSS).....	20
4.6 Acidez titulável (AT).....	21
4.7 Delineamento Experimental.....	21
5. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	22
5.1 Caracterização inicial dos frutos.....	22
5.2 Coloração da polpa.....	22
5.3 Massa Fresca dos frutos.....	23
6. CONCLUSÕES.....	27
7. REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de manga (*Mangifera indica L.*). Sendo um fruto tropical de grande aceitação pelos consumidores, devido à sua composição nutricional e suas características exóticas, mas o consumo ainda é pequeno, podendo ser ampliado ao utilizar formas variadas (SILVA et al. 2013).

Segundo Lima (2018) mostra que a manga continua sendo a fruta que o Brasil mais exporta, em 2017, houve recorde nos embarques em volume, cerca de 179 mil toneladas. Um dos fatores que contribui com esse cenário e diferencia o Brasil de outras nações produtoras é o fato de o país produzir o ano inteiro.

De acordo com Barbieri et al. (2018) de 20% a 25% do volume de mangas produzidas no Vale do São Francisco, principal polo exportador, são vendidas ao mercado internacional e, da quantidade enviada, 74% foram destinados para a União Europeia. Na média dos últimos cinco anos (2012 – 2016), visando atender esse mercado, têm se aprimoradas técnicas de conservação da qualidade das frutas.

Com o intuito de conservar a qualidade pós-colheita de mangas, vários autores vêm desenvolvendo trabalhos com atmosferas modificadas, associadas à utilização de sachês absorvedores de etileno. Jerônimo & Kaneshiro (2000) estudaram embalagens fabricadas com permanganato de potássio ou o uso de sachê de permanganato de potássio, no interior das embalagens, com a finalidade de absorver o etileno produzido pelas frutas durante os processos de amadurecimento.

Para diminuir perdas em pós-colheita é imprescindível aperfeiçoar as tecnologias e conhecer os fatores envolvidos na deterioração dos frutos, bem como as técnicas que retardam a senescência e conservam a qualidade dos frutos Amarante; Stefens (2009).

Neste sentido, o trabalho vem como objetivo avaliar a qualidade pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins' acondicionadas a embalagem plástica, associada a sachê absorvedor de etileno e ao armazenamento refrigerado e sem refrigeração.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura da mangueira

A mangueira (*Mangifera indica L.*) é originária da Índia, onde há uma vasta diversidade de plantas e frutos. Foi introduzida no Brasil na época das grandes navegações chegando ao litoral do Rio de Janeiro até o porto de Belém do Pará, como isso foi se expandido por todo território brasileiro, ficou tão difundida a ponto de se ter a ideia de que a manga era brasileira (FIGUEIREDO NETO, 2017).

A produção de manga se firmou economicamente no Brasil na década de 1980 com exportações para os Estados Unidos e Europa, visando atender esse mercado tão exigente, para reduzir perdas, é necessária melhorar os processos pós-colheitas, retardando o processo de deterioração e senescência preservando a qualidade dos frutos.

De acordo com Mouco (2010), a cultura da manga reveste-se de especial importância econômica e social, na medida em que envolve um grande volume anual de negócios voltados para os mercados interno e externo, e destaca-se entre as culturas irrigadas da região do Submédio São Francisco, embora não apresente um elevado coeficiente de geração de empregos diretos, quando comparado com outras fruteiras, confere oportunidades de ocupações que se traduzem em empregos indiretos. Embora a manga seja produzida em todo territorial nacional, concentra-se em especial na região Nordeste, o Submédio São Francisco é considerado atualmente um dos principais polos de produção, sendo o maior em exportação, gerando riqueza, desenvolvimento social e econômico com a geração de emprego diretos e indiretos. Com isso a região vem se destacando no cenário nacional com uma fruta de qualidade, como uma ótima aceitação no mercado.

A região Nordeste também se destaca no cenário nacional como a grande produtora de manga tipo exportação, as condições climáticas, a disponibilidade de água e o sistema de irrigação que é utilizado, permitem que os mangicultores planejem suas colheitas para qualquer período do ano que possibilita que os mesmos coloquem sua produção no mercado em épocas de melhores preços (SOUZA et al. 2002).

Embora seja produzida em todo o território nacional, a manga concentra-se em especial no Nordeste atualmente o maior produtor é a Bahia, com 21.370 hectares de área colhida da fruta e volume de 353.689 toneladas com 233,159 milhões em seguida Pernambuco, com 230,381 toneladas (LIMA, 2018).

Entre outros aspectos como resistência à doença como antracnose, a coloração dos frutos e a tolerância tanto ao transporte quanto à deterioração (RIBEIRO, M. 2006).

2.2 Características da cultivar Tommy Atkins

A cultivar Tommy Atkins foi criada nos anos 40, na Florida (EUA) com o cruzamento entre a cultivar 'Haden' e uma cultivar desconhecida, árvore longeva de copa cheia e densa, com frutos de chegam a pesar até 500g, sua casca espessa, com formato oval e cor laranja-amarela coberta com vermelho e púrpura intensa. Sua polpa é firme, succulenta, como teor médio de fibra. Resistente a danos mecânicos, a antracnose, precoce, colhido imaturo amadurece bem.

As desvantagens são problemas com colapso interno do fruto, alta suscetibilidade ao oídio e malformação floral. O teor de sólidos solúveis (17%) com sabor inferior, quando comparada com as cultivares 'Palmer' e 'Haden'. Respectivamente são mais de mil cultivares de mangas catalogadas e descritas, mas só 25 cultivares são cultivadas no mundo, entre todas as cultivares desenvolvidas na Flórida, a 'Tommy Atkins' é uma das preferidas pelo exigente mercado americano (GENÚ et al. 2002).

2.3 Armazenamento refrigerado de manga

A técnica mais usada para prolongar a vida útil e regular os processos fisiológicos e bioquímicos dos frutos, a fim de manter a qualidade durante o transporte e a estocagem, é a refrigeração, que tem sido bastante utilizado por retardar os processos degradativos que ocorrem após a colheita, mas em alguns

casos, requer o uso de técnicas complementares. Como as atmosferas controlada e modificada, para obtenção de melhores resultados (AMARIZ, 2010).

O período de conservação dos frutos é prolongado pelo emprego da refrigeração e o uso da atmosfera modificada associada ao armazenamento que reduz a respiração e a transpiração, bem como a perda de massas, mudança da aparência (PFAFFENBACH et al. 2003). Os métodos de atmosfera modificada, como o uso de filmes e de cera na superfície dos produtos não tem bons resultados se não forem associados ao uso da refrigeração (DOS SANTOS et al. 2011).

A refrigeração associada ao uso de embalagens durante o armazenamento dos frutos prolonga a vida de prateleira dos frutos, pois além das embalagens cria um tipo de barreira artificial, evita-se os danos mecânicos nos frutos e podridões. (ASSUNÇÃO et al. 2018). A refrigeração além de diminuir a taxa respiratória, retarda o amadurecimento reduz o metabolismo, diminuir o desenvolvimento de patógenos, mas o período de exposição, por períodos muito extensos, pode facilitar a ocorrência de outras doenças (MIGUEL et al. 2013).

2.4 Etileno e conservação de mangas

O C_2H_4 conhecido como etileno promove o amadurecimento dos frutos, pois ele se acopla ao receptor na membrana plasmática dando início a uma série de reações ocasionando o amadurecimento e consequente senescência do fruto (ANDREUCCETTI et al. 2007). A eliminação do etileno, por meio dos absorvedores, proporciona a conservação e menor perda de massa, uma vez que ele atua em reações que ocasionam o amadurecimento e senescência do fruto (NASSER et al. 2015).

A vida pós-colheita da manga é limitada pela deterioração fisiológica causada pelo excessivo amadurecimento da fruta e pelo desenvolvimento de patógenos que ocasionam podridões. Além disso, a perda de água pelos frutos pode atingir níveis que causam enrugamento e murchamento das mangas e que comprometem o aspecto visual e reduzem seu valor comercial (MARQUES JERÔNIMO, 2007).

O etileno pode ser controlado, quando os frutos se estiverem em estágio pré-climatérico e armazenados com produtos removedores deste fitormônio

(AMARRANTE et al. 2008). A eliminação do etileno aumenta a concentração de CO_2 , pois diminui a respiração, retarda o processo de maturação e conseqüentemente perda de firmeza, essa elevação H_2O na atmosfera diminui a intensidade da transpiração e diminuindo a perda de massa e o amolecimento dos frutos (PFAFFENBACH et al. 2003).

2.5 Absorvedores de etileno e conservação de mangas

O uso de sachê de permanganato de potássio no interior das embalagens tem sido estudado com a finalidade de absorver o etileno produzido pelos frutos durante o processo de amadurecimento (JERONIMO & KANESIRO, 2000; PFAFFENBACH et al. 2003). O permanganato de potássio é um elemento inorgânico, composto por íons potássio (K^+), e permanganato (MnO_4^-), tem uma forte ação oxidante sobre o etileno, que os frutos liberam, no qual pode ser usado na conservação de frutas no transporte e no período do armazenamento (CARON, 2009). Estudos tem demonstrado que absorvedores de etileno com permanganato de potássio (KMnO_4) auxiliam na remoção do etileno, retardando o amadurecimento de diversos frutos climatéricos. (AMARRANTE et al. 2009).

Caron (2009) e Silva (2013) observaram que os sachês absorvedores de etileno de permanganato de potássio em conjunto com o filme plástico proporcionariam menor perda de massa e concluíram que o permanganato de potássio foi eficiente como absorvedor de etileno, apresentando melhor aspecto externo em relação aos frutos não tratados com o absorvedor de etileno. Nasser et al. (2015) e Amarrante et al. (2009), apresenta o permanganato de potássio (KMnO_4) como uma alternativa eficaz na redução do etileno, que é produzido pelo fruto durante o amadurecimento isso foi observado em frutos climatéricos como limão e mangaba durante o armazenamento.

2.6 Embalagens plásticas na conservação de mangas

As embalagens de filme plástico podem ser uma barreira artificial que se enquadra em atmosfera modificada aonde à difusão de gases em torno do produto, que resulta em redução do nível de O_2 , aumento do nível de CO_2 , alterando a concentração de etileno e vapor d'água e alterações em outros compostos voláteis (PFAFFENBACH et al. 2003).

Os filmes plásticos à base de polietileno, pelo custo baixo, pela sua praticidade e pela alta eficiência têm sido bastante utilizados em conjunto ao armazenamento refrigerado para evitar perdas de frutos, além de promover uma modificação na atmosfera ao redor dos frutos, aonde ocorre o aumento na taxa respiratória, elevando a concentração de CO_2 e diminuindo a concentração de O_2 (MUNIZ et al. 2013).

A utilização de embalagens plásticas se torna uma alternativa, visto ser acessível, baixo custo, por não elevar o custo final da produção, garantindo ao produtor que seu produto chegará ao consumidor final com qualidade. De acordo com Figueiredo Neto et al. (2017) o uso de embalagens de filmes plásticos podem retardar o processo de amadurecimento, pois altera a concentração de gases em torno do fruto, permitindo prolongar a qualidade pós-colheita da manga.

Uma tecnologia bastante versátil é a atmosfera modificada que pode ser aplicável a vários tipos de frutos e hortaliças, sendo de simples aplicação e de baixo custo e pode ser estabelecida de duas formas, a atmosfera modificada ativa e a atmosfera modificada passiva (FONTENELE et al. 2010).

Na atmosfera modificada passiva, o fruto é acondicionado em embalagem, e a atmosfera é modificada pela própria respiração, em função da permeabilidade da embalagem e da temperatura do ambiente (CIPRIANO et al. 2010).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins', acondicionadas em embalagem plástica, associada a sachê absorvedor de etileno e ao armazenamento refrigerado e sem refrigeração.

3.2 Objetivos específicos

- ✓ Avaliar tecnologias combinadas na pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins'.
- ✓ Reduz as perdas pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins' no processo de armazenamento e comercialização.
- ✓ Comprovar a eficiência da associação da embalagem plástica com o sachê absorvedor de etileno na conservação pós-colheita manga 'Tommy Atkins'.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IF Sertão-PE), Campus Petrolina Zona Rural, na cidade de Petrolina-PE, situado na PE 235, Km 22, Projeto Senador Nilo Coelho, Núcleo 04, latitude 09°23'55" Sul e longitude 40°30'03" Oeste, em parceria com a Empresa *Green Keeper*, que forneceu os sachês absorvedores de etileno e a Fazenda Agrofruta Com. Exp. Ltda, que forneceu os frutos. O experimento ocorreu no período de 16 de abril a 15 de maio de 2019.

As mangas 'Tommy Atkins' foram obtidas de um pomar comercial localizado no Projeto Senador Nilo Coelho, Núcleo II, Lote 615 Zona Rural de Petrolina, colhidos no estágio de maturação "1" (ASSIS, 2002), sendo em seguida encaminhadas para a linha de beneficiamento, onde os frutos foram submetidos à lavagem (água clorada e neutralizante de látex), aplicação de cera de carnaúba, de acordo com as exigências dos mercados importadores e acondicionados em embalagens tipo exportação, contendo 12 frutos por caixa. Após embaladas, as mangas foram encaminhadas para o Laboratório de Análises Físico-químicas de Alimentos, do Campus Petrolina Zona Rural do IF Sertão-PE para a montagem e condução do experimento.

Os sachês de absorvedores de etileno a base de permanganato de potássio foram adquiridos da Empresa *Green Keeper*, como o intuito de verificar sua eficiência na absorção do etileno produzido pelo fruto durante o período de armazenamento. As embalagens plásticas utilizadas no experimento foram do tipo saco plástico picotado, tamanho 40x60, espessura de 1,6 micras, marca comercial IMEWI (Mega Mil).



Figura 1. Mangas 'Tommy Atkins' no estágio de maturação "1".

Após recepção das caixas no Laboratório de Análises Físico-Químicas do Setor de Controle de Qualidade de Alimentos, os frutos foram distribuídos em tratamentos, sendo oito caixas por tratamento (Figura 2), identificadas como T1: frutos acondicionados em embalagem de papelão tipo exportação (controle), T2: 1 sachê absorvedor de etileno; T3: embalagem plástica de polietileno (tipo saco picotado) lacrada com fita adesiva e T4: 1 sachê absorvedor de etileno + embalagem plástica de polietileno (tipo saco picotado) lacrada com fita adesiva. Salientando que os frutos de todos os tratamentos foram acondicionados em caixas de papelão tipo exportação, como demonstra a figura 2.



Figura 2. Tratamentos utilizados no experimento identificados como: T1: frutos acondicionados em embalagem de papelão tipo exportação (controle), T2: 1 sachê absorvedor de etileno; T3: embalagem plástica de polietileno (tipo saco picotado) lacrada com fita adesiva e T4: 1 sachê absorvedor de etileno + embalagem plástica de polietileno (tipo saco picotado) lacrada com fita adesiva.

Após a montagem do experimento as caixas foram armazenadas na Câmara de refrigeração no Setor da Agroindústria do Campus, onde os frutos permaneceram por 15 dias a uma temperatura média de $9 \pm 2^\circ\text{C}$ e 76 % UR, sendo a temperatura e a umidade monitorada diariamente utilizando um termohigrômetro. Após os 15 dias de armazenamento refrigerado os frutos permaneceram em ambiente não refrigerado, em bancadas, no Laboratório de Análises Físico-químicas, por mais 12 dias, com temperatura média de $26 \pm 2^\circ\text{C}$ e 38% UR, sendo a temperatura e a umidade monitorada diariamente utilizando um termohigrômetro e as embalagens plásticas foram todas abertas. E a cada quatro dias, avaliados quanto à massa fresca, teor sólido solúvel, acidez titulável, firmeza e cor da polpa.

4.1 Caracterização Inicial

As caixas contendo os frutos chegaram ao Campus no dia 16 de maio de 2019, já sanitizados, revestidos com cera carnaúba e acondicionados em caixas tipo exportação, e em seguida foi retirada aleatoriamente uma caixa de cada tratamento (T1, T2, T3 e T4) para caracterização inicial, os frutos pesados em uma balança pesadora W-15 da marca Welmy com precisão de 0,1 g e realizados as análises de acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), cor da polpa e firmeza da polpa.

4.2 Perda de Massa Fresca

Obteve-se a massa a partir da pesagem dos frutos em balança eletrônica com precisão de 0,1 g (Figura 3), sendo os resultados expressos em gramas (g). Inicialmente separou-se quatro caixas, que foram identificadas, sendo uma caixa para cada tratamento, visando realizar o acompanhamento das massas, inicial e final. As caixas ficaram acondicionadas em câmara fria por 15 dias, com uma temperatura média de $9 \pm 2^\circ\text{C}$ e a 76% UR, sendo que, antes de armazená-las foi feito a pesagem de cada fruto e depois do período de armazenamento refrigerado, os frutos foram novamente pesados, a cada dia de avaliação. A perda de massa fresca foi calculada pela fórmula e os resultados foram expressos em %.

$$\text{PMF} = \left(\frac{\text{Mi} - \text{Md}}{\text{Mi}} \right) \times 100$$

Onde:

PMF: Peso de massa fresca

Mi: Massa Inicial

Md: Massa do dia de avaliação.



Figura 3. Pesagem dos frutos para análises da massa fresca.

4.3 Coloração da polpa

A coloração da polpa foi realizada de forma subjetiva, com o intuito de verificar o comportamento dos frutos com relação aos tratamentos utilizados no experimento. Para tanto, a cada dia de avaliação, frutos de cada tratamento foram submetidos a cortes de forma a expor a polpa e posicionados em bancada de fundo branco para registro em máquina fotográfica aonde as mangas foram classificadas em estágio “1” de acordo com a escala de cor de polpa e da cor da casca da manga ‘Tommy Atkins’ proposta por Assis (2002), que apresenta cor da casca totalmente verde com tons avermelhada e polpa com coloração bege (Figura 4).

Fonte: Assis, J. S. de. (2002).

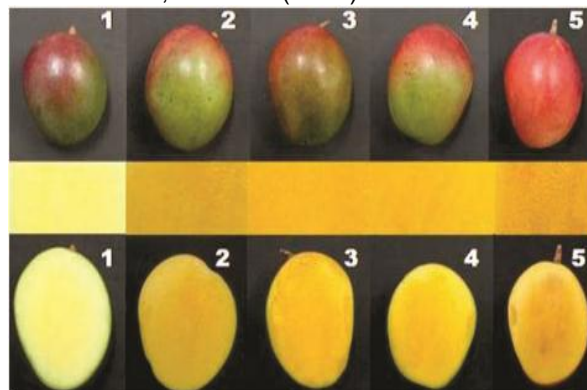


Figura 4. Escala de maturação da manga ‘Tommy Atkins’ segundo a coloração da casca e da polpa.

4.4 Firmeza da polpa

A avaliação de firmeza da polpa constitui na retirada superficial da casca e na introdução da ponteira de 8 mm do penetrômetro, modelo FT 444, na polpa das mangas em ambos os lados, sendo as mesmas descartadas após essa análise (Figura 5), sendo os resultados expressos em Newton (N).



Figura 5. Retirada da casca do fruto da manga (A) e utilização do penetrômetro (B).

4.5 Teor de Sólido Solúvel (TSS)

A determinação do teor de sólido solúvel foi realizada através de uma pequena concentração de suco de cada amostra (Figura 6) e em seguida realizada a leitura direta em refratômetro digital de bolso série PAL-1 e os dados expressos em °Brix .

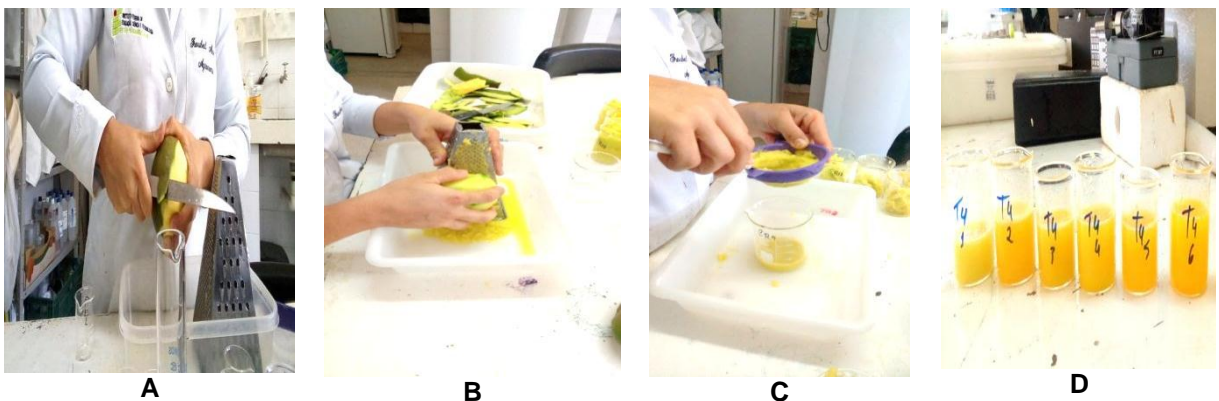


Figura 6. Retirada da casca (A); corte extração manual da polpa, com um auxílio de ralador e peneira (B e C) e polpa extraída dos frutos (D).

4.6 Acidez titulável (AT)

A determinação da acidez titulável foi realizada por meio de titulometria utilizando-se hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N e indicador fenolftaleína a 1% e os resultados expressos em % de ácido cítrico (Figura 7). Para tanto, preparou-se as amostras com 5 mL da polpa nas quais foram adicionadas a 45 mL de água destilada e 3 gotas de fenolftaleína e em seguida a solução titulada com NaOH a 0,1N, até o ponto de viragem na cor rosácea.



Figura 7. Titulação da amostra de manga 'Tommy Atkins'.

4.7 Delineamento Experimental

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 4, sendo 4 tratamentos (T1, T2, T3 e T4), 4 períodos de armazenamento (0 dia, 4 dias, 8 dias, 12 dias), sendo cada repetição constituída por um fruto. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software *WinStat* (MACHADO; CONCEIÇÃO, 2002).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização inicial dos frutos

Na tabela 1 estão apresentados os dados referentes à caracterização inicial das mangas antes das mesmas serem submetidas aos tratamentos e ao armazenamento refrigerado, no dia 16/04/2019. Os frutos apresentavam na maturação fisiológica, em estágio de maturação “1” (cor da polpa bege claro, cor da casca totalmente verde com tons avermelhados, polpa bem firme). Os mesmos também firmes e livres de danos mecânicos e de incidências de pragas e doenças.

Tabela 1. Caracterização inicial das mangas ‘Tommy Atkins’, no estágio de maturação “1”, no dia do armazenamento refrigerado

Massa Média	Cor da Polpa	Cor da Casca	SS (°Brix)	AT (% Ac.cítrico)	Firmeza da Polpa (N)
350 g	1*	1*	6,4	0,13	> 127,4

*Escala de cor da casca e da polpa de acordo com Assis (2002)

5.2 Coloração da polpa

De maneira geral, observa-se visualmente que, os frutos dos tratamentos T1 e T2 apresentaram colorações de polpa, mais intensas que as dos tratamentos T3 e T4, para os 4 períodos avaliados (dia 0, dia 4, dia 10 e dia 12), demonstrando os mesmos estarem com maturações mais avançadas (Figura 8). Comparando as imagens da figura 8 com as de Assis (2002), as mangas dos tratamentos T1 e T2 ao final do experimento estavam entre os estádios de maturação de “4” pra “5”, já as mangas dos tratamentos T3 e T4 nos estádios de maturação de “2” pra “3”.

O estágio de maturação mais avançado dos tratamentos T1 e T2 pode está relacionado diretamente com a taxa de respiração dos frutos, aonde que ocorre a liberação do etileno que proporciona o amadurecimento do fruto, a manga por ser um fruto climatérico continua realizando seus processos de amadurecimento e senescência do fruto independente do tratamento empregado.

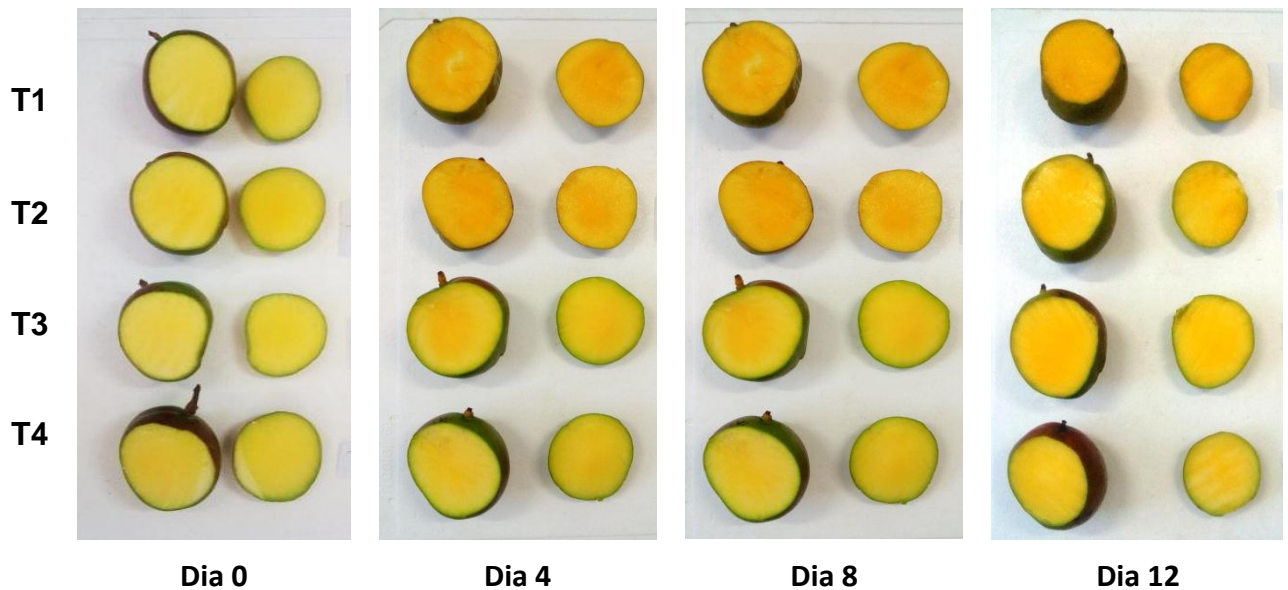


Figura 8. Coloração da polpa das mangas submetidas aos diferentes tratamentos.

5.3 Perda de Massa Fresca (PMF)

As mangas apresentam perda de massa fresca (%) ao longo do período de armazenamento, independentemente do tratamento empregado, sendo que, o tratamento de T4 foi o que apresentou menor perda de massa, seguido dos tratamentos T3 e T2, sendo o T1 foi o que apresentou maior perda de massa dos frutos (Tabela 2).

Pôde-se observar que durante o período de armazenamento houve para todos os tratamentos uma tendência de perda de massa dos frutos crescente, tendo a maior perda de massa ocorrida no 10º dia de armazenamento em temperatura ambiente. Observa-se ainda na tabela 2 que os frutos acondicionados sem embalagem plástica (T1 e T2) foram os que apresentaram maiores perdas de massa.

Na mesma tabela é possível observar que quando os frutos foram submetidos ao acondicionamento da embalagem plástica essas perdas foram menores (T3 e T4), sendo mais evidentes para os frutos tratados com sachê associada a embalagem plástica no final do período de armazenamento (Tabela 2).

De acordo com Chitarra & Chitarra (2005), a atmosfera modificada (filmes plásticos ou embalagens plásticas) proporciona nos frutos uma menor perda, pois, ocorre menos perda de água para o ambiente.

O aumento na perda de massa fresca está relacionado também com a diminuição da umidade relativa de 78% para 38%, decorrente da mudança de ambiente de acondicionamento dos frutos. Estudos realizados utilizando filme plástico e revestimentos evidenciam o potencial para retardar as reações de degradação e as sínteses de substâncias, proporcionando assim maior vida útil, como em mangas (AMARIZ et al., 2010).

De maneira geral, a menor perda de massa fresca pôde ser observada quando se utilizou a embalagem plástica + o sachê, demonstrando ser a associação desse tratamento uma boa técnica pós-colheita, para se evitar a perda de massa dos frutos.

Tabela 2. Valores médios de perda de massa fresca (%) de mangas 'Tommy Atkins' submetidas ao acondicionamento em embalagens, associadas a absorvedor de etileno durante o período em ambiente não refrigerado por 12 dias

Tratamentos	Período de armazenamento (dias)			
	Após refrigeração + bancada sem refrigeração			
	DIA 0	DIA 4	DIA 8	DIA 12
T1	2,39 Aa	3,68 Aa	4,05 Aa	2,80 Aa
T2	2,75 Aa	4,28 Aa	3,20 Aa	4,88 Ab
T3	0,82 Aa	3,44 Aa	4,43 Ab	2,72 Aab
T4	0,92 Aa	3,28 Aa	2,82 Aab	4,38 Aa
CV (%) = 22,36				

*Letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação à AT, houve redução progressiva nos teores ao longo do período de armazenamento, em todos os tratamentos (Tabela 3). Observou-se que os menores valores ocorreram nas mangas (T1), diferindo significativamente dos demais tratamentos. A maturação dos frutos durante o tempo de armazenamento acarretou diminuição nos valores de AT, para todos os tratamentos (Tabela 3). Nota-se ainda que ao 10º dia de avaliação, os maiores valores de AT foram, apresentados nos tratamentos com embalagem plástica associada ao sachê. Isso pode ser atribuído a uma menor taxa respiratória dos frutos que foram submetidos a esse tratamento.

Tabela 3. Valores médios de Acidez titulável (% de ácido cítrico) de mangas ‘Tommy Atkins’ submetidas ao acondicionamento em embalagens, associadas a absorvedor de etileno durante o período em ambiente não refrigerado por 12 dias

Tratamentos	Período de armazenamento (dias)			
	DIA 0	DIA 4	DIA 8	DIA 12
T1	1,09 Aa	0,58 Ab	0,48 Bb	0,26 Cc
T2	1,06 Aa	0,69 Ab	0,72 Ab	0,79 Ab
T3	1,09 Aa	0,57 Ab	0,65 Ab	0,49 Bb
T4	0,89 Aa	0,62 Ab	0,57 Ab	0,67 ABb
CV (%) = 20,12				

*Letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve uma tendência de incremento do teor SS ao longo do armazenamento, para todos os tratamentos (Tabela 4). Os frutos do T1, de maneira geral, destacaram-se com os maiores valores de SS e que os do tratamento T4 apresentaram os menores teores. De acordo com Chitarra & Chitarra (2005), o menor teor de sólidos solúveis se deve pelo fato da atmosfera modificada inibir o processo respiratório no qual a acúmulo de CO₂ e diminuição do O₂ no interior da embalagem, atrasando assim a maturação dos frutos. Ainda na Tabela 4 que independentemente dos tratamentos utilizados, os frutos continuaram o seu processo de amadurecimento.

Chitarra & Chitarra (2005), diz que durante o armazenamento de uma boa parte das frutas, há um aumento dos teores de sólidos solúveis, promovido pela quebra do amido, que se transforma em produtos mais simples como açúcares. (SANTOS, 2011) afirma que uso de sachês absorvedores de etileno, é fundamental, pois mantem as características visuais, reduz perda de massa ao longo do período de armazenamento em estudo com morangos.

Tabela 4. Valores médios de teores de sólidos solúveis (°Brix) de mangas ‘Tommy Atkins’ submetidas ao acondicionamento em embalagens, associadas a absorvedor de etileno durante o período em ambiente não refrigerado por 12 dias

Tratamentos	Período de armazenamento (dias)			
	DIA 0	DIA 4	DIA 8	DIA 12
T1	7,16 Ab	8,67 Aa	9,00 Aa	10,00 Aa
T2	7,83 Ab	8,50 Ab	8,00 Ab	9,67 Ba
T3	7,50 Ab	8,50 Aa	8,29 Ba	9,00 Ba
T4	7,00 Ab	7,67 Bab	7,83 Bab	8,67 Bb
CV (%) = 13,58				

*Letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação à firmeza da polpa, observou-se que houve redução ao longo do armazenamento, para todos os tratamentos, no entanto, o T1 foi o que apresentou menores valores de firmeza da polpa, demonstrando os mesmos estarem mais amadurecidos, independente do uso de sachê e da embalagem plástica (Tabela 5). Jeronimo et al. (2007), observaram atraso na firmeza da polpa de manga ‘Tommy Atkins’ quando utilizaram saco plástico de polietileno e bandeja de acetato recoberta com filme de PVC, com ou sem uso de permanganato de potássio.

Observa-se na Tabela 5 que a perda de firmeza da polpa foi maior nos frutos armazenados sem nenhum tipo de revestimento, e as menores perdas de firmeza foram encontradas para os frutos com embalagens plásticas, e pelos frutos com embalagens plásticas associadas ao sachê.

Em geral, os frutos submetidos aos tratamentos com atmosfera modificada apresentaram-se mais firmes que os frutos que foram somente associados ao sachê. Nasser et al. (2015) relata que o permanganato de potássio além de alterar o meio interno das embalagens, absorvendo o etileno, diminuiu a velocidade de amadurecimento nos frutos de mangaba, que por sua, contribuiu com a manutenção da qualidade.

Tabela 5. Valores médios de firmeza da polpa (N) de mangas ‘Tommy Atkins’ submetidas ao acondicionamento em embalagens, associadas a absorvedor de etileno durante o período em ambiente não refrigerado por 12 dias

Tratamentos	Período de armazenamento (dias)			
	DIA 0	DIA 4	DIA 8	DIA 12
T1	107,51 Ba	37,52 Bb	27,54 Cb	27,23 Bb
T2	111,72 Ba	46,26 Bb	31,85 Bc	34,79 Abc
T3	117,88 Aba	50,67 ABb	33,27 Bc	31,95 Ac
T4	127,40 Aa	61,43 Ab	39,20 Ac	36,05 Ac
CV (%) = 16,31				

*Letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

6 CONCLUSÕES

A embalagem plástica associada ao sachê absorvedor de etileno a base de permanganato de potássio, na conservação pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins', proporcionou menor perda de massa, além de ter retardado a maturação dos frutos, no entanto, novos estudos devem ser realizados para que esses resultados sejam comparados.

Salientamos que, os tratamentos T3 e T4 apesar de terem interferido nas variáveis estudadas, de forma a retardar a maturação dos frutos, os mesmos não permitiram, de maneira eficiente, a perda de firmeza da polpa e algumas características relacionadas ao sabor e aroma, que necessitam ser analisadas em estudos futuros.

REFERÊNCIAS

- AMARANTE, C. V. T. do., STEFFENS, C. A. **Sachês adsorvedores de etileno na pós-colheita de maçãs 'Royal Gala'**. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 31, n. 1, p. 71-77, Mar. 2009
- AMARANTE, C.V.T. do., STEFFENS, C.A., DUCROQUET, J.P.H.J., SASSO, A. **Qualidade de goiaba serrana em resposta à temperatura de armazenamento e ao tratamento com 1- metilciclopropeno**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.43, n.12, p.1683-1689, 2008.
- AMARIZ, A.; LIMA, M. A. C de., TRINDADE, D. C. G da., SANTOS, A. C. N dos., RIBEIRO, T. P. **Recobrimentos à base de carboximetilcelulose e dextrina em mangas 'Tommy Atkins' armazenadas sob refrigeração**. Ciência Rural, Santa Maria, v.40, n.10, p.2199-2205
- ANDREUCCETTI, C., FERREIRA, M. D., MORETTI, C. L., & HONÓRIO, S. L. **Qualidade pós-colheita de frutos de tomate cv. Andréa tratados com etileno**. Horticultura Brasileira, 2007.
- ASSUNÇÃO, M. C.; AMARAL, A. G. G.; LINS, F. J. A. **Efeito da temperatura e de embalagens sobre a antracnose em frutos de manga cv. Tommy Atkins**. Revista Ciência Agrícola, v. 16, n. 3, p. 35-42, 2018.
- BARBIERI, M. G., PALMIERI, F. G., JULIÃO. L., ROSELINO, A. B., PACHECO, G., NOVAIS, M., e Jr, R. B. **Como medir a competitividade?** Hortifruti Brasil, Piracicaba: EPEA – ESALQ/USP, ed. Especial, n. 183, p.10 – 14, 2018.
- CARDOSO, M. G. S., SÃO JOSÉ, A. R., VIANA, A. E. S., MATSUMOTO, S. N., & REBOUÇAS, T. N. H. **Florescimento e frutificação de mangueira (Mangifera indica L.) c.v rosa promovidos por diferentes doses de paclobutrazol**. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal-SP., v.29, n.2, p.209-212, ago. 2007.
- CARON, V.C. **Conservação refrigerada de lima ácida 'Tahiti' em combinação com atmosfera modificada, ácido giberélico e permanganato de potássio**. 98 f. Tese (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade de São Paulo, São Paulo. 2009.
- CERQUEIRA, T. S., JACOMINO, A. P., SASAKI, F. F., & ALLEONI, A. C. C. **Recobrimento de goiabas com filmes proteicos e de quitosana**. Bragantia, v. 70, n. 1, 2011.
- CIPRIANO, A. K. A. L., SILVA, G. R., MACHADO, A. V., ARAUJO, F. M. M. C. **Utilização de Atmosfera Modificada Passiva e Ativa na conservação Pós-Colheita do Caju (Anacardium occidentale L.)**. Anais da 62ª Reunião Anual da SBPC, Natal, RN. UFRN, Julho de 2010.
- CHITARRA, M. L. F., Chitarra, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças - Fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 785p.
- DA SILVA, A.V.C., MUNIZ, E.N. **Qualidade de atemoia colhida em dois estádios de maturação**. Revista Caatinga, v. 24, n. 4, p. 9-13, 2011.

DE OLIVEIRA, P. S. **Ação de Absorvedores de Etileno e de Oxigênio na Conservação Pós-colheita de Morango**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa.

DOS SANTOS, A. E. O., GRAVINA, G. D. A., BERBERT, P. A. DE ASSIS, J. S., BATISTA, P. F., & dos SANTOS, O. O. **Efeito do tratamento hidrotérmico e diferentes revestimentos na conservação pós-colheita de mangas Tommy Atkins**. Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2011.

FIGUEIREDO NETO A., ALMEIDA, F. de A., CAVALCANTE, I. H. L. **Manga: maturação, colheita e conservação**. Juazeiro: Univasf, 2017. 19 p.

FONTENELE, M. A., de FIGUEIREDO, R. W., MAIA, G. A., ALVES, R. E., de SOUSA, P. H. M., & de SOUZA, V. A. B. **Conservação pós-colheita de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) sob refrigeração e embalado em PVC**. Revista Ceres, v. 57, n. 3, p. 292-296, 2010.

GENÚ, P. J. de C., GENÚ, CARVALHO P. J. de., PINTO, A. C. de Q. **A cultura da mangueira**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002.

JERÔNIMO, E.M., KANESIRO, M. A. B. **Efeito da associação de armazenamento sob refrigeração e atmosfera modificada na qualidade de mangas ‘Palmer’**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.22, n.2, p.237-243, 2000.

JERONIMO, E. M., BRUNINI, M. A., ARRUDA, M. D., Cruz, J. C. S., GAVA, G. D. C., & Silva, M. D. A. **Qualidade de mangas Tommy Atkins armazenadas sob atmosfera modificada**. Ciência e Agrotecnologia, v. 31, n. 4, p. 1122-1130, 2007.

LIMA, J. R. F. **Mangas**. Anuário Brasileiro de fruticultura, p. 70 e 71, Editora Gazeta, Santa Cruz do Sul – RS, 2018. Disponível: <<http://www.editoragazeta.com.br/>> Acesso em 20 abril de 19

MACHADO, A., CONCEIÇÃO, A. R. **Programa estatístico WinStat: Sistema de análise estatístico para Windows**, versão 2.0. Pelotas, RS, p. 1-5, 2002.

MIGUEL, A. C. A., Durigan, J. F., Morgado, C. M. A., Gomes, R. F. O. **Injúria pelo frio na qualidade pós-colheita de mangas cv. Palmer**. Revista Brasileira de Fruticultura, 2011, 255-260.

MOUCO, M. do C. **Cultivo da mangueira**. Embrapa Semiárido-Sistema de Produção (INFOTECA-E), 2010.

MUNIZ, A. D. S., Muniz, E. N., Yaguiiu, P., & LEDO, A. D. S. (2013). **Armazenamento de manga Tommy Atkins minimamente processada**. Embrapa Tabuleiros Costeiros-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2013.

NASSER, F. A. D. C. M., BOLIANI, A. C., NASSER, M. D., PAGLIARINI, M. K., & MENDONÇA, V. Z. **Uso de sachê de permanganato de potássio na pós-colheita de mangabas**. Nativa, v. 3, n. 4, p. 246-251, 2015.

PFÄFFENBACH, L. B., CASTRO, J. D., CARVALHO, C. R. L., & ROSSETO, C. **Efeito da atmosfera modificada e da refrigeração na conservação pós-colheita de manga espada vermelha.** *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 25, n. 3, p. 410-413, 2003.

PINTO, A. C. Q. Genética e melhoramento da mangueira – sinopse. In: SÃO JOSÉ, A. R., SOUZA, I.V.B., MARTINS FILHO, J. MORAIS, O. M. (Coord.). **Manga: tecnologia de produção e mercado.** Vitória da Conquista: UESB/DFZ, 1996. p. 16-31.

RIBEIRO, M. **Pesquisas melhoram qualidades da manga Tommy Atkins.** 2006. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-noticia/17992886/pesquisas-melhoram--qualidades-da-manga-tommy-atkins>> Acesso em 25 jun. 2019.

SARMENTO, C. A. R. **Determinação do ponto de colheita e avaliação da pós-colheita de banana Princesa utilizando biofilme.** 2012.