

# Revestimentos à base de amido na conservação de mangas Tommy Atkins associados a duas fontes de cálcio e a um agente oxidante em ambiente refrigerado

Alan Ferreira de França<sup>[1]</sup>, Iranilson Silva dos Santos<sup>[2]</sup>, Júlio Gomes Júnior<sup>[3]</sup>, José Eldo Costa<sup>[4]</sup>, Alex Danilo Monte de Andrade<sup>[5]</sup>, Rogério Luciano Severiano<sup>[6]</sup>

<sup>[1]</sup>alandepureza@zootecnista.com.br. <sup>[2]</sup>iranilsonagron@hotmail.com. <sup>[3]</sup>juliogomes@brazilmail.com. <sup>[4]</sup>costaeldo@gmail.com.

<sup>[5]</sup>alexandanylo@hotmail.com. <sup>[6]</sup>rogerioagron@live.com. UFRN – Escola Agrícola de Jundiá.

## RESUMO

Com este trabalho, objetivou-se avaliar o potencial de conservação pós-colheita de revestimentos com películas comestíveis à base de fécula de mandioca em mangas 'Tommy Atkins' sob armazenamento refrigerado. Foram utilizados frutos provenientes de um estabelecimento comercial de Natal-RN, respeitando o estágio de maturação "de vez", posteriormente, conduzidos ao Laboratório de Solos e Plantas da Escola Agrícola de Jundiá (EAJ), onde foram selecionados, visando à padronização quanto à coloração, ao tamanho e ao peso. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial do tipo 5 × 6, correspondente a diferentes tratamentos dos frutos (sem aplicação de revestimento; pulverização com película comestível à base de fécula de mandioca; pulverização dos frutos com película comestível à base de fécula de mandioca + cloreto de cálcio; pulverização dos frutos com película comestível à base de fécula de mandioca + propionato de cálcio; pulverização dos frutos com película comestível à base de fécula de mandioca + permanganato de potássio), em seis períodos (0, 5, 10, 15, 20, 25 dias), em ambiente refrigerado (12°C ± 2, 85% UR ± 5), e quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância, a comparação das médias foi feita pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Verificou-se que os tratamentos utilizados foram superiores à testemunha a partir do 15º dia de armazenamento, para perda de massa, prolongando a vida de prateleira dos frutos em 10 dias, porém sem efeito para as associações com fonte de cálcio e agente oxidante.

**Palavras-chave:** *Mangifera indica* L. Atmosfera modificada. Conservação pós-colheita.

## ABSTRACT

*The objective of this work was to evaluate the potential of conservation post-harvest starch-based edible film coatings manioc on 'Tommy Atkins' mangoes under refrigerated storage. We used fruit from a market in Natal / RN, respecting maturation stage "de vez". After that the mangoes were taken to the Laboratory of Soils and Plants of the Agricultural School of Jundiá - EAJ, where they were selected, aiming at the standardization of color, size and weight. The experimental design was completely randomized, in a factorial scheme of 5 x 6 type, corresponding to different treatments of the fruit (without coating application; edible film spraying based on cassava starch; fruit spraying with edible film based on manioc starch + calcium chloride, fruit spraying with edible film based on manioc starch + calcium propionate, fruit spraying with manioc starch + potassium permanganate) in six periods (0, 5, 10, 15, 20, 25 days) in a refrigerated environment (12 ± 2, 85% RH ± 5), and four replicates. The results were submitted to analysis of variance, the means of comparison was done by the Tukey test (5% probability). It was verified that the treatments used were superior to the control from the 15th day of storage, to loss of mass, prolonging the shelf life of the fruit in 10 days, but with no effect for the associations with source of calcium and oxidizing agent.*

**Keywords:** *Mangifera indica* L. Modified atmosphere. Post-harvest conservation.

## 1 Introdução

A manga (*Mangífera indica* L.) é uma fruta tropical de grande importância econômica e muito apreciada por suas características no sabor, aroma e coloração. De acordo com o relatório Cenários e Projeções Estratégicas do Sebrae (2016), a manga é a segunda fruta mais exportada no país, em termos de volume, e a primeira em termos de receita. O Nordeste é a principal região produtora de manga do país, com 76,31% da produção nacional, tendo como destaque o Vale do São Francisco (IBGE, 2007; PINTO *et al.*, 2002).

De acordo com Pinto, Matos e Cunha (2000), as variedades mais aconselhadas para o consumo são as que oferecem alta produtividade, coloração atraente do fruto (de preferência vermelha), polpa doce (17° Brix) e pouca ou nenhuma fibra, além de resistência ao manuseio e ao transporte para mercados distantes. Os autores ainda afirmam que as variedades Tommy Atkins, Keitt, Kent, Van Dyke e Palmer são as principais variedades-copa cultivadas para consumo in natura.

A cultura 'Tommy Atkins' responde por 80% dos plantios de manga no Brasil, em função de sua maior resistência a pragas e doenças, e por apresentar maior conservação pós-colheita (FONSECA *et al.*, 2006), também apresenta características de sazonalidade bastante específicas, marcadas pela concentração da oferta no período de outubro a janeiro, e de escassez entre fevereiro a setembro (JERONIMO *et al.*, 2007).

Em virtude da enorme extensão do território brasileiro bem como de seu potencial agrícola, as perdas nas fases de pré e pós-colheita são frequentes e significativas. Isso leva os produtores a optar pela colheita de frutos mais firmes, com o intuito de aumentar o tempo de comercialização, viabilizando a produção numa região e seu consumo em outra mais distante. O ponto de maturação, porém, deve atender às necessidades sensoriais do mercado consumidor quanto à aparência, consistência, teor de sólidos solúveis, entre outros atributos. Pereira *et al.* (2006) reportaram que frutos tropicais, incluindo a manga, têm sua vida útil reduzida quando comparados aos grãos e cereais, pois eles apresentam elevado teor de umidade, textura macia – o que os torna altamente danificáveis –, e altas taxas respiratórias e de produção de calor, fazendo-se, então, imprescindível o uso da refrigeração.

Técnicas de conservação pós-colheita que complementem o uso da refrigeração e que objetivem garantir a qualidade, segurança e durabilidade despertam interesse não só por parte da comunidade científica bem como de empresas que comercializam produtos hortícolas. Sabe-se que a vida útil pós-colheita de frutos e hortaliças pode ser prolongada quando se visa à manutenção da qualidade pelo uso de tecnologias diversas, entre as quais podemos citar: aditivos químicos (VALVERDE *et al.*, 2005), antagonistas de etileno, películas e ceras (AZEREDO; JARDINE, 2000) e, ainda, métodos físicos como abaixamento da temperatura de armazenamento (CHIUMARELLI; FERREIRA, 2006).

A utilização de revestimentos comestíveis tem sido bastante frequente na conservação de frutas e hortaliças frescas, visando minimizar a perda de umidade e reduzir as taxas de respiração; além desta vantagem, esses revestimentos conferem aparência brilhante e atraente do produto (STULP *et al.*, 2012). O amido tem sido muito estudado no desenvolvimento de revestimentos comestíveis nos últimos anos (SILVA *et al.*, 2011; FURTADO, 2013; ALVES *et al.*, 2011). O revestimento comestível a base de amido pode ser uma alternativa viável para uso, devido a seu baixo custo, alta produção, biodegradabilidade, comestibilidade e fácil manipulação (MALI; GROSSMANN; YAMASHITA, 2010). Plastificantes estão sendo incorporados a revestimentos à base de amido, nos últimos anos, a fim de melhorar o efeito de barreira a gases (SOUZA, ANDRADE, 2000; GODBILLOT *et al.*, 2006; ALVES, 2007). Mangas tratadas com as concentrações de 2% de fécula de mandioca e 4% de amido de milho apresentaram qualidades mais satisfatórias com relação à conservação pós-colheita (DOS SANTOS *et al.*, 2011). O revestimento de fécula de mandioca no amadurecimento foi avaliado em mamões inteiros, tipo Carica papaya L., durante 14 dias de armazenamento, em que formulações de 1%, 3% e 5% de fécula de mandioca foram utilizadas – foi verificado que os revestimentos de 3% e 5% reduziram a perda de massa fresca, mantendo a coloração verde durante o armazenamento (CASTRICINI; CO-NEGLIANI; DELIZA, 2012).

Diante do exposto, o presente trabalho tem o objetivo de avaliar o potencial de revestimentos comestíveis à base de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de frutos de manga "Tommy Atkins" em relação às características físico-químicas, utilizando

alguns aditivos para a película e diferentes períodos de armazenamento em ambiente refrigerado.

## 2 Material e métodos

Foram utilizados frutos de mangueira (*Mangifera indica* L.) cv. Tommy Atkins, obtidos em um estabelecimento comercial, localizado na cidade de Natal-RN, cujas coordenadas geográficas são: altitude de 50 m, latitude de 5° 47' S e longitude de 35° 12' W.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial do tipo 5 × 6, correspondendo às cinco películas comestíveis (PC) utilizadas e seis períodos (0, 5, 10, 15, 20, 25 dias), em ambiente refrigerado (12°C ± 2, 85% UR ± 5), em quatro repetições, totalizando 120 unidades experimentais, cada uma delas composta por um fruto.

A seleção dos frutos foi realizada baseando-se, principalmente, no estágio fisiológico de maturação, quando se levou em consideração a coloração da casca. De acordo com a escala citada no GTZ (1992), que varia de 1 a 5, todos os frutos utilizados se encontravam no estágio 2, observando-se que, em 1, os frutos apresentam casca totalmente verde e, em 5, casca amarela com tons arroxeados.

Após a obtenção, os frutos foram conduzidos ao Laboratório de Solos e Plantas da Escola Agrícola de Jundiá – localizada no município de Macaíba-RN e vinculada à Universidade Federal do Rio Grande do Norte – e submetidos a um processo de lavagem com detergente neutro, selecionados a partir de característica como maturação, tamanho, ausência de doenças e danos aparentes, e tiveram o pedúnculo cortado a 0,5 cm, com faca de aço inox sanitizada, eliminando-se aqueles frutos desuniformes, com ferimentos, manchados e ou doentes. Esses frutos foram sanitizados com hipoclorito de sódio a 200 mg/L, por 5 minutos. Após a drenagem e secagem à temperatura ambiente, os frutos foram divididos por meio de sorteio.

Para a produção da PC, foi preparada uma solução à base de fécula de mandioca na concentração de 3,0%, glicerina como plastificante a 3,0%, permanganato de potássio –  $\text{KMnO}_4$  (500 mg/L), propionato de cálcio como conservante na concentração de 3,0% e cloreto de cálcio a 3,0%, sendo utilizada água destilada como solvente. Para obter a formulação desejada, foram dissolvidos 30,0 g de fécula de mandioca em 1,0 L de água destilada, aquecendo-se até 70°C. Esta temperatura foi mantida por um período de 30 minutos e resfriada até a temperatura ambiente, para

posterior aplicação via pulverização. O acréscimo dos outros componentes que fizeram parte da composição (glicerina líquida, propionato de cálcio, cloreto de cálcio) se deu antes do aquecimento da PC, a exceção foi o permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ ), que foi adicionado após o resfriamento da cobertura.

A aplicação da PC foi via pulverização até completo escorrimento, para cada formulação testada, com posterior repouso durante duas horas, para secagem sobre bandejas de poliestireno. Após secos os frutos, foram armazenados a temperatura de 12 °C e UR de 80% – 85% em estufas incubadoras para B.O.D. (demanda bioquímica de oxigênio), que permitem o controle da temperatura. As análises de qualidade foram realizadas em intervalos de cinco dias, até o 25° dia (0, 5, 10, 15, 20 e 25 dias).

Os tratamentos aplicados foram: T1 (testemunha): sem aplicação de PC; T2: PC à base de fécula de mandioca (3,0% de fécula de mandioca, 3,0% de glicerina e água destilada como solvente); T3: PC à base de fécula de mandioca + cloreto de cálcio (3,0% de fécula de mandioca, 3,0% de glicerina, 3,0% de cloreto de cálcio e água destilada como solvente); T4: PC à base de fécula de mandioca + propionato de cálcio (3,0% de fécula de mandioca, 3,0% de glicerina, 3,0% de propionato de cálcio e água destilada como solvente); T5: PC à base de fécula de mandioca + permanganato de potássio (3,0% de fécula de mandioca, 3,0% de glicerina, 0,05% de permanganato de potássio e água destilada como solvente).

Foram avaliadas as seguintes características: Perda de Peso (PP), sendo considerada a diferença entre o peso inicial do fruto e aquele obtido a cada intervalo de tempo de amostragem, utilizando-se balança semianalítica com precisão de 0,01g; Firmeza da Polpa (FP), medida a partir de resistência à penetração, usando-se um penetrômetro digital PCE, modelo PTR 200 (valor máximo de leitura 196,10 N), com *plunger* de ponta cilíndrica com diâmetro de 8 mm, em regiões equatoriais (4 determinações por fruto) na polpa do fruto após retirada da casca; Acidez Total Titulável (ATT) e pH – as leituras de pH foram feitas na polpa homogeneizada em centrífuga doméstica e peneirada. Para determinação da ATT, utilizou-se o método da titulometria, com solução de NaOH 0,1 M, de acordo com a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), sendo os resultados expressos em porcentagem (%) de ácido cítrico; sólidos solúveis totais (SST) – foi utilizado um refratômetro portátil, digital (modelo HI 96801). A leitura foi direta e realizada

a partir da colocação de algumas gotas do sumo na placa do refratômetro; os resultados foram expressos em porcentagem (%), sendo feitas duas medições por fruto; a relação SST/ATT foi determinada pelo quociente entre as duas características; quanto à aparência dos frutos, esta foi avaliada observando-se sua parte externa, utilizando-se escala variando de BOA: extremamente bom, livre de injúrias, manchas, ou podridões; REGULAR: aceitável, pouca presença de manchas (limite de aceitação); PÉSSIMA: extremamente ruim, com presença de manchas e ou enrugamento e injúrias.

Os resultados foram submetidos à análise de variância. Para o processamento das análises estatísticas, foi utilizado o software ASSISTAT—Assistência Estatística, versão 7.6, conforme Silva e Azevedo (2002). Ao se verificar o efeito significativo da interação dos fatores (tratamento × tempo de armazenamento), se procedeu ao teste de média (teste de Tukey), ao nível de 5% de probabilidade.

### 3 Resultados e discussões

Observa-se uma PP contínua ao longo de todo o período experimental, independente dos tratamentos aplicados, com ausência de diferença estatística, até o 15º dia (Tabela 1). A partir do 20º dia, nota-se efeito significativo para a interação entre os fatores estudados (tratamento × tempo de armazenamento), fato que também foi verificado no 25º dia. De uma forma geral, pode-se dizer, no entanto, que, apenas nesses dias (20º e 25º) de armazenamento, os tratamentos aplicados apresentaram um bom comportamento na manutenção dessa característica de qualidade, com uma perda de massa de 12,88%, para a testemunha, e 8,26% para os demais tratamentos, em média.

Segundo Scanavaca Junior, Fonseca e Pereira (2007), o fruto precisa perder 10% de sua massa fresca para se tornar uma fruta imprópria para o consumo. Isso se dá em virtude de esse percentual afetar, de forma bastante significativa, o aspecto visual dos frutos armazenados. Nesse trabalho, constatou-se que, a partir do 20º dia de armazenamento, sintomas de murcha foram detectados nos frutos testemunha, ao contrário daqueles frutos que receberam revestimento, os quais se mantiveram com bom aspecto externo até o final do período experimental (25 dias). Isto é explicado pela barreira física que a película forma ao redor dos frutos, impedindo a perda d'água. No presente trabalho, houve uma tendência de redução dessa perda nos frutos revestidos com

a película, denotando sua eficiência na manutenção dessa característica de qualidade, independente do tratamento aplicado. Serpa *et al.* (2014), trabalhando com revestimentos à base de fécula de mandioca associada a cravo e canela, em mangas “Palmer”, constataram o aumento da perda de matéria fresca durante os dias de armazenamento, em todos os frutos, independente do tratamento; entretanto, nos frutos sem revestimento, a proporção de perda no décimo dia de armazenamento foi mais acentuada.

**Tabela 1** – Valores médios para PP (%) de frutos de manga “Tommy Atkins” com diferentes revestimentos comestíveis de fécula de mandioca armazenados em temperatura de 12°C ± 2°C e 80% ± 5% de UR por 25 dias. Macaíba - RN, 2016

Trat	Período em dias				
	5	10	15	20	25
T1	2,98a	5,45a	8,33a	11,23a	12,88a
T2	2,23a	3,55a	5,95a	6,95b	8,13b
T3	2,38a	5,25a	7,65a	8,53b	8,18b
T4	2,25a	3,33a	8,25a	8,80a	8,50b
T5	1,98a	3,60a	7,13a	5,50c	8,23b
CV (%) 24,32			dms = 2,51		

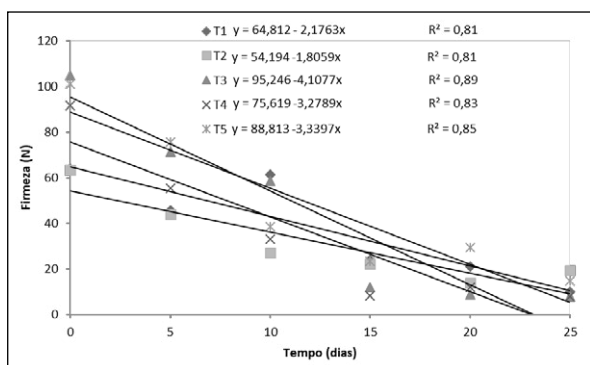
As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Elaboração própria.

A película formada pela fécula de mandioca sobre os frutos é semipermeável, ou seja, permite trocas gasosas entre o ambiente e os frutos, como pode ser verificado pela ocorrência do processo respiratório e a perda de massa ao longo do armazenamento. Isto está de acordo com os resultados observados por Santos *et al.* (2011), que, trabalhando com revestimento à base de fécula de mandioca e amido de milho em mangas Tommy Atkins, verificaram que os frutos tratados foram os que apresentaram menores perdas de massa ao longo do armazenamento.

Os tratamentos empregados não foram eficientes em manter a firmeza dos frutos até o final do período analisado – os frutos do tratamento testemunha apresentaram o mesmo comportamento na perda da FP dos frutos que receberam a película, independente do tratamento aplicado (Figura 1).

**Figura 1** – Firmeza de polpa dos frutos de manga “Tommy Atkins” com revestimentos comestíveis de fécula de mandioca armazenados em temperatura de  $12^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  e  $80\% \pm 5\%UR$  por 25 dias. Macaíba-RN, 2016



Fonte: Elaboração própria.

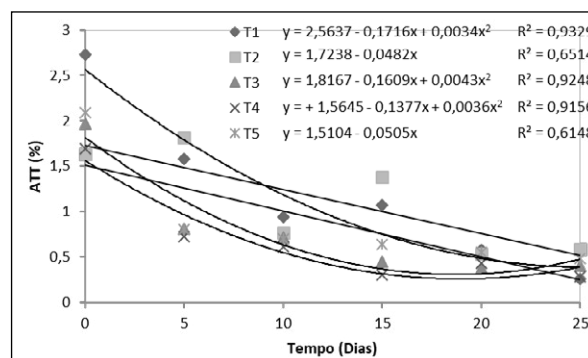
Constatou-se uma redução da firmeza durante o período de armazenamento, sendo que os frutos apresentaram uma firmeza média de 76,2 N no início do armazenamento, alcançando um valor de 3,4 N ao final dos 25 dias. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a diminuição da firmeza ou do amaciamento de frutos é decorrente da degradação da parede celular por meio do aumento de atividade enzimática, associada a outros processos, como hidrólise de amido e perda de água, contribuindo, finalmente, para o amaciamento do fruto.

No presente experimento, não houve diferença estatística entre os tratamentos para a firmeza da polpa, o que mostra que o uso de revestimentos à base de amido a 3,0% e suas associações (cálcio e propionato de cálcio) não influenciaram tal característica. O cálcio é um elemento essencial para a estrutura e funcionamento das membranas e paredes celulares, uma vez que este elemento se encontra associado às substâncias pectínicas da lamela média, conferindo resistência mecânica; sua deficiência pode provocar mudanças acentuadas nas membranas e alterações em sua arquitetura, o que pode acarretar redução na firmeza de polpa dos frutos armazenados. Este resultado está em acordo com os resultados reportados por Scanavaca Junior, Fonseca e Pereira (2007), que trabalharam com fécula de mandioca nas concentrações de 0,0%, 1,0%, 2,0% e 3,0% em manga cv. Surpresa. Os autores relataram que nenhum efeito nesta característica foi observado durante todo o período experimental. Essa ausência de efeito pode ser atribuída à baixa mobilidade do cálcio, além do

tempo de imersão dos frutos na solução filmogênica, já que, após secar ao ambiente, o cálcio provavelmente não consegue penetrar na casca e atingir a polpa nesse intervalo de tempo para fazer parte de sua composição química. Esse comportamento, entretanto, parece estar associado à espécie, já que, em goiaba cv. Paluma, o cálcio exógeno tem sido incorporado nas moléculas de protopectina da lamela média, retardando sua hidrólise durante o amadurecimento, inibindo o amolecimento e aumentando a vida útil desta fruta (LIMA, 2003).

A análise de variância mostrou efeito significativo para a interação entre os dois fatores estudados, para os percentuais de ATT, nas condições em que o experimento foi realizado. Observou-se que os frutos não apresentaram regularidade dos percentuais durante todo o período do experimento, mostrando pequenas oscilações, com uma tendência à diminuição durante o armazenamento. O consumo de ácidos orgânicos no processo respiratório é o principal responsável pela diminuição da acidez e o aumento do pH (ROCHA *et al.*, 2001).

**Figura 2** – Valores médios da ATT (Acidez Total Titulável) dos frutos de manga “Tommy Atkins” com revestimentos comestíveis de fécula de mandioca armazenados em temperatura de  $12^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  e  $80\% \pm 5\%UR$  por 25 dias. Macaíba-RN, 2016



Fonte: Elaboração própria.

Com o aumento dos teores de sólidos solúveis totais, a relação SST/ATT aumenta, em função da respiração e ou da conversão de ácidos orgânicos em açúcares (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A relação SST/ATT é um dos índices mais utilizados para determinar a maturação e a palatabilidade dos frutos. Conforme Bleinroth (1981), a manga estará apta ao consumo quando a relação SST/ATT for superior a 21; deste modo, as mangas dos tratamentos T3 (3% de fécula + 3% cloreto de cálcio), T4 (3% de fécula +

3% de propionato de cálcio) e T5 (3% de fécula + 0,05 % de permanganato de potássio) estavam aptas para o consumo por volta dos 15 dias de armazenamento (Tabela 2). Este resultado mostra que os revestimentos com associações não foram eficazes no retardo do amadurecimento, já que o tratamento só com fécula para o fruto testemunha alcançaram a relação SST/ATT para consumo a partir de 20 dias.

**Tabela 2** – Valores para relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável de frutos de manga “Tommy Atkins” com diferentes revestimentos comestíveis de fécula de mandioca armazenados em temperatura de 12°C ± 2°C e 80% ± 5%UR por 25 dias. Macaíba-RN, 2016

Trat	RELAÇÃO SST/ATT					
	0	5	10	15	20	25
T1	4,1a	7,3a	12,8a	13,2a	24,6a	64,0c
T2	6,6a	6,3a	16,9a	9,3a	26,0a	23,6a
T3	4,3a	14,9a	18,1a	43,3b	44,7b	43,0b
T4	5,4a	16,7a	20,2a	43,7b	36,0ab	75,5c
T5	3,8a	13,4a	17,3a	26,5ab	27,6ab	35,3ab
CV (%)		39,82	dms(colunas) = 17,7			

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Elaboração própria.

Com a maturação dos frutos durante o período de armazenamento, ocorreu uma tendência ao aumento nos valores de pH, devido à conseqüente diminuição nos valores da ATT. De acordo com Rocha *et al.* (2001), o consumo dos ácidos orgânicos no processo respiratório é o principal responsável pela diminuição da acidez e pelo aumento do pH. O pH passou de uma média 3,5, na implantação do experimento, para uma média de 4,4 no 25º dia. Castro (1992) afirma que mangas com pH acima de 3 estão aptas ao consumo, o que foi verificado em todos os frutos durante o ensaio. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), o teor de ácido diminui com a maturação devido fatores como respiração, processos fisiológicos ou sua conversão em açúcares.

Os tratamentos utilizados não influenciaram a evolução do conteúdo de sólidos solúveis totais, pois os resultados obtidos só apresentaram diferenças significativas no 15º e 25º dia de armazenamento (Tabela 3), em que o T2 igualou-se à testemunha, di-

ferindo dos demais tratamentos, com valores de 12,1 e 11,8º Brix, respectivamente. Este fato isolado pode ser explicado por alguma desuniformidade dos frutos usados neste experimento, traço não perceptível por ocasião da montagem do experimento. Silva (2015), trabalhando com diferentes revestimentos em manga Palmer, observou que, enquanto os frutos se encontravam ainda em refrigeração, os teores de °Brix eram semelhantes entre eles.

O acúmulo de SST durante os dias de armazenamento foi coerente com o amadurecimento da manga, cuja média dos tratamentos no início do armazenamento foi de 9,22%, alcançando 14,63% aos 20 dias (Figura 3). Segundo Chitarra e Chitarra (2005), o teor de sólidos solúveis geralmente aumenta com o transcorrer da maturação, seja por biossíntese, pela degradação de polissacarídeos, ou ainda pela excessiva perda de água dos frutos, ocorrendo acúmulo desses sólidos.

**Tabela 3** – Valores médios para sólidos solúveis totais (ºBrix) de frutos de manga “Tommy Atkins” com diferentes revestimentos comestíveis de fécula de mandioca armazenados em temperatura de 12°C ± 2°C e 80% ± 5%UR por 25 dias. Macaíba-RN, 2016

Trat	Período em dias				
	5	10	15	20	25
T1	10,9a	11,5a	13,2ab	12,3a	12,8b
T2	11,3a	11,8a	12,1b	13,0a	11,8b
T3	11,9a	12,7a	17,3a	13,4a	17,2a
T4	11,7a	12,1a	13,1ab	14,4a	15,1ab
T5	10,7a	12,1a	15,9ab	13,8a	14,1ab
CV (%)		17,30	dms(colunas) = 4,24		

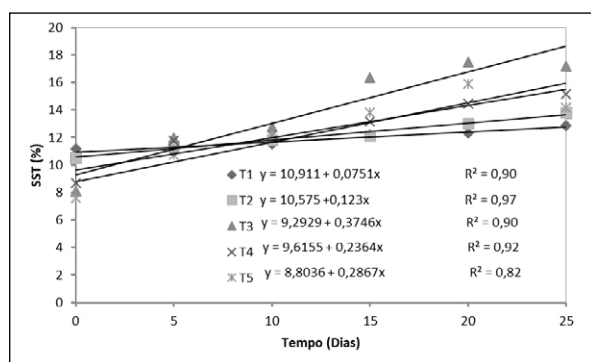
As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Elaboração própria.

Em trabalhos realizados, avaliando a qualidade da fécula de mandioca como revestimento, Vicentini, Castro e Camara (1999) não observaram efeitos importantes do biofilme de fécula de mandioca sobre o teor de SST em pimentões “Valdor”. No presente trabalho, as películas à base de fécula de mandioca também não influenciaram no teor de sólidos solúveis totais, mostrando que, para frutos de manga Tommy, esse revestimento e suas associações precisam de mais estudos. Henrique (2002) obteve, no entanto,

efeito positivo com limão Siciliano, usando a película de fécula de mandioca. Este fato mostra que a fécula de mandioca apresenta comportamento diferente entre os diversos frutos.

**Figura 3** – Valores médios de sólidos solúveis de manga “Tommy Atkins” com revestimentos comestíveis de fécula de mandioca armazenados em temperatura de  $12^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  e  $80\% \pm 5\% \text{UR}$  por 25 dias. Macaíba-RN, 2016



Fonte: Elaboração própria.

Os frutos apresentaram boa aparência externa em todos os tratamentos até o 15º dia. No 20º dia do experimento, o tratamento testemunha não apresentava boa aparência externa; em contrapartida, todos os tratamentos com revestimentos ainda apresentavam boa aparência externa (Tabela 4).

**Tabela 4** – Classificação da aparência externa de frutos de Manga Tommy Atkins, tratadas como revestimentos comestíveis à base de fécula de mandioca e associações. (Boa, Regular e Péssima)

DIA	TRATAMENTOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
0	BOA	BOA	BOA	BOA	BOA
5	BOA	BOA	BOA	BOA	BOA
10	BOA	BOA	BOA	BOA	BOA
15	BOA	BOA	BOA	BOA	BOA
20	REGULAR	BOA	BOA	BOA	BOA
25	PÉSSIMA	BOA	REGULAR	REGULAR	REGULAR

Fonte: Elaboração própria.

No último dia do tratamento, apenas o tratamento 2, com 3% de fécula de mandioca, se apresentou com aparência externa classificada como Boa. Lima *et al.* (2012), trabalhando com revestimentos em mangas Tommy Atkins, associando fécula mais erva-doce, obtiveram frutos com mais brilho e melhor aparência.

## 4 Conclusão

Os tratamentos utilizados foram superiores à testemunha, a partir de 15 dias depois de colhida, para perda de massa, prolongando a vida de prateleira dos frutos em 10 dias, porém sem efeito para as associações com fontes de cálcio e agente oxidante.

Nas características de qualidade estudadas, tais como firmeza de polpa, SST, ATT, os revestimentos e suas associações não exerceram efeitos positivos quando comparados à testemunha.

No aspecto visual externo dos frutos, os revestimentos se mostraram promissores, já que apresentaram frutos com mais brilho e boa aparência por mais tempo, em relação à testemunha; no entanto, não se justifica o uso das fontes de cálcio e de  $\text{KMnO}_4$ .

No presente trabalho, as fontes de cálcio e  $\text{KMnO}_4$  não exerceram os efeitos esperados. Trabalhos que avaliem diferentes doses dessas substâncias no amadurecimento de frutos podem apresentar, porém, resultados promissores.

## REFERÊNCIAS

ALVES, V. D. **Produção e caracterização de biomateriais a partir de fibras naturais e amidos com polibutileno adipato co-tereftalato (PBAT)**. 2007. 186f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos)– Universidade Estadual de Londrina. Londrina-PR, 2007.

ALVES, A. I. *et al.* Qualidade de morangos envolvidos com revestimento comestível antimicrobiano à base de diferentes fontes de amido. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 7, n.13, p.1519-1526, 2011.

AZEREDO, H. M. C.; JARDINE, J. G. Desidratação osmótica de abacaxi aplicada à tecnologia de métodos combinados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 1, p. 74- 82, 2000.

BLEINROTH, E. W. Matéria prima. In: ITAL. **Manga**: da cultura ao processamento e comercialização. Campinas, p. 243-292, 1981.

CASTRICINI, A.; CONEGLIAN, R. C. C.; DELIZA, R. Starch edible coating of papaya: effect on sensory characteristics. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, n.1, p. 84-92, 2012.

CASTRO, J. V. Maturação controlada de frutas. In: BLEINROTH, E W. *et al.* **Tecnologia de**

**pós colheita de frutas tropicais.** Campinas: ITAL, 1992. p. 93-102. (Manual Técnico, 9).

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças - fisiologia e manuseio.** Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CHIUMARELLI, M.; FERREIRA, M. D. Qualidade pós – colheita de tomates ‘Débora’ com utilização de diferentes coberturas comestíveis e temperaturas de armazenamento. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 3, p. 381- 385, 2006.

DOS SANTOS, A. E. O. *et al.* Influência de biofilmes de fécula de mandioca e amido de milho na qualidade pós-colheita de mangas “Tommy Atkins”. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 3, 2011.

FONSECA, N. *et al.* **A cultura da manga.** 2 ed. Brasília-DF, Brasil: Embrapa informação tecnológica, 2006. 73p.

FURTADO, M. DE C. **Ação de revestimento comestível a base de amido e de antioxidante na conservação de inhame (*Dioscorea spp.*) minimamente processado.** 2013. 77f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)—Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2013.

GODBILLOT, L. *et al.* Analysis of water binding in starch plasticized films. **Food Chemistry**, Oxon, v. 96, n. 3, p. 380-386, 2006.

HENRIQUE, C. M. **Utilização do ethephon e da película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de limão Siciliano (*Citrus limon* (Linn) Burn).** Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Horticultura)—Unesp, Botucatu, 2002. 102 p.

ZENEON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p. Disponível em: <[http://www.ial.sp.gov.br/resources/edito\\_rinplace/ial/2016\\_3\\_19/analisedealimentosial\\_2008.pdf](http://www.ial.sp.gov.br/resources/edito_rinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf)>. Acesso em: 15 dez. 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2007. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 15 dez. 2016.

LIMA, M. A. **Conservação pós-colheita de goiaba pelo uso de reguladores de crescimento vegetal, cálcio e da associação destes com refrigeração e embalagens plásticas.** 2003. 66 f. Dissertação (Mestrado em

Agronomia. Produção vegetal)—Universidade Federal de Lavras-UFLA, Lavras-MG, 2003.

LIMA, A. B. de *et al.* Conservação pós-colheita de manga ‘Tommy Atkins’ orgânica sob recobrimentos bio-orgânicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 3, p. 704-710, set. 2012.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção propriedades e potencial de utilização. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 137-156, 2010.

PEREIRA, M. E. C. *et al.* Amadurecimento de mamão formosa com revestimento comestível à base de fécula de mandioca. **Ciência Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, p. 1116-1119, 2006.

PINTO, A. C. *et al.* Melhoramento genético. In: GENU P. J.; PINTO, A.C. A cultura da mangueira. 1 ed. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2002, cap. 4, p. 51-92.

JERONIMO, E. M. *et al.* Conservação pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’ armazenadas sob atmosfera modificada. **Semina: Ciências Agrárias (Brasil)**, v. 28, n. 3, p. 417-426, 2007.

GTZ - Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit Manual de exportacion frutas tropicales y hortalizas, Eschborn, 1992. 34p.

PINTO, C. A. de Q.; MATOS, A. P. de; CUNHA, G. A. P. da. Variedades (Cultivares). In: MATOS, A. P. de (Org.). Manga Produção: aspectos técnicos. Brasília: **Embrapa Comunicação Para Transferência de Tecnologia**, 2000.

ROCHA, R. H. C. *et al.* Uso do índice de degradação de amido na determinação da maturidade da manga ‘Tommy Atkins’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 302 - 305, 2001.

SANTOS, A. E. O. *et al.* Influência de biofilmes de fécula de mandioca e amido de milho na qualidade pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal Of Agricultural Sciences**, Recife, v. 6, n. 3, p. 508-531, 19 set. 2011.

SCANAVACA JÚNIOR, L.; FONSECA, N.; PEREIRA, M. E. C. Uso de fécula de mandioca na pós-colheita de manga ‘Surpresa’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 29, n. 1, p. 67-71, 2007.



SEBRAE. **Cenários prospectivos:** a fruticultura brasileira em 2018. 2016. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/rn/sebraeaz/agronegocios-fruticultura-nas-regioes,296c50310f035510VgnVCM1000004c00210aRCRD>>. Acesso em: 03 jul. 2016.

SERPA, M. F. P. *et al.* Conservação de manga com uso de fécula de mandioca preparada com extrato de cravo e canela. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 6, p. 975-982, dez. 2014.

SILVA, A. A. L. *et al.* Efeitos de revestimentos de amido gelatinizado no armazenamento refrigerado de banana prata (musa aab). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 13, n. 3, p. 235-241, 2011.

SILVA, A. L. da. **Revestimentos Comestíveis em Mangas:** Propriedades e Efeitos sobre a Qualidade e Conservação Pós-Colheita da Fruta. 2015. 153 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento de Processos da Indústria de Alimentos)–Curso de Engenharia de Alimentos, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional ASSISTAT para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SOUZA, R. C. R.; ANDRADE, C. T. Investigação dos processos de gelatinização e extrusão de amido de milho. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 24-30, 2000.

STULP, M. *et al.* Conservação e qualidade de mirtilo orgânico utilizando revestimento comestível a base de fécula de mandioca. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 6, n. 1, p. 713-721, 2012.

VALVERDE, J. M. *et al.* Novel Edible coating based on Aloe vera gel to maintain table grape quality and safety. **American Chemical Society**, v. 53, p. 7807-7813, 2005.

VICENTINI, N. M.; CASTRO, T. M. R.; CAMARA, F. L de A. Revestimentos de fécula de mandioca, perda de massa e alterações de cor de frutos de pimentão. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 3, p. 713-716, jul.-out., 1999.