

**Uso de Revestimento de
Polissacarídeos de Algas Marinhas e
Cera de Carnaúba na Conservação
Pós-colheita de Mangas**



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 140

Uso de Revestimento de Polissacarídeos de Algas Marinhas e Cera de Carnaúba na Conservação Pós-colheita de Mangas

Lícia Amazonas Calandrini Braga

Moacir Jean Rodrigues

Men de Sá Moreira de Souza Filho

Henriette Monteiro Cordeiro de Azeredo

Ebenézer de Oliveira Silva

Ana Vitória de Oliveira

Hálisson Lucas Ribeiro

Embrapa Agroindústria Tropical

Fortaleza, CE

2017

Unidade responsável pelo conteúdo e edição:

Embrapa Agroindústria Tropical
Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici
CEP 60511-110 Fortaleza, CE
Fone: (85) 3391-7100
Fax: (85) 3391-7109
www.embrapa.br/agroindustria-tropical
www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente: *Gustavo Adolfo Saavedra Pinto*
Secretária-executiva: *Celli Rodrigues Muniz*
Secretária-administrativa: *Eveline de Castro Menezes*
Membros: *Janice Ribeiro Lima, Marlos Alves Bezerra, Luiz Augusto Lopes Serrano, Marlon Vagner Valentim Martins, Guilherme Julião Zocolo, Rita de Cássia Costa Cid, Eliana Sousa Ximendes*

Supervisão editorial: *Ana Elisa Galvão Sidrim*
Revisão de texto: *Marcos Antônio Nakayama*
Normalização: *Rita de Cassia Costa Cid*
Foto da capa: *Men de Sá Moreira de Souza Filho*
Editoração eletrônica: *Arilo Nobre de Oliveira*

1ª edição

On-line (2017)

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Agroindústria Tropical

Uso de revestimento de polissacarídeos de algas marinhas e cera de carnaúba na conservação pós-colheita de mangas / Lícia Amazonas Calandrini Braga... [et al.]. – Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2017.

15 p. ; 14,8 cm x 21 cm. – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 1679-6543; 140).

Publicação disponibilizada on-line no formato PDF.

1. Revestimentos biodegradáveis. 2. Embalagem de alimentos. 3. Biopolímeros. 4. Lipídeos. I. Braga, Lícia Amazonas Calandrini. II. Rodrigues, Moacir Jean. III. Souza Filho, Men de Sá Moreira de. IV. Azeredo, Henriette Monteiro Cordeiro de. V. Silva, Ebenézer de Oliveira. VI. Oliveira, Ana Vitória de. VII. Ribeiro, Hálisson Lucas. VIII. Série.

CDD 572.672

© Embrapa 2017

Sumário

Resumo	4
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	8
Resultados e Discussão.....	10
Conclusões.....	12
Referências	13

Uso de Revestimento de Polissacarídeos de Algas Marinhas e Cera de Carnaúba na Conservação Pós-colheita de Mangas

Lícia Amazonas Calandrini Braga¹

Moacir Jean Rodrigues²

Men de Sá Moreira de Souza Filho³

Henriette Monteiro Cordeiro de Azeredo⁴

Ebenézer de Oliveira Silva⁵

Ana Vitória de Oliveira⁶

Hálisson Lucas Ribeiro⁷

Resumo

Revestimentos biodegradáveis têm sido usados como auxiliares de embalagem de alimentos na função de proteção, aumentando a estabilidade de alimentos, com a vantagem de não contribuir para o acúmulo de materiais não biodegradáveis no ambiente. Neste estudo, foi elaborado um revestimento à base de uma mistura de polissacarídeos (ι -carragenana, κ -carragenana e alginato) adicionada de 3% de cera de carnaúba, que foi aplicado em mangas 'Tommy Atkins' estágio de maturação 2 (ombros cheios, polpa branca-creme, casca verde-escura e roxa) armazenadas por 21 dias sob refrigeração.

¹ Engenheira de alimentos, mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, doutoranda em Fitotecnia pela Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN, liciaamazonas@yahoo.com.br

² Tecnólogo em Processos Químicos, mestrando em Energias Renováveis pelo Instituto Federal do Ceará, Fortaleza, CE, mjeanrodri@gmail.com

³ Engenheiro químico, doutor em Engenharia de Produção, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, men.souza@embrapa.br

⁴ Engenheira de alimentos, doutor em Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, henriette.azeredo@embrapa.br

⁵ Agrônomo, doutor em Fisiologia Vegetal, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, ebenezer.silva@embrapa.br

⁶ Engenheira de alimentos, mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, vitoriaoliveiraufc@gmail.com

⁷ Engenheiro de alimentos, mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, halissonlucas@gmail.com

Avaliaram-se os efeitos dos revestimentos com relação ao controle (mangas não revestidas) quanto a perda de massa, variação da coloração da casca, perda de firmeza, variação no teor de sólidos solúveis e de acidez titulável e perda de ácido ascórbico. Cada grupo (controle ou mangas revestidas) foi avaliado em três repetições de três frutos cada. Os resultados obtidos neste trabalho com a aplicação dos revestimentos biodegradáveis utilizados em mangas 'Tommy Atkins' mostraram efeito positivo sobre a estabilidade e qualidade dos frutos no tocante à manutenção da firmeza, de ácido ascórbico, sólidos solúveis e cor.

Termos para indexação: biopolímeros, lipídios, embalagem de alimentos, frutas tropicais.

Use of Coating from Marine Algae Polysaccharide and Carnauba Wax in Post-Harvest Conservation of Mangos

Abstract

Biodegradable coatings have been used as packaging aids for food protection, extending food stability, with the advantage of not contributing for the environmental accumulation of nonbiodegradable materials. In this study, coatings based on a mixture of polysaccharides (ι -carrageenan, κ -carrageenan, and alginate) added with 3% carnauba wax were applied to 'Tommy Atkins' mangoes maturity stage 2 (full shoulders, white-cream flesh, dark green skin and purple), which were stored for 21 days under refrigeration. The effects of the coatings were evaluated on weight loss, changes in skin color, loss of firmness, change in soluble solids and titratable acidity, and loss of ascorbic acid, in comparison to non-coated mangoes (control). Each group (control or coated mangoes) was evaluated in three repetitions of three fruits each. The results obtained in this study with the application of biodegradable coatings used in mango 'Tommy Atkins' showed a positive effect on the stability and quality of the fruit regarding the maintenance of firmness, ascorbic acid, soluble solids and color.

Index terms: biopolymers, lipids, food packaging, tropical fruits.

Introdução

A exportação de manga em 2014/2015 gerou uma receita de US\$ 164 milhões, superando a gerada pela comercialização de melão e ocupando o primeiro lugar no *ranking* das exportações (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2015). Considerando a alta demanda internacional por mangas, há necessidade de tornar o fruto mais competitivo, investindo e adotando novas tecnologias, principalmente aquelas voltadas para pós-colheita. Mangas são frutos climatéricos, amadurecendo rapidamente após a colheita. Durante a época de produção e colheita, esses frutos se tornam altamente perecíveis e, sem os devidos cuidados, podem gerar altos volumes de perdas.

Revestimentos biodegradáveis são películas formadas diretamente sobre a superfície de alimentos, agindo como uma barreira adicional para proteção contra fatores ambientais. Os revestimentos são geralmente elaborados a partir de polissacarídeos, proteínas e lipídios, isoladamente ou em combinação. Os polissacarídeos, como as carragenanas e alginatos extraídos de algas marinhas, apresentam boas propriedades de formação de filmes e boa barreira aos gases; por outro lado, sendo hidrofílicos, não proporcionam boa barreira à umidade. Os lipídios, por sua vez, oferecem excelente barreira à umidade, mas apresentam problemas relativos à estabilidade oxidativa. Devido às vantagens e limitações de cada categoria de componentes, combinações desses materiais têm sido usadas para obter um balanço desejável entre as propriedades dos componentes. Revestimentos compostos de polissacarídeos (ou proteínas) e lipídios, por exemplo, combinam as propriedades mecânicas e barreira aos gases conferidos pelos polissacarídeos (ou proteínas) com a barreira à umidade proporcionada pelos lipídios (CHEN; NUSSINOVITCH, 2001; ROCCA-SMITH et al., 2016; RODRIGUES et al., 2016), como a cera de carnaúba, que vem sendo utilizada em revestimentos de frutas e hortaliças, conferindo brilho e reduzindo a perda de matéria fresca dos produtos (SINGH et al., 2016).

Após a colheita, o amadurecimento da manga é um processo irreversível, caracterizado por um padrão respiratório climatérico, com

aumento no consumo de oxigênio (O_2) e na liberação de dióxido de carbono (CO_2). Esse padrão é estimulado pela produção autocatalítica do etileno e por intensas alterações metabólicas, muito sensíveis à temperatura e ao próprio etileno. Assim, a vida útil da manga está diretamente relacionada à sua manutenção no pré-climatério, o que dependerá da temperatura e da atmosfera de acondicionamento. A redução da temperatura retarda os processos fisiológicos pós-colheita, tais como: respiração (TR) e síntese do etileno (EE). Sob atmosfera modificada (AM), como a promovida por revestimentos, a menor pressão de O_2 (consumido na respiração) reduz a TR e a EE. Por outro lado, o CO_2 acumulado (resultado da respiração) inibe a própria TR e, também, a EE. Esses efeitos são cumulativos, tanto pela baixa temperatura (refrigeração) como pela AM, fazendo com que a manga tenha a sua vida útil estendida. O armazenamento sob refrigeração e o uso de revestimentos podem ser efetivos na manutenção do pré-climatério em manga.

O objetivo deste trabalho foi aumentar a vida útil pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins' por meio do uso de revestimentos à base de polissacarídeos de algas e cera de carnaúba.

Material e Métodos

As algas marinhas vermelhas *Solieria filiformis* e *Hypnea musciformis*, cultivadas na região costeira de Flexeiras (Trairi, CE) foram coletadas, acondicionadas e transportadas ao Laboratório de Tecnologia da Biomassa (Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE), onde foram lavadas, selecionadas e secas em estufa (45 ± 3 °C, 48 horas). Cada espécie de alga foi hidratada sob agitação mecânica a 250 rpm por 12 horas em água destilada a 25 °C. Após filtração em malha de nylon (500 mesh), os resíduos foram submetidos a extração das respectivas carragenanas com água destilada a 80 °C por 4 horas (proporção alga/água, 1 g/20 mL) e filtrados em malha de nylon. Os filtrados foram adicionados de etanol 92,8% (proporção volumétrica 1:3 filtrado:etanol), estocados a 4 °C por 24 horas e filtrados novamente.

Os precipitados foram dialisados contra água destilada e liofilizados, produzindo dois pós, consistindo de κ -carragenana (de *Hypnea musciformis*) e ι -carragenana (de *Solieria filiformis*). Amostras das algas foram depositadas como exsiccatas no Herbário Prisco Bezerra da Universidade Federal do Ceará (UFC), sob registro EAC 56148.

O alginato de sódio (Grindsted[®] FD175) foi fornecido pela Danisco Brasil Ltda. (Cotia, SP), e a cera de carnaúba foi adquirida da Foncepi Exportadora Ltda. (Fortaleza, CE).

Uma emulsão filmogênica foi elaborada à base de uma mistura de κ -carragenana (2,17 g), ι -carragenana (1,30 g) e alginato (2,17 g) com cera de carnaúba (0,17 g, ou 3% da massa seca dos polissacarídeos). A cera de carnaúba foi primeiramente adicionada dos surfactantes Tween 80 e Span 80, a 5% e 15% m/m, respectivamente, com base na cera de carnaúba. A mistura cera-surfactantes foi fundida em placa a 85 °C por 5 min, adicionada de 200 mL de água destilada e sonicada em processador ultrassônico de 400 W (UP400S, Hielscher, Teltow, Alemanha) a 24 kHz em dez ciclos de 1 min intercalados por pausas de 15 s. A mistura dos polissacarídeos (5,64 g) foi então adicionada à emulsão, juntamente com 1,41 g de glicerol (plastificante), homogeneizada em Ultra-Turrax T-25 a 15.000 rpm por 15 min, e desgaseificada em bomba de vácuo (30 mbar, 1h).

Mangas 'Tommy Atkins' foram doadas pela empresa Finobrasa Agroindustrial S.A. (Ipangaçu, RN). Os frutos foram selecionados quanto ao tamanho e cor, no estádio de maturação 2 (ombros cheios, polpa branca-creme, casca verde-escura e roxa), acondicionados em caixas de papelão tipo exportação e transportados em veículo refrigerado para a Embrapa Agroindústria Tropical, onde foram refrigerados a 12 °C por 18 horas, para estabilização da temperatura interna. As mangas foram lavadas com detergente neutro (2 mL L⁻¹) e sanificadas com solução de hipoclorito de sódio (200 μ L L⁻¹). Utilizou-se, como fonte de cloro, o produto comercial Adheclor[®], registrado na Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) (Nº 3.1714.0032, validade 05/2018). Os frutos foram então divididos em dois grupos –

o controle (mangas não revestidas) e mangas revestidas (que foram imersas na emulsão por 5 min, e deixadas para secar à temperatura ambiente por 16 horas). As mangas submetidas aos diferentes tratamentos foram então estocadas em ambiente refrigerado ($12 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$) e avaliadas no tempo 0 e após 21 dias de estocagem. Cada tratamento foi feito em três repetições, cada repetição constituída por três frutos.

Antes de processar os frutos para proceder às análises destrutivas, foram feitas as seguintes determinações: perda de massa (diferença percentual entre a massa inicial e final do fruto); coloração da casca, medida em colorímetro digital (Konica Minolta, modelo CR-410), com base no sistema $L^*a^*b^*$; e firmeza, medida com texturômetro (Stable Micro Systems, Modelo TA-TX2i). Em seguida, as amostras foram processadas em centrífuga doméstica. Parte do material processado foi imediatamente utilizado para análise de vitamina C, por titulometria com solução de 2,6-diclorofenolindofenol (DFI) 0,02% (m/v), e o restante foi armazenado em freezer para realização posterior das análises de sólidos solúveis com refratômetro digital (ATAGO, Modelo PR-101) e acidez titulável, ambas feitas a partir da polpa triturada dos frutos.

Os tratamentos foram comparados entre si por testes t pareados ao nível de 5% de probabilidade por meio do software Minitab.

Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta as variações nas variáveis de estabilidade das mangas. As únicas variáveis para os quais o revestimento não promoveu diferenças significativas foram o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável.

A manga, assim como a grande maioria dos frutos climatéricos, perde massa durante o amadurecimento, e a taxa de perda é influenciada pelas condições de armazenamento (MANICA et al., 2001). A perda de água durante o armazenamento resulta na perda de qualidade com relação à aparência (murchamento e enrugamento) e textura (amaciamento e perda de suculência) (KADER, 2002).

Tabela 1. Variações nas variáveis de estabilidade e qualidade de mangas para os diferentes tratamentos, ao longo de 21 dias de estocagem.

Variável	Controle	Revestidas
Perda de massa (%)	4,79	1,11
Δ L*	7,04	3,54
Δ a*	16,29	8,43
Δ b*	16,41	9,97
Perda de firmeza (N)	69,24	47,43
Perda de ácido ascórbico (%)	10,05	1,31
Variação no teor de sólidos solúveis (°Brix)	2,25	1,72
Variação na acidez titulável (%)	0,17	0,11

Valores em negrito para cada variável: diferenças significativas ($p < 0,05$).

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) em termos de perda de massa entre os tratamentos. As mangas revestidas apresentaram menor perda de massa em comparação com o controle, indicando que o revestimento promoveu retenção de umidade.

As alterações de cor também foram menores nas mangas revestidas, indicando que houve menores taxas de degradação de clorofila (perda de cor verde) e de formação de carotenoides (formação de cores variando entre amarela e vermelha).

A perda de firmeza nas mangas revestidas também foi menor. A firmeza, relacionada com a composição e com o grau de solubilização das pectinas das paredes celulares, é importante na qualidade de frutos, já que afeta a resistência ao transporte, às técnicas de conservação pós-colheita e ataque de microrganismos (CHITARRA; CHITARRA, 2005; JERÔNIMO et al., 2007).

O revestimento foi efetivo em reduzir também as perdas de ácido ascórbico, que é um importante atributo de qualidade em frutos.

Conclusões

O revestimento à base de emulsão de polissacarídeos de algas com cera de carnaúba melhorou a estabilidade e qualidade de mangas 'Tommy Atkins' armazenadas a 12 °C ao longo de 21 dias, em relação ao controle (mangas não revestidas). A aplicação desses revestimentos biodegradáveis utilizados em mangas 'Tommy Atkins' mostrou efeito positivo sobre a estabilidade e qualidade dos frutos no tocante à manutenção da firmeza, de ácido ascórbico, de sólidos solúveis e de cor.

Referências

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2015. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2015. 104 p.

CHEN, S.; NUSSINOVITCH, A. Permeability and roughness determinations of wax-hydrocolloid coatings, and their limitations in determining citrus fruit overall quality. **Food Hydrocolloids**, v. 15, n. 2, p. 127-137, 2001.

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

JERÔNIMO, E. M.; BRUNINI, M. A.; ARRUDA, M. C. de; CRUZ, J. C. S.; FISCHER, I. H.; GAVA, G. J. C. Qualidade de mangas 'Tommy Atkins' armazenadas sob atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 122-130, 2007.

KADER, A. A. Fruits in the global market, In: KNEE, M. (Ed.). **Fruit quality and its biological basis**. Columbus: Sheffield Academic, 2002. p.1-14

MANICA, I.; ICUMA, I. M.; MALAVOLTA, E.; RAMOS, V. H. V.; OLVEIRA, M. E.; CUNHA, M. M.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Tecnologia, produção, agroindústria e exportação da manga**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001.

ROCCA-SMITH, J. R.; MARCUZZO, E.; KARBOWIAK, T.; CENTA, J.; GIACOMETTI, M.; SCAPIN, F.; VENIR, E.; SENSIDONI, A.; DEBEAUFORT, F. Effect of lipid incorporation on functional properties of wheat gluten based edible films. **Journal of Cereal Science**, v. 69, p. 275-282, 2016.

RODRIGUES, D. C.; CUNHA, A. P.; BRITO, E. S.; AZEREDO, H. M. C.; GALLÃO, M. I. Mesquite seed gum and palm fruit oil emulsion edible films: Influence of oil content and sonication. **Food Hydrocolloids**, v. 56, p. 227-235, 2016.

SINGH, S.; KHEMARIYA, P.; RAI, A.; RAI, A.C.; KOLEY, . K.; SINGH, B. Carnauba wax-based edible coating enhances shelf-life and retain quality of eggplant (*Solanum melongena*) fruits. **LWT – Food Science and Technology**, v. 74, p. 420-426, 2016.

Embrapa

Agroindústria Tropical



MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**

