

ISSN 2175-8395

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

REDE DE NANOTECNOLOGIA APLICADA AO AGRONEGÓCIO

ANAIS DO VI WORKSHOP – 2012

Maria Alice Martins
Morsyleide de Freitas Rosa
Men de Sá Moreira de Souza Filho
Nicodemos Moreira dos Santos Junior
Odílio Benedito Garrido de Assis
Caue Ribeiro
Luiz Henrique Capparelli Mattoso

Editores

Fortaleza, CE
2012

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Instrumentação

Rua XV de Novembro, 1452,
CEP 13560-970 – São Carlos, SP
Fone: (16) 2107-2800
Fax: (16) 2107-2902
<http://www.cnpdia.embrapa.br>
E-mail: sac@cnpdia.embrapa.br

Embrapa Agroindústria Tropical

Rua Dra. Sara Mesquita, 2270,
CEP 60511-110 – Fortaleza, CE
Fone: (85) 3391-7100
Fax: (85) 3391-7109
<http://www.cnpat.embrapa.br>
E-mail: sac@cnpat.embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Instrumentação

Presidente: João de Mendonça Naime
Membros: Débora Marcondes Bastos Pereira Milori, Washington Luiz de Barros Melo, Sandra Protter Gouvêa, Valéria de Fátima Cardoso.
Membro suplente: Paulo Sérgio de Paula Herrmann Júnior

Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente: Antonio Teixeira Cavalcanti Júnior
Secretário-Executivo: Marcos Antonio Nakayama
Membros: Diva Correia, Marlon Vagner Valentim Martins, Arthur Cláudio Rodrigues de Souza, Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho, Adriano Lincoln Albuquerque Mattos e Carlos Farley Herbster Moura

Supervisor editorial: Dr. Victor Bertucci Neto

Capa: Mônica Ferreira Laurito, Pedro Hernandes Campaner

Imagens da capa:

Imagem de MEV-FEG de Titanato de potássio – Henrique Aparecido de Jesus Loures Mourão, Viviane Soares

Imagem de MEV de Eletrodeposição de cobre – Luiza Maria da Silva Nunes, Viviane Soares

Imagem de MEV de Colmo do sorgo – Fabrício Heitor Martelli, Bianca Lovezutti Gomes, Viviane Soares

Imagem de MEV-FEG de HPMC com nanopartícula de quitosana – Marcos Vinicius Lorevice, Márcia Regina de Moura Aouada, Viviane Soares

Imagem de MEV-FEG de Vanadato de sódio – Waldir Avansi Junior

Imagem de MEV de Fibra de pupunha – Maria Alice Martins, Viviane Soares

1ª edição

1ª impressão (2012): tiragem 300

Todos os direitos reservados.

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

CIP-Brasil. Catalogação na publicação.

Embrapa Instrumentação

Anais do VI Workshop da rede de nanotecnologia aplicada ao agronegócio 2012 – São Carlos: Embrapa Instrumentação; Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2012.

Irregular

ISSN: 2175-8395

1. Nanotecnologia – Evento. I. Martins, Maria Alice. II. Rosa. Morsyleide de Freitas. III. Souza Filho, Men de Sá Moreira de. IV. Santos Junior, Nicodemos Moreira dos. V. Assis, Odílio Benedito Garrido de. VI. Ribeiro, Caue. VII. Mattoso, Luiz Henrique Capparelli. VIII. Embrapa Instrumentação. IX. Embrapa Agroindústria Tropical.



SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA E DA PERMEAÇÃO DE FILMES COMESTÍVEIS DE PURÊ DE BANANA MADURA E PECTINA

Milena Martelli¹, Taís T. Barros^{1,2}, Márcia. R. de Moura^{1,3}, Luiz H. C. Mattoso¹, Odílio B. G. Assis¹

¹Laboratório Nacional de Nanotecnologia para o Agronegócio (LNNA), Embrapa Instrumentação.

²Depto de Biologia Universidade Federal de São Carlos

³Laboratório de Nanomedicina e Nanotoxicologia (LNN), IFSC - USP.
milena.martelli@gmail.com; odilio.assis@gmail.com

Projeto Componente: PC3

Plano de Ação:3

Resumo

Os objetivos deste trabalho foram a síntese e a caracterização de filmes a partir do purê de bananas maduras, agregados ou não com pectina, com a finalidade de melhorar suas propriedades físicas (mecânicas e de permeação). Dois tipos de purê de banana foram processados: purê de banana filtrado (FP) e purê de banana centrifugada (CP). As bananas maduras ofereceram a possibilidade de formar filmes manipuláveis, flexíveis e com bom aspecto visual. A adição de pectina melhorou significativamente as propriedades mecânicas e de permeabilidade dos filmes, independente do tipo de processamento do purê.

Palavras-chave: purê de banana, filmes comestíveis, biopolímeros, resíduos.

Publicações relacionadas

MARTELLI et al. Edible films based on over-ripe bananas, pectin and chitosan nanoparticles. In: X Brazilian MRS Meeting, 2011, Gramado. X Brazilian MRS Meeting, 2011.

Introdução

Filmes comestíveis processados a partir de purê (ou polpa) de frutas tiveram seu início de desenvolvimento em 1996, através do processamento e caracterização de membranas produzidas a partir da polpa de maçã, pêssego, damasco e pêra [1]. Esses filmes apresentaram baixa permeabilidade ao oxigênio, particularmente em baixa ou moderada umidade relativa embora com propriedades mecânicas aceitáveis, sendo sugeridos como alternativa para a produção de embalagens e revestimentos comestíveis. Além das vantagens funcionais, os filmes de purê de frutas possuem atributos sensoriais provenientes do fruto,

que podem representar um atrativo adicional comparado aos demais filmes comestíveis inodoros e incolores.

Os purês de frutas são fartamente disponíveis ao longo de todo o ano, sendo obtidos a partir do próprio fruto ou advindos de rejeitos de seu processamento. Particularmente, a banana apresenta um potencial de fabricação destes purês, considerando o nível de perdas devido sua alta perecibilidade, chegando a 50% do montante colhido até o seu consumo.

Assim, os objetivos deste trabalho foram elaborar uma sequência para a preparação de filmes comestíveis a partir de purê de banana madura, processados por *casting* utilizando a máquina

Mathis (processo em batelada) e determinar as propriedades mecânicas, de permeação e propriedades térmicas dos filmes sintetizados.

Materiais e métodos

O purê de banana foi produzido a partir de banana nanica em estágio de maturação 7/8. A inativação parcial das enzimas foi realizada por adição de ácidos: 0,2 % (w/w) de ácido cítrico e 0,2 % (w/w) de ácido ascórbico, e tratamento térmico (115°C por 1 minuto). Dois tipos de purê de banana foram produzidos: (i) purê de banana madura filtrado (FP), e (ii) centrifugado (CP). As soluções filmogênicas (SF) foram obtidas dissolvendo-se certa quantidade de purê em água destilada durante 16-24 horas:

- FP: 7; 8; 10 e 12 % (g de purê seco/100g de massa total de solução);

- CP: 3; 4,5 e 6 % (g de purê seco/100 g de massa total de solução), contendo 5 ou 10 g de glicerol/100 g de purê seco.

Pectinas comerciais foram avaliadas: 0,25g ou 0,5g de pectina/100 g de solução. 80 g de SF foram adicionadas sobre filme de poliéster (14 x 20 cm). Os filmes foram preparados na máquina Mathis (2 ciclos: 40 minutos a 50°C) e armazenados em umidade relativa controlada (54%).

As propriedades mecânicas dos filmes foram determinadas por ensaios de tração em equipamento Texturômetro TA.TX Express. As propriedades mecânicas dos filmes foram avaliadas com relação à tensão (σ_{max}) e deformação (ϵ_{max}) máximas na ruptura, e módulo de Young (E).

As propriedades térmicas foram determinadas através de medidas de Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC) e Termogravimetria (TG), de acordo com Moura et al. [2]. A permeabilidade ao vapor de água (WVP) foi determinada usando o método do copo, segundo padrão modificado da norma ASTM E 96-92, descrito em [2].

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e Teste de Tukey (5% de significância), utilizando o software XLSTAT.

Resultados e discussão

A resistência à ruptura dos filmes de FP melhorou com o aumento da concentração de purê na SF (Tabela 1). Os filmes com 10 g de purê seco/100 g de SF (10%, d.b.) apresentaram valores σ_{max} 33 % maiores que os filmes com 7 % (d.b.) de purê. Estes resultados são explicados pela maior concentração de polímeros presentes na SF. Mesmo que estes filmes possuem certa fragilidade ($\sigma_{max} < 0,4$ MPa)

os resultados são interessantes considerando que as bananas maduras, que se tornam dejetos e lixo orgânicos poderiam ser reaproveitados para a fabricação de filmes. Na literatura, este foi o primeiro trabalho que apresentou filmes processados apenas com purê de banana madura e água. A adição de pectina em filmes de FP melhorou significativamente suas propriedades mecânicas (Tabela 1). A tensão máxima na ruptura dos filmes adicionados de pectina foi 4 vezes maior ($\sigma_{max} = 1,06$ MPa), enquanto que ϵ_{max} dobrou ($\epsilon_{max} = 28$ %).

Tabela 1. Propriedades mecânicas (espessura, tensão máxima na ruptura: σ_{max} e deformação máxima: ϵ_{max}) de filmes biodegradáveis com 7; 8; 10 e 12 % (d.b.) purê de banana FP adicionados de água, ou de pectina (0,5 g de pectina/100g de solução filmogênica – 0,5% Pec).

% purê (d.b.) ou de pectina	Espessura (mm)	σ_{max} (MPa)	ϵ_{max} (%)
7 %	0,141 ± 0,018 ^a	0,26 ± 0,06 ^a	13 ± 4 ^a
7 % + 0,5 % PEC	0,138 ± 0,013 ^a	1,06 ± 0,21 ^d	27,6 ± 4,4 ^c
8 %	0,145 ± 0,006 ^a	0,27 ± 0,04 ^{ab}	14 ± 1 ^{ab}
10 %	0,143 ± 0,008 ^a	0,35 ± 0,03 ^b	17 ± 2 ^b
12 %	0,172 ± 0,016 ^b	0,42 ± 0,05 ^c	17 ± 3 ^b

^{a-b} Letras diferentes na mesma coluna indicam que há diferença estatisticamente significativa (Tukey, $p < 0,05$).

Os filmes com 3 % (db) de CP não puderam ser formados sem a adição de glicerol e pectina. O aumento da concentração de pectina ocasionou um aumento em σ_{max} , independente da concentração de CP. Filmes contendo 6 % de CP e 10 % de glicerol (g de glicerol/100 g de PIII seco) tiveram propriedades mecânicas próximas a valores obtidos em filmes com 4,5% de CP, sem pectina: $\sigma_{max} = 0,7 \pm 0,2$ MPa, $\epsilon_{max} = 14 \pm 2$ %, $E = 9 \pm 2$ MPa. Quando 0,25 % (g de pectina/100 g de SF) foram adicionados, a tensão máxima na ruptura foi 2,9 vezes maior do que o controle, e ϵ_{max} aumentou cerca de 70 %. Em filmes contendo menor quantidade de CP (3%, d.b.), o efeito da adição de pectina foi menor. Neste caso, o aumento da concentração de pectina de 0,5 a 0,75 % proporcionou uma variação em σ_{max} , de $2,7 \pm 0,8$ MPa para $4,3 \pm 0,7$ MPa, e em E, de 37 ± 5 para 53 ± 3 MPa, enquanto ϵ_{max} não foi alterada. Os filmes processados com CP, sem pectina apresentaram melhores propriedades mecânicas que os filmes processados com FP. Os filmes contendo 4,5 % (d.b.) de CP e 5% de glicerol tiveram σ_{max} 4,3 vezes maior ($\sigma_{max} = 1,1 \pm 0,2$ MPa) que os filmes contendo 7 % (d.b.) de FP. ϵ_{max} não foi diferente entre estes filmes. As propriedades mecânicas observadas em filmes processados com CP foram

similares aos filmes de purê de manga ($\sigma_{\max} = 1,2$ MPa, $\epsilon_{\max} = 18,5\%$ e $E = 9$ MPa) [3].

Tabela 2. Propriedades mecânicas de filmes biodegradáveis com 3, 4,5 e 6% (d.b.) de purê de banana centrifugado (CP), contendo 5 ou 10 g de glicerol/100 g de purê de banana seco (5 % GI e 10% GI, respectivamente), adicionados de pectina: 0 (s/ Pec); 0,25 (0,25% Pec); 0,5 (0,5% Pec) ou 0,75 (0,75% Pec)g de pectina/ 100g de solução filmogênica.

% CP	% PEC	Espessura (mm)	σ_{\max} (MPa)	ϵ_{\max} (%)	E (MPa)
3% CP	0,5%	0,126 ± 0,004 ^a	2,7 ± 0,8 ^{ab}	13 ± 4 ^a	37 ± 5 ^a
	0,75%	0,139 ± 0,007 ^{ab}	4,3 ± 0,7 ^b	16 ± 4 ^{ab}	53 ± 3 ^b
4,5%CP + 5%GL	s/PEC	0,135 ± 0,008 ^{ab}	1,1 ± 0,2 ^{cd}	15 ± 2 ^{ab}	11 ± 2 ^c
	0,5%	0,151 ± 0,008 ^b	3,2 ± 0,5 ^a	24 ± 3 ^c	21 ± 3 ^d
6% CP + 10%GL	s/PEC	0,202 ± 0,005 ^c	0,7 ± 0,2 ^c	14 ± 2 ^a	9 ± 2 ^c
	0,25%	0,176 ± 0,015 ^d	2,0 ± 0,2 ^{cd}	24 ± 3 ^c	13 ± 2 ^c
	0,5%	0,180 ± 0,022 ^d	2,4 ± 0,6 ^{cd}	19 ± 4 ^{bc}	19 ± 4 ^d

^{a-c} Letras diferentes na mesma coluna indicam que há diferença estatisticamente significativa (Tukey, $p < 0,05$).

Nos termogramas de DSC (Fig. 1), pode-se observar o pico endotérmico de fusão (T_m) variou de 130 a 150°C, sendo que os filmes processados com FP apresentaram T_m maior que aqueles processados com CP, independente da adição de pectina. Os filmes de CP apresentaram temperatura de transição vítrea ($T_g = -44,3 \pm 0,7$ °C) menor que filmes processados com FP ($T_g = -33 \pm 1$ °C).

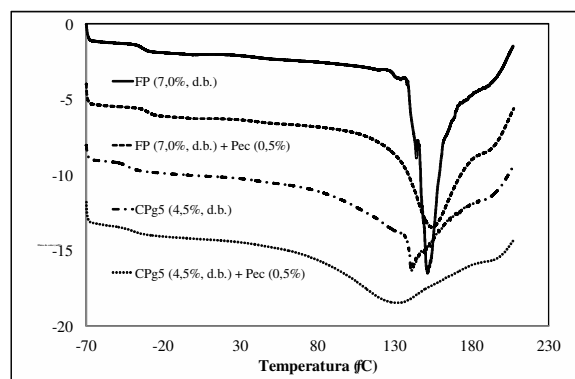


Figura 1. Termogramas de DSC de filmes biodegradáveis com 7,0 % de FP ou 4,5% de CP e 5% de glicerol (g5); adicionados de água ou de solução contendo 0,5% de pectina (Pec).

As curvas de TG para filmes de FP e CP foram semelhantes (Fig. 2). À medida que a temperatura aumenta, três estágios de decomposição são observados: (1) $T < 100^\circ\text{C}$, atribuído à evaporação da água que poderia ainda estar contida nos filmes; (2) cerca de 130°C : atribuído à decomposição de açúcares: frutose, glicose e sacarose; amido e proteínas; e (3) entre 250 e 400°C , atribuído à

decomposição dos componentes orgânicos (lignina, hemicelulose e celulose), que podem estar presentes no purê de banana. O processamento destes filmes não poderá exceder 130°C , que é correspondente ao segundo estágio de decomposição, pois o primeiro é referente apenas à evaporação da água.

Os filmes processado com 4,5% de CP apresentaram WVP 30 % menor ($WVP = 3.03 \pm 0,15$ g mm/m²h kPa) que os filmes de FP ($WVP = 3.95 \pm 0,28$ g mm/m²h kPa). A adição de pectina não diminuiu WVP. Estes filmes apresentaram menor permeação que filmes processados com outros purês [1].

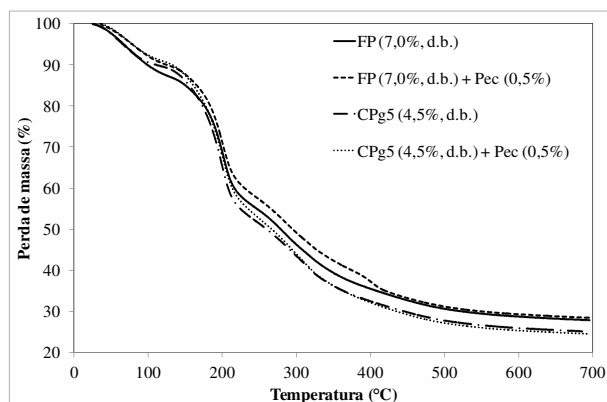


Figura 2. Curvas de TG de filmes biodegradáveis com 7,0 % de FP ou 4,5% de CP e 5% de glicerol (g5); adicionados de água ou de solução contendo 0,5% de pectina (Pec).

Conclusões

Neste trabalho, pode-se concluir que as bananas maduras podem ser reaproveitadas para a produção de filmes biodegradáveis com bom aspecto visual, propriedades mecânicas semelhantes a outros filmes de purê de frutas, com menor permeabilidade ao vapor d'água. A incorporação de pectina pode ser realizada para melhorar as propriedades mecânicas.

Agradecimentos

CNPQ, FINEP, EMBRAPA. (bolsa de pós-doutorado CNPq processo n. 153519/2010-0).

Referências

1. T.H. McHugh; C.C. Huxsoll; J.M. Krochta *J. Food Sci.* 1996, 61(1), 88-91.
2. M.R. Moura; F.A. Aouada; R.J. Avena-Bustillos; T.H. McHugh; J.M. Krochta; L.H.C. Mattoso *J. Food Engin.* 2009, 92(4), 448-453.
3. R. Sothornvit; P. Rodsamran *Postharvest Biol. Techn.* 2008, 47(3), 407-415.