

EXTRAÇÃO DA PECTINA DA BANANA VERDE COM OXALATO DE POTÁSSIO E ESTUDO DE SUA PROPRIEDADE DE TEXTURA

Monique Nakoneczny¹, Maria Lucia Masson²

¹Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil (monique.marques@ufpr.br)

² Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil

Resumo: O Brasil é um dos maiores produtores e consumidores de banana no mundo, com uma produção anual de aproximadamente 6 milhões de toneladas. Devido a sua perda na cadeia produtiva a banana verde torna-se um alimento promissor para extração de pectina e valorização da agricultura local e social. A extração da pectina da banana verde tipo caturra foi realizada com ácido oxálico 0,1%(p/v), a 90°C, por 60 min e seu rendimento foi de 11,10% da casca, 10,69% da polpa e 11,21% do fruto integral, sendo o grau de esterificação de 76,92, 72,73 e 70,62 para casca, polpa e fruto respectivamente, caracterizando como uma pectina de alta metoxilação que possui diversas aplicações na indústria de alimentos, farmacêuticos, adesivos entre outros. O estudo de textura do gel formado da pectina extraída da casca, polpa e do fruto foi realizado preparando-se uma solução gelificante na concentração de 1% (p/p) de pectina variando-se a concentração de açúcar em 50, 60, 70 °Brix com pH ajustado em 3,0 com ácido cítrico. Os melhores parâmetros de dureza, adesividade, ocorreram para a pectina da casca e fruto integral em brix 60, a elasticidade pode ser considerada de força média a alta. A coesividade e resiliência apresentaram variação ao longo da concentração de açúcar. Este estudo demonstrou preliminarmente o potencial uso de toda a banana verde na extração de pectina como fonte alternativa a pectina cítrica e aplicação na indústria alimentícia.

Palavras-chave: agricultura, banana verde, pectina, textura, grau de esterificação

INTRODUÇÃO

A banana é a fruta fresca mais consumida no mundo. Além de maior consumidor mundial, o Brasil é o quarto maior produtor, com 6,6 milhões de toneladas produzidas em 455 mil hectares, metade originária da agricultura familiar. O setor fatura cerca de R\$ 13,8 bilhões de reais por ano e gera 500 mil empregos diretos. Devido ao seu preço acessível, a banana tem importante papel social. (Embrapa, 2025). O elevado índice de perdas na comercialização de banana no Brasil faz com que apenas uma parcela, entre 50 a 60% da produção, chegue à mesa do consumidor (Mascarenhas, 1999). Esses valores são próximos aos publicados pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), onde estas perdas ficam em torno de 40%. (FGV, 1991). Estudo desenvolvido por Rankings, 2003 revelou perda global, correspondente a 11,1% da quantidade comercializada, sendo 10,5% em supermercados, 15,0% em quitandas/sacolões e 10,6% em feiras livres. A banana verde tem se mostrado um fruto alternativo para valorizar a produção da banana e reduzir perdas pós-colheita, onde a fabricação de farinhas, massas, biomassa e chips são produtos derivados dessa valorização. A industrialização e valorização da banana verde contribui para a geração de empregos, a produção de alimentos nutritivos e a

geração de valor para o setor agrícola. Outra fonte promissora de valorização da banana verde é a extração de sua pectina, podendo ser um processo antecessor ao da fabricação da farinha de banana verde. As pectinas de fontes cítricas podem ser extraídas por diferentes metodologias, tais como: extração ácida, básica, com agentes quelantes ou por ação de enzimas (Iglesias e Lozano, 2004). Entretanto, a extração em meio ácido é o método mais utilizado pela indústria para obtenção de pectinas cítricas, sendo geralmente realizada com ácidos minerais como: os ácidos nítrico, clorídrico, sulfúrico ou fosfórico (Vriesmann et al., 2017). (Lai et al. 2022) estudou a extração de pectina da casca de banana verde obtendo-se ponto ótimo de 90°C, 1h e pH 1,0, concluindo que a casca da banana verde são promissoras para substituir as frutas cítricas para a produção de pectina. Há poucas pesquisas sobre a extração da pectina da banana verde considerando todo o fruto, onde o ácido oxálico é utilizado como reagente extrator, bem como os resultados da característica da pectina no que diz respeito a avaliação do seu gel pela textura (dureza, adesividade, coesividade e resiliência). Portanto para este estudo, foi realizada a extração da pectina na casca, polpa e fruto integral obtendo-se o ponto ideal de extração com ácido oxálico, tendo como parametro

de decisão o grau de esterificação e rendimento. Além disso o estudo das características dos géis de pectina extraída de toda a banana verde foi analisado, o que dá um direcionamento de aproveitamento e valorização desse fruto verde, sendo uma alternativa promissora de fonte de pectina, frente ao aumento substancial do valor desse produto oriundo de fontes cítricas. Também a redução de perdas, redução de custo de produção e valorização de produtores locais são condições geradoras do uso desse alimento no seu estado in natura e verde.

MATERIAL E MÉTODOS

Preparo da banana verde e extração da pectina

Pesou-se 20 g de casca, polpa ou banana integral. Fatiou-se as amostras de bananas e colocou-se em imersão de hipoclorito de sódio 0,1% por 20 minutos. Para cada ensaio realizou-se a desestruturação da amostra da banana em mixer contendo 200 mL de água por 5 minutos e em seguida foram adicionados 125 mL de oxalato 0,1% (p/v). A reação ocorreu a 90°C, por 1 hora e sob constante agitação. Após finalização da reação, a solução foi filtrada à vácuo com papel de filtro analítico e o filtrado foi reservado para a coagulação da pectina. Desta solução filtrada coletou-se 100mL e adicionou-se mais 1 vez o volume de álcool etílico obtendo-se uma razão de 1:1 (filtrado:etanol) 99,5% e reservou-se por 12h a 15 °C para completa coagulação da pectina em forma de gel. A solução contendo pectina foi filtrada em tecido de nylon e lavada com álcool etílico para remover possíveis impurezas e posteriormente seco 40 °C por 12 horas e após a secagem a pectina retida foi pesada para cálculo do rendimento. Na sequência a amostra foi macerada e utilizada para análise de caracterização da pectina pelo grau de esterificação e teste de textura.

Cálculo do rendimento da pectina

Para o cálculo do rendimento de extração da pectina foi utilizada a equação 1 citada por (Kamble et al. 2017):

$$\% \text{ rendimento} = \frac{\text{massa de pectina seca (g)} \times 100}{\text{massa de banana base seca (g)}} \quad (1)$$

Determinação do Grau de esterificação (DE)

O Grau de Esterificação foi determinado seguindo a metodologia de (Rebello, 2013). Foram pesados 0,200 gramas de amostra de pectina em um Erlenmeyer umedecido com 5 mL de etanol (95%) e em seguida adicionado 20mL de água destilada, misturou-se bem e colocou-se na mesa agitadora por 2 horas a 40°C. Em

seguida foram adicionados 3 gotas de solução de fenolftaleína 1% e titulou-se a amostra com NaOH padronizado a 0,1mol/L. O volume gasto na primeira titulação foi registrado como T_i . Na sequência foram adicionados mais 10mL de NaOH a 0,1mol/L na amostra neutralizada e deixou-se novamente em agitação por 2 horas a 40°C, para que ocorra a saponificação dos grupos de carboxilas. Em seguida foram adicionados 10mL de HCl a 0,1mol/L e titulou-se novamente com NaOH 0,1mol/L, onde o volume gasto foi registrado como T_f . Em seguida determinou-se o Grau de Esterificação com a equação 2:

$$\%DE = \frac{T_f \times 100}{T_i + T_f} \quad (2)$$

Onde %DE é o percentual do Grau de Esterificação determinado, T_i mais T_f é o volume final da titulação com NaOH após a saponificação dos grupos carboxilas.

Perfil de textura dos géis (TPA)

As análises do perfil de textura (TPA) dos géis foram realizadas em texturômetro (marca Brookfield, CT3 texture analyzer), nas seguintes condições: velocidade de pré-teste de 1,0 mm/ s; velocidade de teste de 1,0 mm/ s; compressão com uma sonda cilíndrica de alumínio de 3,0 mm. Foram preparados géis com 1% (p/p) de pectina nas concentrações de 50, 60 e 70 % de açúcar em solução. Os géis foram mantidos sob agitação por 30min a 100°C e seu pH ajustado em 3,00. Uma amostra com pectina cítrica comercial também foi preparada. As análises foram realizadas em amostras colocadas em recipientes (25 mL), contendo aproximadamente 20 mL de géis. Foram analisados os seguintes parâmetros: dureza, adesividade, coesividade e resiliência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Rendimento de pectina

A pectina extraída da banana verde (casca, polpa e fruto integral) está representado na figura 1. Observa-se que foram formados géis de pectina durante a coagulação com álcool etílico 99,5%.



Figura 1. Pectina extraído do fruto banana verde. Pectina da casca, polpa e fruto integral após filtração.

Na tabela 1 estão representados o rendimento em pectina de cada parte da banana estudada, bem como os resultados de seu grau de esterificação. Obteve-se o rendimento de 11,10% de pectina extraída da casca, de 10,69% de pectina extraída da polpa e de 11,21% de pectina extraída de todo fruto. Estes resultados não foram significativos, indicando que a pectina está distribuída em todo o fruto. O grau de esterificação obtido para todas as partes do fruto indica que a pectina extraída nas condições especificadas é de alta metoxilação ficando acima de 50.

Tabela 1: Resultados de rendimento, grau de esterificação da pectina extraída da banana verde.

Tipo	% (rendimento)	DE (grau de esterificação)
Casca	11,10	76,79
Polpa	10,69	72,73
Fruto	11,21	70,62
Cítrica	-	70,30

Na tabela 2 estão representados os resultados de textura obtidos (dureza, adesividade, coesividade e resiliência) para brix 60. O perfil de textura do gel de pectina é influenciado principalmente pelo grau de esterificação, conforme relatado por (Zhang et al., 2018) e (Jiang et al. 2017). Neste estudo a pectina extraída das partes da banana verde resultou em um perfil de textura próximo das características da pectina cítrica, onde observou-se um gel de alta qualidade no brix 60 que se correlaciona com o alto grau de esterificação. Quanto maior o grau de esterificação, mais extensa a reticulação, resultando em géis mais fortes e elásticos (Chinnathambi et al. 2024).

A dureza demonstra o quanto um gel pode ser firme pela força aplicada para deformá-lo (Steffe, 1996). O gel de pectina formado pela casca e pelo fruto mostrou ser mais duro, onde há indicação de presença de mais camadas reticuladas e no brix 60 houve mais interações intermoleculares, sendo na sequência o gel da pectina cítrica e da polpa da banana verde cuja pectina foi extraída de uma fonte com baixa presença de fibras insolúveis. A adesividade relaciona o quanto o gel gruda na superfície da sonda (simulando a boca e as mãos) (Steffe, 1996). Os resultados altos também foram obtidos para a casca e fruto integral onde o teor de 60% de açúcar possibilitou a formação de um gel mais denso, sendo a adesividade da pectina cítrica moderadamente pegajosa e da polpa pouco adesiva. A coesividade representa a capacidade do gel manter sua integridade com compressões, (Steffe, 1996). Conforme os dados obtidos a coesividade da pectina

da casca e fruto foram baixas quando comparadas com a pectina cítrica e da polpa, redirecionando também para a presença de lignina onde o gel pode ser mais quebradiço e o gel da polpa da banana pode indicar uma estrutura ideal para aplicações onde são necessárias maior estabilidade do gel. Conforme análise da figura 3 a coesividade varia em função do grau Brix, ficando mais forte no Brix 50 e 70, diminuindo em 60.

A resiliência indica a capacidade do gel de retornar ao seu estado original após a deformação (Steffe, 1996). Novamente para casca e fruto integral o valor é baixo quando comparado com a polpa porém com pequena recuperação e comportamento plástico, sobrepondo-se a pectina cítrica, sendo a polpa representando um gel com mais capacidade elástica.

Observa-se que é possível manipular as condições ideais do gel de pectina obtido das diferentes partes da banana dependendo de sua aplicação.

Tabela 2: Dados de textura TPA do gel de pectina obtido com grau brix 60.

Tipo	Dureza (N)	Adesividade (N)	Coesividade	Resiliência
Casca	3,25	0,89	0,1	0,1
Polpa	0,16	0,14	0,41	0,13
Fruto	2,71	0,84	0,1	0,07
Cítrica	1,06	0,39	0,2	0,07

Nas figuras 2 e 3 estão representados o comportamento de resiliência e coesividade respectivamente do gel de pectina variando-se a concentração de açúcar para cada pectina extraída no fruto banana verde (casca, polpa, fruto integral). A resiliência tende a diminuir com o aumento do teor de açúcar onde sua rede fica mais rígida e densa tornando-se mais quebradiça.

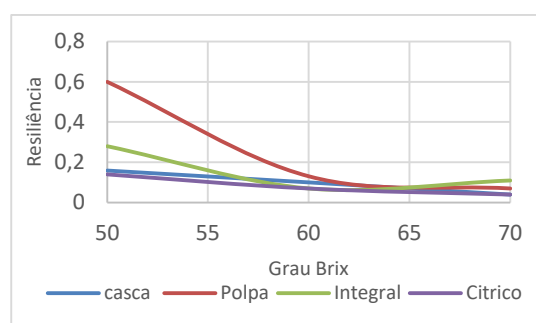


Figura 2. Curva de resiliência da pectina da banana verde em diferentes graus de Brix.

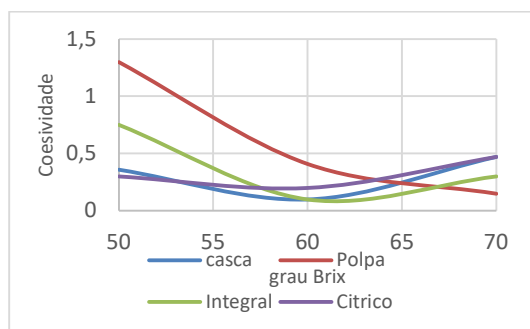


Figura 3. Curva de coesividade da pectina da banana verde em diferentes graus de Brix.

CONCLUSÃO

Este estudo preliminar indica que a banana verde pode ser uma matéria prima abundante disponível para a extração de pectina. A vantagem deste fruto é que a pectina pode ser extraída da casca, da polpa e de todo o fruto, além de ter sua aplicação direcionada a um tipo de aplicação específica. As pectinas obtidas foram de alto grau de metoxilação e o estudo de textura revelou capacidade de aplicação diferenciada conforme a forma de elaboração de gel e concentração de pectina. De modo geral este estudo exploratório de diversas fontes de pectina no fruto banana verde é uma área promissora de pesquisa que pode levar a uma produção de pectina mais sustentável e econômica corroborando para a redução de desperdício alimentar prevenindo deposição de resíduos de banana em aterros, bem como valorização da agricultura local.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal do Paraná, UFPR, à CAPES, ao programa de pós-graduação PPGEAL em Engenharia de Alimentos, ao CEPPA, Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos.

REFERÊNCIAS

EMBRAPA. Agência de Informação Embrapa. [www.embrapa.br]. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/banana/>>.

Iglesias, M. T., Lozano, J. E. (2004) Extraction and characterization of sunflower pectin. Journal of Food Engineering, 62:215–223.

P. Kamble, S. Gawande, T. Patil, Extraction of pectin from unripe banana peel, IRJET 04 (07) (2017) 2259–2264.

REBELLO, L. P. (01 de 11 de 2013). Avaliação de Compostos Fenólicos, Extração e Caracterização da Pectina em Farinha de Casca de Banana (Musa AAA). p. 31.

Lai, J.C.H., Mahesan D., Samat N. A. S.A., Baini R. (2022) Characterization and optimization of extracted pectin from unripe banana and mango fruit peels. Materialstoday: proceedings. Volume 65, Part 7, 2022, pages 3020-3029.

Steeffe, J. F. (1996) Rheological Methods in Food Process Engineering. 2nd edition. East. Lansing - Freeman Press. 412p.

Steeffe, J. F. (1996) Rheological methods in food process engineering. Michig Press, 482p.

Petkowicz, C. L. O., Vriesmann, L. C., WILLIAMS, P. A. (2017) Pectins from food waste: Extraction, characterization and properties of watermelon rind pectin. Food Hydrocolloids, 65:57-67.

Y. Yuan, X. Xu, C. Jing, P. Zou, C. Zhang, Y. Li, Microwave assisted hydrothermal extraction of polysaccharides from Ulva prolifera: functional properties and bioactivities, Carbohydr. Polym. 181 (2018) 902–910.

Y. Jiang, J. Du, Properties of high-methoxyl pectin extracted from “Fuji” apple pomace in China, J. Food Process Engg. 40 (3) (2017), e12497, <https://doi.org/10.1111/jfpe.12497>.