

OTIMIZAÇÃO DA EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS DA FARINHA DA CASCA DE BANANA VERDE

GABRIEL S. IGNÁCIO¹
ANA HELENA M. B. SILVA^{1*}
LEOMARA F. RIBEIRO²

A banana é uma fruta amplamente cultivada e consumida, sendo o Brasil um dos maiores produtores. Aproximadamente 36 milhões de toneladas de casca de banana são geradas a cada ano e este é um subproduto com potencial de aplicação nas áreas de processamento de alimentos como ingrediente alternativo. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi otimizar o processo de extração de compostos bioativos da farinha de casca de banana nanica verde. As cascas das bananas foram higienizadas e na sequência foram secas a 45 °C por 48 horas. As farinhas, denominadas FCBV, foram caracterizadas em termos de compostos bioativos a partir da extração com base no delineamento fatorial 3², com 2 fatores (concentração e tempo) e em 3 níveis para concentração (0,04; 0,06 e 0,08 g/mL) e tempo (1; 12,5 e 24h). Para o teor de compostos fenólicos totais, obteve-se 1168,53 ± 39,21 mg EAG/100 g, na concentração de 0,04 g/mL em 1 hora, assim como nas mesmas condições obteve-se o maior teor de flavonoides totais, 326,53a ± 9,65 mg ECAT/100 g. Além disso, obteve-se 1,22 ± 0,12 µg/100g, para carotenoides totais. Com base no exposto, a farinha da casca de banana verde apresentou teores relevantes de compostos bioativos. Portanto, considera-se um subproduto com potencial de uso pela indústria de alimentos.

PALAVRAS-CHAVE: Musa spp; delineamento experimental; ingrediente alternativo.

¹Estudante, Engenharia de Alimentos/Universidade Federal do Paraná *Campus* Avançado Jandaia do Sul.

²Professora, Engenharia de Alimentos/Universidade Federal do Paraná *Campus* Avançado Jandaia do Sul

*E-mail para correspondência: anahelenam2@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A banana é uma fruta que apresenta um extenso cultivo e consumo nas áreas tropicais e subtropicais. O Brasil destaca-se como um dos principais produtores de bananas e atinge uma produção anual de aproximadamente 6,6 milhões de toneladas dessa fruta (EMBRAPA, 2023).

Devido a elevada produção de banana, a cada ano, estima-se que sejam geradas aproximadamente 36 milhões de toneladas de cascas de banana (GOMES et al., 2020). Trata-se de um subproduto que, embora pouco explorado, possui um notável potencial de aplicação na indústria de processamento de alimentos (ZAINI et al., 2022). A casca da banana possui propriedades funcionais notáveis devido à presença de compostos fenólicos em sua composição (KURHADE et al., 2015), flavonoides (PEREIRA; MARASCHIN, 2015), carotenoides (ZAINI et al., 2022), antioxidantes e vitaminas, entre outros (GOMES et al., 2020; HIKAL et al., 2022).

Embora existam estudos que demonstrem as aplicações da casca de banana em diversos produtos alimentícios, ainda há a necessidade de avanços na pesquisa a fim de explorar plenamente as possibilidades de aplicação desse subproduto. Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi otimizar a extração de compostos bioativos da farinha da casca de banana verde.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

As amostras de banana nanica verde foram provenientes do município de Novo Itacolomi, Paraná. As amostras foram pesadas, lavadas, sanitizadas em solução de hipoclorito de sódio a 150 ppm, com posterior enxague em água corrente. A separação da casca foi realizada manualmente, com branqueamento a 80°C por 3 minutos com agitação em solução de ácido cítrico 2,4% e posterior resfriamento a 3°C. As cascas foram secas a 45 °C por 48 horas em estufa de ventilação forçada (Lucadema). As amostras secas foram moídas em moinho de facas (Luca-226/2) e padronizadas com peneiramento, sendo que a farinha da casca (FCBV) teve 75 µm. Após, as amostras foram seladas a vácuo, armazenadas ao abrigo da luz e refrigeradas até o momento das análises.

2.2 Extração de compostos bioativos

Para avaliação dos compostos bioativos das farinhas de casca de banana verde, FCBV, realizou-se extração em shaker (Tecnal) a 150 rpm, conforme delineamento fatorial 3², com 2 fatores (concentração e tempo), em 3 níveis e considerando 3 blocos, de acordo com a Tabela 1.

TABELA 1 – DELINEAMENTO EXPERIMENTAL 3², COM 2 FATORES, 3 NÍVEIS E EM 3 BLOCOS PARA EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS DE FARINHA DE CASCA DE BANANA VERDE

Bloco	¹ Concentração (g/mL)	Tempo (h)
1	0,08	12,5
1	0,06	24
1	0,04	1
2	0,06	1
2	0,08	24
2	0,04	12,5
3	0,04	24
3	0,08	1
3	0,06	12,5

¹Concentração: 0,04 (2g/50mL); 0,06 (3g/50mL); 0,08 (4g/50mL)

A solução extratora utilizada foi composta por solução água e álcool etílico (50:50, v/v). Na sequência, os extratos foram filtrados e realizaram-se as análises de compostos fenólicos totais como fator resposta para o delineamento.

O teor dos compostos fenólicos totais dos extratos foi determinado segundo Singleton e Rossi (1965), com modificações. Foi utilizado como padrão o ácido gálico e os resultados foram expressos em miligramas equivalentes de ácido gálico mg EAG/100 g. A determinação do teor de flavonoides totais foi feita com base na metodologia de Meyers et al. (2003). Os resultados foram expressos em miligramas equivalentes de catequina mg ECAT/100 g. O teor de carotenoides totais foi determinado com base na metodologia de Lichtenthaler (1987) e resultados expressos em µg/100 g.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de compostos bioativos das farinhas de casca e polpa de banana verde foram avaliados através do delineamento experimental e o teor de compostos fenólicos totais foi usado como fator resposta, conforme Tabela 2.

TABELA 2 – TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E FLAVONOIDES TOTAIS EM FUNÇÃO DOS PARÂMETROS CONCENTRAÇÃO E TEMPO DE EXTRAÇÃO

Parâmetros da extração		Compostos bioativos	
Concentração (g/mL)	Tempo (h)	Compostos fenólicos totais (mg EAG/100G)	Flavonoides totais (mg ECAT/100g)
0,08	12,5	198,89 ^{de} ± 4,80	22,34 ^c ± 3,66
0,06	24	218,82 ^{cde} ± 12,46	19,62 ^c ± 1,23
0,04	1	1168,53 ^a ± 39,21	326,53 ^a ± 9,65
0,06	1	994,40 ^b ± 100,61	287,17 ^b ± 5,49
0,08	24	180,87 ^e ± 7,20	19,58 ^c ± 2,79
0,04	12,5	296,63 ^{cd} ± 13,60	21,59 ^c ± 1,06
0,04	24	322,90 ^c ± 8,38	35,61 ^c ± 1,89
0,08	1	943,50 ^b ± 31,47	313,75 ^{ab} ± 34,12
0,06	12,5	231,29 ^{cde} ± 9,08	15,38 ^c ± 1,02

¹Concentração: 0,04 (2g/50mL); 0,06 (3g/50mL); 0,08 (4g/50mL)

É possível observar pela que as médias de compostos fenólicos totais (CFT) entre os diferentes ensaios diferiram entre si, ao nível de 5% de significância. O maior teor CFT ($1168,53 \pm 39,21$ mg EAG/100 g) obtido foi na extração com concentração de 0,04 g/mL em 1 hora, como também pode ser analisado pela metodologia de superfície de resposta (Figura 1).

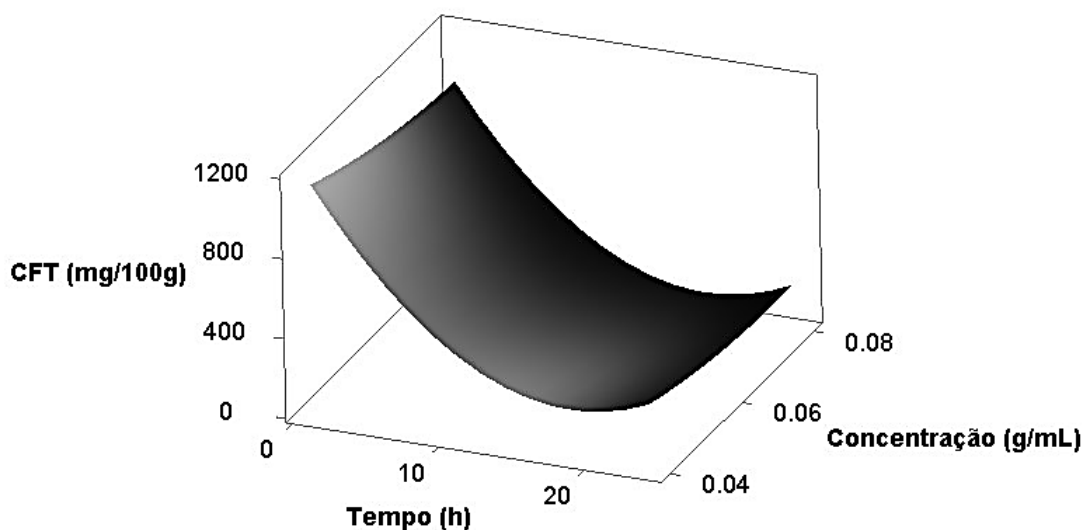


FIGURA 1 – GRÁFICO DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA PARA AVALIAÇÃO DO TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS PARA FCBV

Com os resultados obtidos experimentalmente foi possível expressar o delineamento experimental na forma de um modelo de regressão não linear de previsão do teor de CFT, expresso pela EQ. (1).

$$\text{CFT (mg/100g)} = 1751 - 16115C - 114,80T + 92617C^2 + 2,994T^2 + 90,2CT \quad (1)$$

Onde: C = concentração (g/mL); T = tempo (h).

O modelo apresentou um coeficiente de determinação, $R^2 = 0,9976$ e coeficiente ajustado, $R^2_{\text{(ajust.)}} = 0,9936$. A significância dos efeitos das variáveis e das possíveis interações entre elas foi avaliada com base no gráfico de Pareto, conforme Figura 2.

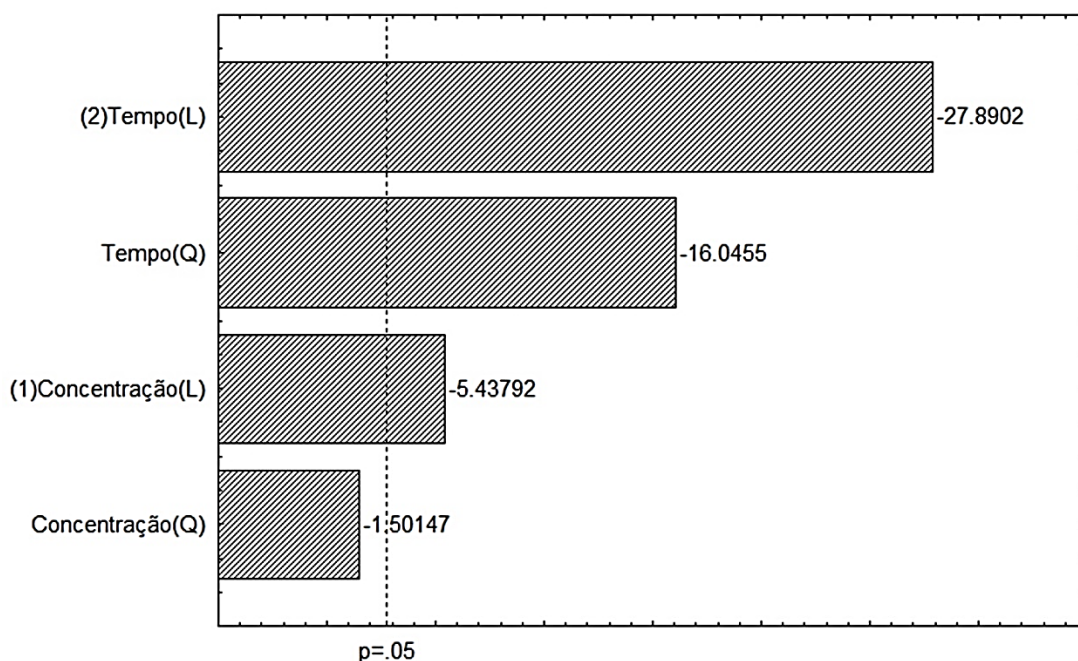


FIGURA 2 – GRÁFICO DE PARETO PARA AVALIAR A SIGNIFICÂNCIA DOS EFEITOS DAS VARIÁVEIS PARA FCBV

Pelo gráfico de Pareto foi possível observar que os parâmetros do modelo tempo linear e quadrático e a concentração linear tiveram efeito estatístico significativo sob a variável resposta.

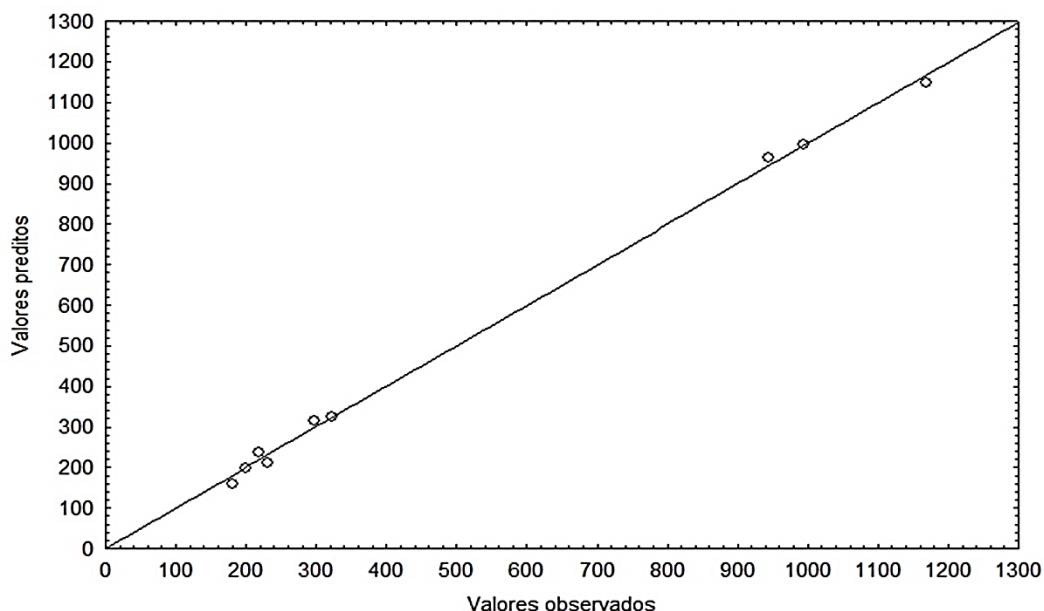


FIGURA 3 – CORRELAÇÃO ENTRE VALORES OBSERVADOS X VALORES PREVISTOS PARA FCBV

Após a análise, usou-se o modelo para determinar que o máximo de CFT previsto pelo modelo matemático para a farinha da casca de banana verde foi de 1146,04 mg 100 g⁻¹ no tempo de 1 hora de extração e na concentração de 0,04 g/mL. Além disso, foi possível observar pela Figura 3 que os dados tiveram uma boa correlação entre os valores observados pelos previstos.

Assim como na determinação de CFT, o teor de flavonoides totais foi majoritário para os extratos obtidos com 1 hora de extração e na concentração de 0,04 g/mL para FCBV (326,53 mg ECAT/100 g). O teor de carotenoides totais para as farinhas de casca de banana verde foi de 1,22 ± 0,12 µg/100 g. Os teores significativos de fenólicos totais, flavonoides totais e carotenoides totais para as farinhas de casca de banana verde mostram que elas podem ser fonte destes fitoquímicos e podem ser utilizadas para o enriquecimento funcional de alimentos.

4. CONCLUSÃO

Com base nas análises realizadas, constatou-se que a farinha obtida a partir da casca de banana verde possui uma composição funcional devido a presença dos compostos bioativos, o que possibilita sua aplicação no enriquecimento de alimentos, ou seja, são fontes promissoras para a indústria de alimentos, oferecendo diversas possibilidades de aplicação.

OPTIMIZATION OF EXTRACTION OF BIOACTIVE COMPOUNDS FROM GREEN BANANA PEEL FLOUR

ABSTRACT: Banana is a widely cultivated and consumed fruit, with Brazil being one of the largest producers. Approximately 36 million tons of banana peel are generated each year, and this is a by-product with potential application in food processing areas as an alternative ingredient. In this sense, the objective of this work was to optimize the process of extracting bioactive compounds from green dwarf banana peel flour. The banana peels were sanitized and then dried at 45 °C for 48 hours. The flours, called FCBV, were characterized in terms of bioactive compounds from extraction based on the 3² factorial design, with 2 factors (concentration and time) and 3 levels for concentration (0.04; 0.06 and 0.08 g/mL) and time (1; 12.5 and 24h). For the content of total phenolic compounds, 1168.53 ± 39.21 mg EAG/100 g was obtained, at a concentration of 0.04 g/mL in 1 hour, as well as under the same conditions the highest flavonoid content was obtained. totals, 326.53a ± 9.65 mg ECAT/100 g. Furthermore, 1.22 ± 0.12 µg/100g was obtained for total carotenoids. Based on the above, green banana peel flour presented relevant levels of bioactive compounds. Therefore, it is considered a byproduct with potential for use by the food industry.

REFERÊNCIAS

- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Banana. Embrapa, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/banana>. Acesso em: 10 maio 2023.
- GOMES, S.; VIEIRA, B.; BARBOSA, C.; PINHEIRO, R. Evaluation of mature banana peel flour on physical, chemical, and texture properties of a gluten-free Rissol. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 46, n. 8, p. e14441, 2020.
- HIKAL, W. M.; SAID-AL AHL, H. A. H.; BRATOVIC, A.; TKACHENKO, K. G.; SHARIFI-RAD, J.; KACANIOVÁ, M.; ELHOURRI, M.; ATANASSOVA, M. Banana peels: A waste treasure for human being. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2022, 2022.
- LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**, v.148, p. 350-382, 1987.
- MEYERS, K. J.; WATKINS, C. B.; PRITTS, M. P.; LIU, R. H. Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p.6887-6892, 2003.
- PEREIRA, G. P. **Compostos bioativos e atividade antioxidante em bananas (*Musa sp.*)**. 2012. 61 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, Araraquara, 2012.
- SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology Viticulture**, v. 16, p. 144-158, 1965.
- ZAINI, H. M.; ROSLAN, J.; SAALLAH, S.; MUNSU, E. Banana peels as a bioactive ingredient and its potential application in the food industry. **Journal of Functional Foods**, v. 92, p. 105054, 2022.