

Extração assistida por ultrassom e caracterização de compostos bioativos do bagaço da manga (*Mangifera indica* L.) cultivar Rosa

Ultrasound-assisted extraction and characterization of bioactive compounds from ‘Rosa’ mango (*Mangifera indica* L.) pomac

Extracción asistida por ultrasonido y caracterización de compuestos bioactivos del bagazo de mango (*Mangifera indica* L.) ‘Rosa’

Recebido: 14/01/2026 | Revisado: 19/01/2026 | Aceitado: 19/01/2026 | Publicado: 20/01/2026

Kauê Pinto de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2454-0415>
Universidade Federal do Ceará, Brasil
E-mail: pkau0582@gmail.com

Thais Carvalho Freitas Damasceno

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2434-7496>
Universidade Federal do Ceará, Brasil
E-mail: thais.damasceno@alu.ufc.br

Stefany Pires de Lima

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-5165-7798>
Universidade Federal do Ceará, Brasil
Email: stefanypiresdelima32@alu.ufc.br

Maria Milena Barros Silva

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5755-6919>
Universidade Federal do Ceará, Brasil
E-mail: milenabarros@alu.ufc.br

Lucicléia Barros de Vasconcelos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8495-2548>
Universidade Federal do Ceará, Brasil
E-mail: lucicleia_barros@ufc.br

Vanderson da Silva Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8988-7063>
Universidade Federal do Ceará, Brasil
E-mail: vandersonscosta@gmail.com

Resumo

A geração de resíduos agroindustriais provenientes do processamento de frutas tropicais tem aumentado, configurando um desafio ambiental e econômico. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de valorização do bagaço da manga cultivar ‘Rosa’ como fonte de compostos bioativos, por meio da aplicação de diferentes métodos de extração e da caracterização físico-química e bioativa do extrato obtido. Processaram-se amostras no Laboratório de Processos Agroindustriais da Embrapa Agroindústria Tropical, onde as mangas foram descascadas, trituradas e filtradas, sendo o bagaço resultante utilizado como matéria-prima. O extrato obtido por ultrassom foi selecionado para as análises por apresentar maior intensidade de coloração. Determinaram-se pH, acidez total titulável e sólidos solúveis totais, além da quantificação de flavonoides amarelos, antocianinas e vitamina C por métodos espectrofotométricos. O extrato apresentou pH ácido (4,36), baixa acidez titulável (0,08 g de ácido cítrico/100 g) e baixos teores de sólidos solúveis (4,2 °Brix), características compatíveis com produtos diluídos derivados da manga. Observou-se a presença de flavonoides amarelos (7,05 mg/100 g) e antocianinas (0,54), indicando a extração de compostos fenólicos com potencial antioxidante. O teor de vitamina C foi reduzido (0,365 mg/100 g), possivelmente em função da diluição e da sensibilidade do ácido ascórbico ao processo de extração. Conclui-se que o bagaço da manga ‘Rosa’ apresenta potencial para ser valorizado como fonte de compostos bioativos, demonstrando viabilidade para o reaproveitamento sustentável de resíduos agroindustriais e agregação de valor a subprodutos da cadeia da manga.

Palavras-chave: Bagaço de manga; Compostos bioativos; Resíduos agroindustriais; Extração assistida por ultrassom; Atividade antioxidante.

Abstract

The generation of agro-industrial residues from the processing of tropical fruits has increased, representing an environmental and economic challenge. This study aimed to evaluate the potential valorization of 'Rosa' mango pomace as a source of bioactive compounds through the application of different extraction methods and the physicochemical and bioactive characterization of the obtained extract. Samples were processed at the Agroindustrial Processes Laboratory of Embrapa Agroindústria Tropical, where mangoes were peeled, ground, and filtered, and the resulting pomace was used as raw material. The ultrasound-assisted extract was selected for analysis due to its higher color intensity. Physicochemical parameters, including pH, total titratable acidity, and total soluble solids, were determined, as well as the quantification of yellow flavonoids, anthocyanins, and vitamin C using spectrophotometric methods. The extract showed an acidic pH (4.36), low titratable acidity (0.08 g citric acid/100 g), and low total soluble solids content (4.2 °Brix), characteristics compatible with diluted mango-derived products. The presence of yellow flavonoids (7.05 mg/100 g) and anthocyanins (0.54) indicated the extraction of phenolic compounds with antioxidant potential. Vitamin C content was low (0.365 mg/100 g), possibly due to dilution and the sensitivity of ascorbic acid to the extraction process. It is concluded that 'Rosa' mango pomace presents potential for valorization as a source of bioactive compounds, demonstrating feasibility for the sustainable reuse of agro-industrial residues and value addition to mango processing by-products within agroindustrial chains.

Keywords: Mango pomace; Bioactive compounds; Agro-industrial residues; Ultrasound-assisted extraction; Antioxidant activity.

Resumen

La generación de residuos agroindustriales provenientes del procesamiento de frutas tropicales ha aumentado, constituyendo un desafío ambiental y económico. El objetivo de este trabajo fue evaluar el potencial de valorización del bagazo de mango cultivar 'Rosa' como fuente de compuestos bioactivos, mediante diferentes métodos de extracción y la caracterización físicoquímica y bioactiva del extracto obtenido. Se procesaron muestras en el Laboratorio de Procesos Agroindustriales de Embrapa Agroindústria Tropical, donde los mangos fueron pelados, triturados y filtrados, utilizándose el bagazo como materia prima. El extracto obtenido por ultrasonido fue seleccionado para los análisis debido a su mayor intensidad de color. Se determinaron pH, acidez total titulable y sólidos solubles totales, así como la cuantificación de flavonoides amarillos, antocianinas y vitamina C mediante métodos espectrofotométricos. El extracto presentó pH ácido (4,36), baja acidez titulable (0,08 g de ácido cítrico/100 g) y bajos contenidos de sólidos solubles totales (4,2 °Brix), compatibles con productos diluidos derivados del mango. Se observó la presencia de flavonoides amarillos (7,05 mg/100 g) y antocianinas (0,54), indicando la extracción de compuestos fenólicos con potencial antioxidante. El contenido de vitamina C fue bajo (0,365 mg/100 g), posiblemente debido a la dilución y a la sensibilidad del ácido ascórbico al proceso de extracción. Se concluye que el bagazo de mango 'Rosa' presenta potencial para ser valorizado como fuente de compuestos bioactivos, con viabilidad para el reaprovechamiento sostenible de residuos agroindustriales y aplicación en sistemas productivos.

Palabras clave: Bagazo de mango; Compuestos bioactivos; Residuos agroindustriales; Extracción asistida por ultrasonido; Actividad antioxidante.

1. Introdução

A crescente produção agroindustrial gera uma quantidade substancial de resíduos, cujo descarte inadequado representa um sério desafio ambiental e econômico. O setor de frutas, em particular, contribui significativamente para esse passivo, sendo os subprodutos (cascas, sementes e bagaços) frequentemente descartados. No Brasil, a produção de manga gera grandes volumes de resíduos anualmente, estimando-se que cerca de 40% a 45% do peso total da fruta seja composto por casca e semente (Kist et al., 2020), no entanto, esses resíduos são cada vez mais reconhecidos não apenas como problemas de descarte, mas como matérias-primas secundárias ricas em componentes de alto valor agregado, essa mudança de paradigma se alinha perfeitamente com os princípios da economia circular, transformando o passivo ambiental em uma oportunidade econômica (Arora et al., 2018).

A mangicultura no Ceará tem grande relevância no cenário nacional, sendo o estado um dos principais produtores do Nordeste (IBGE, 2016), sua produção apresenta uma dualidade de cultivares, de um lado, estão as variedades tradicionais e adaptadas, como a 'Rosa' e a 'Espada' ainda muito presentes no cultivo em quintais e por pequenos produtores, principalmente para o mercado interno e consumo in natura (Agro Estadão, 2023) de outro, nas áreas de fruticultura irrigada, notadamente no Vale do Jaguaribe, dominam as variedades de tipo exportação como 'Tommy Atkins', 'Keitt' e 'Palmer' (Embrapa, 2014), que

garantem o abastecimento do mercado externo e a alta tecnificação da cadeia produtiva cearense, essa diversidade de cultivares, cultivadas em diferentes estratos de produção, assegura a oferta de manga ao longo do ano e a importância econômica e social da cultura no estado (Seduc CE, 2000). A manga (*Mangifera indica* L.), e em especial a cultivar 'Rosa' utilizada neste estudo, é uma das frutas tropicais de maior relevância global, o processamento industrial desta fruta resulta em grandes volumes de subprodutos, cuja importância reside na sua composição fitoquímica, pesquisas demonstraram que, em muitos frutos, o potencial antioxidante e o teor total de fenólicos são significativamente maiores nas sementes e nas cascas do que na polpa comestível (Soong & Barlow, 2004; Shui & Leong, 2006), os resíduos da manga são ricos em uma variedade de compostos bioativos, incluindo polifenóis (como mangiferina e taninos), carotenóides e fibras dietéticas, tais moléculas são valorizadas pelas suas comprovadas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e de prevenção de doenças crônicas, conferindo-lhes vastas aplicações nas indústrias alimentícia (como nutracêuticos e aditivos naturais), farmacêutica e cosmética. Este artigo se insere nesse contexto, propondo a valorização integral dos resíduos da manga 'Rosa' através da otimização de metodologias de extração e caracterização de seus compostos bioativos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de valorização do bagaço da manga cultivar 'Rosa' como fonte de compostos bioativos, por meio da aplicação de diferentes métodos de extração e da caracterização físico-química e bioativa do extrato obtido.

2. Metodologia

Realizou-se uma pesquisa laboratorial, de natureza quantitativa (Pereira et al., 2018) e com uso de estatística descritiva com classes de dados, valores de média e desvio padrão (Shitsuka et al., 2018). As amostras foram recepcionadas e processadas no Laboratório de Processos Agroindustriais da Embrapa Agroindústria Tropical. Inicialmente, as mangas foram submetidas ao descascamento manual; em seguida, a remoção dos caroços foi realizada com o auxílio de luvas descartáveis e facas de aço inoxidável devidamente sanitizadas. Essa etapa permitiu a separação das frações, obtendo-se a parte polposa (casca + polpa) e o caroço, que foi descartado. A porção polposa foi triturada em liquidificador profissional de alta performance (heavy duty), utilizando ciclos contínuos até a obtenção de uma amostra homogênea, de granulometria fina e adequada para análises, durante esse procedimento, buscou-se evitar o aquecimento excessivo e a incidência direta de luz, prevenindo possíveis degradações de compostos termossensíveis, como o ácido ascórbico. Posteriormente, o material triturado foi submetido à filtração, obtendo-se um filtrado e um resíduo sólido (bagaço), este último considerado o subproduto de interesse por ser descartado na indústria de polpas.

2.1 Preparação da Amostra e Obtenção dos Extratos

A partir do bagaço, prepararam-se três tipos de extratos, todos padronizados com 25 mL de bagaço e volumes equivalentes de solvente, a amostra 1 foi feita extração aquosa (1:1) a amostra 2 extração hidroetanólica (50:50) e a amostra 3 extração assistida por ultrassom, submetidos a banho ultrassônico por 20 minutos (equipamento a ser identificado). As amostras A1 e A2 foram submetidas à agitação mecânica por 20 minutos, enquanto a amostra A3 extração assistida por ultrassom foi realizada em um Banho de Ultrassom (USC-1400, Unique), operando a uma frequência de 40 kHz e potência de 135 W, pelo mesmo período. A seguir, a Figura 1 apresenta o extrato do bagaço de manga:

Figura 1 - Extrato do bagaço de manga (A3).



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Ao término dos tratamentos, todas as amostras foram filtradas utilizando papel filtro qualitativo. Visualmente, o extrato obtido por ultrassom (A3) apresentou coloração mais intensa e amarelada (figura 1), sendo considerado o mais promissor entre os métodos avaliados. Esse extrato foi, então, acondicionado em frasco de alta resistência a luz e oxigênio, identificado e armazenado em freezer horizontal a -18°C até a realização das análises posteriores.

2.2 Flavonoides Amarelos (Fenólicos Amarelos)

A absorbância do extrato foi lida em espectrofotômetro a 420 nm. O resultado foi expresso em mg de Quercetina por 100 g de amostra mg/100 g, utilizando o coeficiente de extinção molar de 16.000 e massa molecular de 302,2 g/mol (Francis, 1982).

2.3 Determinação de Ácido Ascórbico (Vitamina C)

O teor de ácido ascórbico foi realizado no equipamento Espectrofotômetro Shimadzu UV-1800, as leituras foram realizadas a 520 nanômetros e interpretadas em miligramas de ácido ascórbico por 100 gramas de amostra (mg/100g)

2.4 Caracterização Físico-Química

Para a caracterização físico-química das amostras, foram realizadas as seguintes análises de potencial Hidrogeniônico (pH), mensurado por potenciômetro digital de bancada com compensação de temperatura (ATC) Kasvi (modelo K39), calibrado previamente com soluções tampão de pH 4,01 e 7,00 (IAL, 2008). Acidez Titulável Total (ATT), determinada conforme metodologia de Brasil (2005) por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 mol/L, utilizando solução de fenolftaleína como indicador, os resultados foram expressos em gramas de ácido cítrico equivalente por 100 gramas de amostra. Sólidos Solúveis Totais ($^{\circ}\text{Brix}$), medido com auxílio de refratômetro digital portátil Hanna modelo HI96801, previamente calibrado com água destilada, expresso em graus Brix (IAL, 2008).

3. Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta os resultados da caracterização físico-química e da quantificação de compostos bioativos do

extrato obtido a partir do bagaço da manga (*Mangifera indica* L.) cultivar ‘Rosa’, submetido à extração assistida por ultrassom.

A análise integrada desses parâmetros permite avaliar tanto a estabilidade físico-química do extrato quanto o seu potencial funcional, especialmente no que se refere à presença de compostos fenólicos.

Tabela 1 – Resultados das características físico-químicas e compostos bioativos do extrato.

Parâmetros	Resultados
pH	4,36 ± 0,01
Acidez total titulável - ATT (g ácido cítrico/100g)	0,08 ± 0,05
Sólidos solúveis totais - SST (°Brix)	4,2 ± 0,01
Antocianinas	0,54 ± 0,24
Flavonoides amarelos	7,05 ± 0,42
Vitamina C (mg ácido ascórbico/100g)	0,365

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

O valor de pH observado ($4,36 \pm 0,01$) caracteriza o extrato como levemente ácido, condição típica de produtos derivados da manga. Resultados semelhantes foram reportados por Silva et al. (2010), que encontraram valores de pH entre 4,16 e 4,34 em polpas comerciais de manga, bem como por Lima et al. (2014), que relataram pH médio próximo a 4,3 para polpas de manga madura. A proximidade desses valores indica que, mesmo utilizando o bagaço como matéria-prima e aplicando um processo de extração assistida por ultrassom, o perfil ácido característico da fruta foi parcialmente preservado, pequenas variações podem estar associadas ao grau de maturação dos frutos utilizados, à composição específica da cultivar ‘Rosa’ e, sobretudo, ao efeito de diluição promovido pela adição de solvente durante a extração. A acidez total titulável do extrato foi de $0,08 \pm 0,05$ g de ácido cítrico/100 g, valor consideravelmente inferior aos descritos na literatura para polpas de manga. Silva et al. (2010) observaram valores entre 0,31 e 0,45 g de ácido cítrico/100 g em polpas congeladas, enquanto Rodolfo Júnior et al. (2007) relataram teores superiores a 0,20 g/100 g em frutos in natura, essa redução expressiva da acidez pode ser explicada por diferentes fatores, a diluição dos ácidos orgânicos durante o processo de extração, a utilização do bagaço, que apresenta menor concentração de ácidos em comparação à polpa integral, e o possível uso de frutos em estágio avançado de maturação no qual foi o caso pois os frutos já estavam em estado de maturação ideal, condição na qual ocorre degradação metabólica dos ácidos orgânicos, esses resultados reforçam que o método de extração influencia diretamente os parâmetros ácido-base do extrato final.

Os sólidos solúveis totais apresentaram valor de $4,2 \pm 0,01$ °Brix, significativamente inferior aos teores normalmente reportados para polpas e sucos de manga. Silva et al. (2010) encontraram valores entre 11,0 e 13,0 °Brix, enquanto Lima et al. (2014) relataram médias superiores a 12 °Brix para polpas maduras, tal diferença era esperada, uma vez que os sólidos solúveis estão majoritariamente associados a açúcares simples presentes na polpa, os quais são parcialmente removidos durante a filtração para obtenção do bagaço, além disso, a adição de solvente durante a extração contribui para a diluição desses constituintes, resultando em um extrato com menor concentração de carboidratos solúveis, esse comportamento é típico de extratos obtidos a partir de resíduos agroindustriais e não compromete necessariamente o potencial funcional do produto. Em relação aos compostos bioativos, o teor de antocianinas encontrado ($0,54 \pm 0,24$) confirma que a manga não constitui uma fonte expressiva desses pigmentos, especialmente quando comparada a frutas de coloração intensamente avermelhadas ou arroxeadas. Abbasi et al. (2015) destacam que as antocianinas na manga estão concentradas principalmente na casca e em cultivares com maior intensidade de cor, sendo os teores na polpa e em seus subprodutos geralmente baixos, dessa forma, o valor observado neste estudo é compatível com o perfil fitoquímico da espécie e indica que embora presentes, as antocianinas não são os principais

responsáveis pelo potencial antioxidante do extrato. Por outro lado, o teor de flavonoides amarelos ($7,05 \pm 0,42$ mg/100 g) evidencia a eficiência da extração assistida por ultrassom na solubilização de compostos fenólicos. Abbasi et al. (2015) relataram a presença de flavonóides como quercetina e kaempferol em diferentes cultivares de manga, com variações significativas de acordo com a parte do fruto e o método de extração empregado, a presença desses compostos no extrato obtido a partir do bagaço indica que essa fração residual concentra metabólitos secundários de elevado interesse funcional, corroborando a ideia de que resíduos agroindustriais podem apresentar valor bioativo superior ou complementar ao da polpa comestível. Além disso, a aplicação do ultrassom favorece a ruptura das paredes celulares, aumentando a difusão dos solventes e a liberação de compostos fenólicos, conforme relatado por Santos et al. (2020). O teor de vitamina C determinado (0,365 mg de ácido ascórbico/100 g) foi significativamente inferior aos valores descritos para polpa fresca de manga. Silva et al. (2010) encontraram teores entre 7,5 e 8,6 mg/100 g, enquanto Rodriguez-Amaya (2001) classifica a manga como uma fruta com conteúdo moderado de ácido ascórbico. A baixa concentração observada neste estudo pode ser atribuída à elevada sensibilidade do ácido ascórbico à oxidação, à exposição ao oxigênio durante o processamento e ao efeito de diluição inerente ao método de extração, além disso, a vitamina C encontra-se majoritariamente associada à fração polposa do fruto, sendo menos concentrada no bagaço, o que reforça a justificativa para os baixos valores observados. De maneira geral, a comparação dos resultados obtidos com dados da literatura demonstra que o extrato proveniente do bagaço da manga ‘Rosa’ apresenta características físico-químicas típicas de produtos diluídos, com baixos teores de açúcares, ácidos orgânicos e vitamina C, no entanto, observa-se a manutenção de compostos fenólicos relevantes, especialmente flavonoides, os quais conferem potencial funcional ao extrato, esses achados reforçam a viabilidade do reaproveitamento do bagaço da manga como matéria-prima para a obtenção de extratos bioativos, alinhando-se às propostas de valorização de resíduos agroindustriais descritas na literatura

4. Considerações Finais

Os resultados obtidos neste estudo demonstram que o extrato aquoso proveniente do bagaço da manga ‘Rosa’ apresenta características físico-químicas compatíveis com produtos diluídos derivados de frutas, evidenciadas pelo pH levemente ácido e pelos baixos teores de acidez total titulável e sólidos solúveis totais. Embora os teores de vitamina C e antocianinas tenham sido inferiores aos geralmente reportados para a polpa fresca da manga, foi observada a presença de compostos bioativos relevantes, com destaque para os flavonoides amarelos, indicando a eficiência da extração aquosa na solubilização de compostos fenólicos.

A comparação com dados da literatura confirma que as diferenças observadas estão associadas principalmente ao método de extração, à diluição da matriz e à sensibilidade de determinados compostos às condições de processamento, ainda assim, a manutenção parcial de compostos bioativos reforça o potencial funcional do extrato obtido. Dessa forma, o aproveitamento do bagaço da manga ‘Rosa’ mostra-se uma alternativa viável e sustentável para a valorização de resíduos agroindustriais, contribuindo para a redução de impactos ambientais e para o desenvolvimento de ingredientes naturais com potencial aplicação nas indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética. Estudos futuros podem explorar a otimização das condições de extração e a avaliação da atividade antioxidante do extrato, ampliando suas possibilidades de aplicação tecnológica.

Referências

- Abbasi, A. M. et al. (2015). Comparative assessment of phenolic content and in vitro antioxidant capacity in the pulp and peel of mango cultivars. *International Journal of Molecular Sciences*, Basel. 16(6), 13507-27.
- Carvalho Jr., R. N. et al. (2005). Atividade antioxidante de extratos de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) obtidos por diferentes métodos de extração. *Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos*, Curitiba. 23(1), 139–52.
- Cavalcante, M. M. S. (2018). *Extração de polifenóis, mangiferina e pectina da casca de manga (Mangifera indica L.) cv. Tommy Atkins utilizando sistema pressurizado*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

- Francis, F. J. (1982). *Analysis of anthocyanins*. In: Markakis, P. (Ed.). Anthocyanins as food colors. New York: Academic Press.
- Instituto Adolfo Lutz (IAL). (2008). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. (4ed). IAL.
- Lima, A. S. et al. (2014). Compostos bioativos e capacidade antioxidante de frutas tropicais. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 36(2), 439–48.
- Luengthanaphol, A. et al. (2004). Comparison of supercritical carbon dioxide, ethanolic and ethyl acetate extraction of antioxidants from tamarind (*Tamarindus indica* L.) seed coat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton. 52(3), 581–7.
- Pereira, A. S. et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. (Free ebook). Santa Maria. Editora da UFSM.
- Rodriguez-Amaya, D. B. (2001). *A guide to carotenoid analysis in foods*. Washington: ILSI Press.
- Rodolfo Jr., F. et al. (2007). *Caracterização físico-química de frutos de mangueira (Mangifera indica L.)*. Brasília: Embrapa.
- Santos, A. B. et al. (2020). Avaliação de métodos de extração de compostos fenólicos e atividade antioxidante. *Ciência Rural, Santa Maria*.
- Shitsuka, R. et al. (2014). *Matemática fundamental para tecnologia*. (2ed). Editora Érica.
- Silva, P. T. et al. (2010). Avaliação físico-química de polpas de manga (*Mangifera indica* L.) comercializadas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 30(1), 165–70.
- Veber, J. et al. (2015). Determinação dos compostos fenólicos e da capacidade antioxidante de extratos aquosos e etanólicos de jambolão (*Syzygium cumini* L.). *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*. 17(2), 267–73.
- Viganó, J. et al. (2016). Pressurized liquids extraction as an alternative process to obtain bioactive compounds from passion fruit rinds. *Food and Bioprocess Processing, Barking*. 100, 382–90.