



CARACTERIZAÇÃO FITOQUÍMICA E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM INFLORESCÊNCIAS DE BANANEIRAS (*Musa spp.*)

PHYTOCHEMICAL CHARACTERIZATION AND EVALUATION OF ANTIOXIDANT ACTIVITY IN INFLORESCENCES OF BANANA TREES (*Musa spp.*)

João Paulo Souza Simão da Silva

Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7761-3919>

E-mail: joapaulosouza_@hotmail.com

José Nilton Medeiros Costa

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária de Rondônia - EMBRAPA-RO, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2259-9870>

E-mail: jnilton@cpafro.embrapa.br

Matheus Martins Ferreira

Centro Universitário Faema - UNIFAEMA, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4555-7852>

E-mail: matheus.ferreira@unifaema.edu.br

Rosieli Alves Chiaratto

Centro Universitário Faema - UNIFAEMA, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1580-084X>

E-mail: rosieli@unifaema.edu.br

Jociel Honorato de Jesus

Centro Universitário Faema - UNIFAEMA, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4588-2508>

E-mail: jociel.honorato@unifaema.edu.br

Taline Canto Tristão

Centro Universitário Faema - UNIFAEMA, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2787-080X>

E-mail: taline.tristao@unifaema.edu.br

Submetido: 18 set. 2024.

Aprovado: 3 jun. 2025.

Publicado: 2 jul. 2025.

E-mail para correspondência:

joapaulosouza_@hotmail.com



Resumo: Este estudo teve como objetivo caracterizar o perfil fitoquímico e avaliar a atividade antioxidante das inflorescências de bananeiras (*Musa spp.*). Extração foi realizada por maceração hidroalcoólica, seguida de análise fitoquímica qualitativa, perfil cromatográfico por cromatografia em camada delgada (CCD) e avaliação da atividade antioxidante pelo método Férrio Redutor do Poder Antioxidante (FRAP). A análise fitoquímica qualitativa revelou a presença de esteroides/triterpenos, flavonoides e outros compostos bioativos nos extratos. Os perfis cromatográficos de CCD mostraram padrões compostos distintos entre as variedades de banana estudadas. O ensaio FRAP demonstrou atividade antioxidante significativa em todos os extratos, com respostas dose-dependentes. O estudo indica que as inflorescências de bananeira são uma fonte potencial de compostos bioativos com propriedades antioxidantes, destacando seu potencial para aplicações terapêuticas e nutricionais.

Palavras-chave: *Musa spp.* Fitoquímica. Antioxidante.

Abstract: This study aimed to characterize the phytochemical profile and evaluate the antioxidant activity of banana (*Musa spp.*) inflorescences. Extraction was performed by hydroalcoholic maceration, followed by qualitative phytochemical analysis, thin-layer chromatography (TLC) profile, and assessment of antioxidant activity using the Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) method. Qualitative phytochemical analysis revealed the presence of steroids/triterpenes, flavonoids, and other bioactive compounds in the extracts. TLC chromatographic profiles showed distinct compound patterns among the banana varieties studied. The FRAP assay demonstrated significant antioxidant activity in all extracts, with dose-dependent responses. The study suggests that banana inflorescences are a potential source of bioactive compounds with antioxidant properties, highlighting their potential for therapeutic and nutritional applications.

Keywords: *Musa spp.* Phytochemistry. Antioxidant.

Introdução

As inflorescências da bananeira, comumente descritas como "umbigo", "banana flor", "coração de bananeira" e "botão floral", consistem em flores masculinas envoltas por brácteas de cor vermelho-púrpura. Essas estruturas são frequentemente removidas para favorecer o crescimento dos frutos, resultando em um resíduo agrícola subutilizado. Este subproduto é utilizado na culinária de países asiáticos e, em menor escala, nas áreas rurais do Brasil para a preparação de petiscos e saladas ^(1, 2, 3, 4, 5, 6).

Essas inflorescências são ricas em compostos fenólicos como ácido gálico, catecol e epicatequina, e também contêm terpenoides como cicloartenol e seringina, que têm mostrado potencial para aplicações farmacológicas, incluindo o tratamento do diabetes ^(7,8). A complexidade genética da *Musa spp.* e os esforços para o desenvolvimento de variedades

melhoradas destacam a importância e o potencial dessas estruturas como fonte de compostos bioativos ⁽⁹⁾.

A riqueza de agentes antioxidantes, anti-inflamatórios e antimicrobianos nas inflorescências destaca a necessidade de explorar ainda mais suas propriedades e possíveis aplicações ^(10, 11, 12). Portanto, é fundamental caracterizar detalhadamente sua composição química e avaliar suas funções biológicas, visando transformar esse resíduo agrícola em uma fonte valiosa para a produção de novos produtos.

Este estudo foca em explorar a aplicação desses resíduos como recursos valiosos na indústria de alimentos e farmacêutica, buscando formas sustentáveis de utilização e promovendo a valorização de todas as partes da bananeira. Desse modo, o objetivo deste estudo é caracterizar o perfil fitoquímico e avaliar a atividade antioxidante das inflorescências de bananeiras (*Musa spp.*).

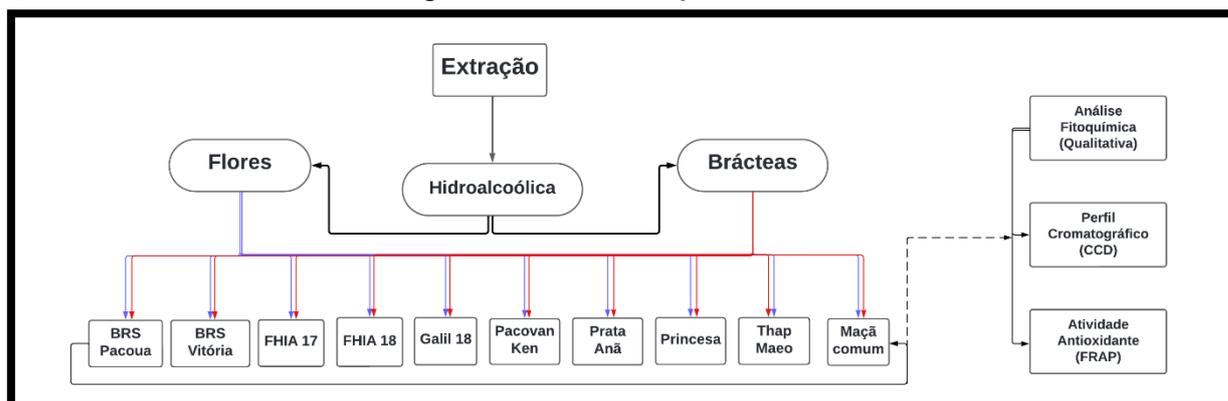
Metodologia

Local de análises

As etapas de pesquisa foram realizadas nos laboratórios do Centro Universitário Faema – UNIFAEMA, em específico nos laboratórios de microbiologia de alimentos e química geral para realização da obtenção dos extratos.

Desenho experimental

Figura 1 - Desenho Experimental



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).



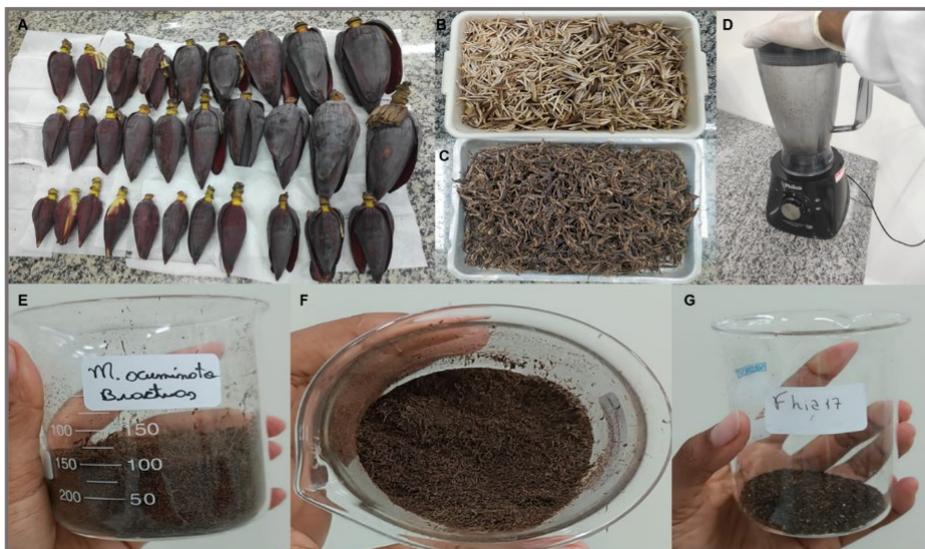
Obtenção das amostras

As amostras de inflorescência do gênero *Musa spp.* utilizadas neste estudo compreendem variedades desenvolvidas predominantemente por meio de técnicas de melhoramento convencional, que incluem hibridização (cruzamento de diferentes espécies ou variedades) e seleção para características desejáveis. As variedades em questão, BRS Pacoua, BRS Vitória, FHIA 17, FHIA 18, Galil 18, Pacovan Ken, Prata Anã, Princesa e Thap Maeo, são conhecidas por suas qualidades aprimoradas, como resistência a doenças, qualidade do fruto, e adaptação a diferentes condições ambientais. Estas amostras foram obtidas através de uma colaboração entre o Grupo de Estudos em Controle de Qualidade e Atividade Biológica de Plantas Medicinais e Substância Bioativos (GCAPS) do Centro Universitário Faema (UNIFAEMA) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), localizada em Porto Velho, Rondônia. Este método de obtenção assegura a procedência e a qualidade das amostras, fundamentais para a validade e relevância dos resultados obtidos.

As amostras de botões florais da variedade, conhecida como banana maçã, foram obtidas em parceria com a EMATER-RO (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Rondônia, colaboração também estabelecida pelo GCAPS – UNIFAEMA).

Preparação dos extratos

Inicialmente, duas inflorescências de cada espécie foram selecionadas. Estas foram cuidadosamente desmembradas em brácteas e flores. Em seguida, as partes foram lavadas e secas ao ar. Para garantir uma secagem completa, as amostras foram colocadas em uma estufa a 40°C durante cinco dias. Após a secagem, as pétalas e as flores foram moídas separadamente usando um moedor elétrico. O material moído foi então tamisado usando um tamis de malha número 20, com poros de 0,85 mm, para assegurar a uniformidade no tamanho das partículas.

Figura 2 - Amostras durante o processamento de secagem e preparação

*A: Botões florais *in natura*; B: Flores lavadas e prontas para secagem em estufa; C: Flores secas prontas para serem trituradas; D: Processamento em liquidificador; E: Brácteas secas, trituradas e tamisadas da Banana Maçã comum.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Extrato Hidroalcolólico por Maceração

Para a preparação dos extratos hidroalcolólicos a 70% por maceração das brácteas e flores de *Musa spp.*, adaptou-se uma metodologia baseada nos trabalhos de Chianese *et al.* ⁽¹³⁾ e Siddiqui *et al.* ⁽¹⁴⁾, com modificações. As amostras trituradas foram divididas em brácteas e flores e, individualmente, imersas em uma mistura de metanol e água destilada em proporções de 168 mL e 72 mL, respectivamente, para cada 10 g de amostra em frascos Erlenmeyer de 250 mL. Estes recipientes foram então cobertos com papel alumínio para evitar contaminação e exposição à luz. Durante os dois dias seguintes, as soluções foram agitadas mecanicamente de forma constante e mantidas à temperatura ambiente para homogeneização. No terceiro dia, procedeu-se à filtração a vácuo das soluções, que foram inicialmente secas com sulfato de sódio. Após uma segunda filtragem, os extratos foram concentrados em um banho-maria a 60°C por aproximadamente 72 horas, permitindo a evaporação constante do solvente sob pressão reduzida. Por fim, os extratos concentrados foram armazenados em frascos âmbar de 30 mL para preservação.

Figura 3 - Processo de Pesagem, Maceração e Filtragem

*A: Pesagem da amostra; B: Maceração por agitação; C: Filtração da amostra por filtro à vácuo; D: Extratos filtrados prontos para evaporação em banho-maria.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Análise fitoquímica

Os testes para detecção de metabólitos secundários nos extratos foram realizados utilizando reações gerais de precipitação e mudanças de cor. Para cada extrato, tomou-se uma alíquota de 3 mL, equivalente a 1 g do material original devido à concentração final do extrato. Esta amostra foi então dissolvida em uma solução hidroalcoólica a 80%, formando uma solução estoque padronizada para cada extrato.

Os extratos hidroalcoólicos resultantes foram submetidos a uma série de testes específicos para a identificação de metabólitos secundários. Estes testes foram baseados nas metodologias adaptadas dos trabalhos de Matos ⁽¹⁵⁾, Costa ⁽¹⁶⁾ e Barbosa *et al.* ⁽¹⁷⁾ garantindo uma abordagem sistemática e padronizada para a análise de cada amostra.

Figura 4 - Soluções estoque padronizadas

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Testes para esteroides e triterpenos (*Liebermann Burchard*)

Adicionou-se 5 mL da solução estoque em um tubo de ensaio, evaporando o solvente em banho-maria até secar. Ao resíduo seco, acrescentou-se 5 mL de diclorometano para dissolução. Após filtrar a solução, adicionou-se 1 mL de anídrico acético e 2 mL de H₂SO₄ concentrado, agitando bem o tubo. Observou-se a amostra para variações de cor, que podem indicar a presença de esteroides ou triterpenos.

Testes para alcaloides

Levou-se a secar 10 mL da solução estoque em banho Maria. Adicionou-se o resíduo seco 1 mL de etanol e 2 mL de solução de HCl concentrado. Transferiu-se 1 mL da solução para cada 2 tubos ensaios. Adicionou-se em cada um dos tubos, respectivamente algumas gotas dos reagentes de precipitação de alcaloides: Dragendorff. Observou-se possível precipitação ou turvação das amostras.



Testes para flavonoides

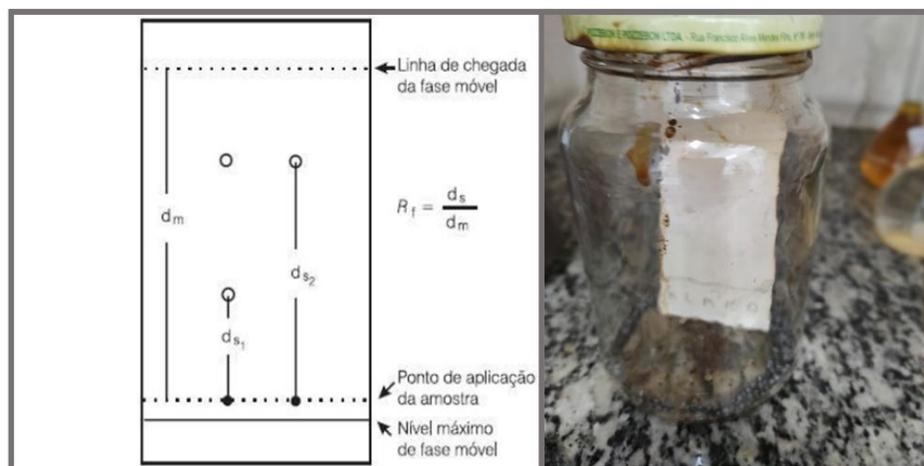
Para identificar flavonoides, adicionou-se 5 mL da solução estoque em um tubo de ensaio, seguido por 20 gotas de acetato de chumbo a 10%. A presença de um precipitado colorido após a adição sugere a presença de flavonoides.

Testes para taninos

Para identificar taninos, foram realizados quatro testes com a solução estoque: no primeiro, 2 mL da solução foram combinados com 2 gotas de HCl diluído e 3 a 5 gotas de solução de gelatina a 2,5%, onde a formação de precipitado indica a presença de taninos; no segundo, 2 mL da solução estoque foram misturados com 10 mL de água destilada e 2-4 gotas de solução de cloreto férrico a 1% em metanol, resultando em coloração azul para taninos hidrolisáveis ou gálicos e verde para taninos condensados ou catequicos; no terceiro teste, 5 mL da solução estoque foram adicionados a 10 mL de solução de ácido acético a 10% e 5 mL de solução de acetato de chumbo a 10%, com a formação de um precipitado esbranquiçado indicando taninos hidrolisáveis; e, por fim, o quarto tubo, usado como controle, continha apenas 5 mL da solução estoque sem adição de outros reagentes.

Perfil cromatográfico

As amostras dos extratos foram analisadas em CCD, utilizando placas de sílica gel da DC-Fertigfolien Alugram Xtra SIL G/UV254 com espaçamento de 0,5 cm entre as amostras e extremidades horizontais, e 2 cm das extremidades verticais. A eluição dos compostos ocorreu por meio da fase móvel, direcionada aos compostos menos polares, composta por acetato de etila/metanol (1:1 v/v) ⁽¹⁸⁾. As placas foram visualizadas com lâmpada de 254 nm e reveladas com vapores de iodo. O fator de retenção (Rf) foi calculado e todas as placas foram fotodocumentadas.

Figura 5 - Ilustração para processo de cromatografia em camada delgada

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Atividade antioxidante

Ensaio de poder antioxidante redutor férrico (FRAP)

A avaliação da atividade antioxidante de um composto é realizada observando sua capacidade redutora, um indicador significativo dessa atividade. Especificamente, a análise envolve a redução do complexo Fe³⁺/ferricianeto à sua forma ferrosa, resultando na formação do azul da Prússia de Perl. Esta mudança de cor é medida em termos de absorvância a um comprimento de onda de 700 nm ^(19, 20, 21). No procedimento, diferentes concentrações do extrato a ser testado - 25 µg/ml, 125 µg/mL, e 250µg/mL - são preparadas e misturadas com 2,5 mL de tampão fosfato (0,2 M, pH 6,6) e 2,5 mL de ferricianeto de potássio a 1%. Esta mistura é então incubada a uma temperatura de 50°C por 20 minutos. Após a incubação, 2,5 mL de ácido tricloroacético a 10% são adicionados a cada amostra. As amostras são submetidas a centrifugação a 1.000 rpm por 10 minutos, e a camada superior da solução é cuidadosamente coletada. Para a medição da absorvância, 20 mililitros desta camada superior são misturados com 5,0 mL de água destilada e 0,5 mL de FeCl₃ a 0,1%. A absorvância de 47 cada mistura reacional é medida usando um espectrofotômetro Kasvi, modelo K37- UVVIS, a 700 nm. Para garantir a precisão e a validade dos resultados, dois controles são usados. O controle negativo consiste em uma amostra onde o extrato é

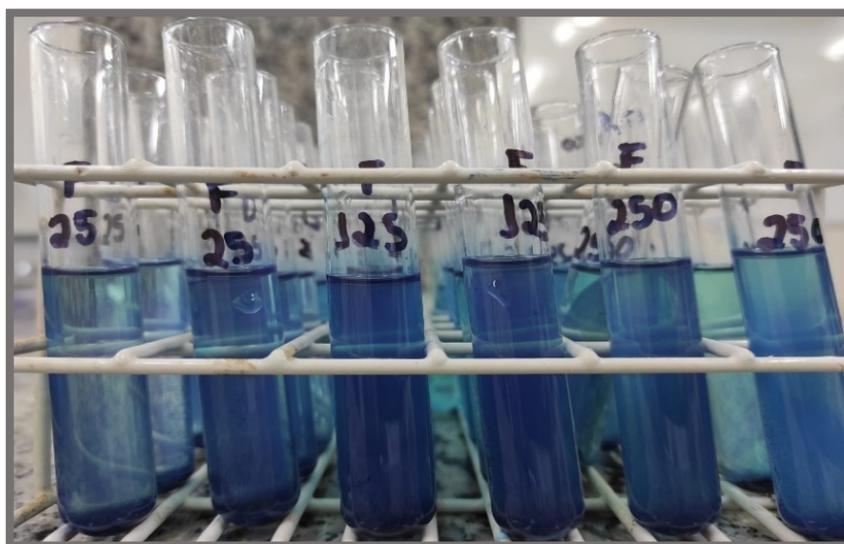
substituído por uma quantidade equivalente de água, e o controle positivo utiliza ácido ascórbico. Cada procedimento é realizado em duplicata, e as amostras são deixadas em repouso por 30 minutos antes da medição da absorbância. A intensidade da coloração azul da Prússia de Perl, refletida pela absorbância aumentada, indica a capacidade redutora e, conseqüentemente, a atividade antioxidante do extrato. A porcentagem de atividade antioxidante é calculada utilizando uma fórmula específica no teste FRAP (Equação 1).

$$\text{Atividade antioxidante (\%)} = \frac{(A1-A0)}{A1} \times 100\% \quad \text{Eq. 1}$$

A1: Controle positivo

A0: Controle negativo

Figura 6 - Formação do azul da Prússia de Perl



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Da análise dos dados

Os dados foram analisados utilizando o GraphPad Prism versão 8.0.2 e expressos como valores médios com desvio padrão (\pm DP), comparando os diferentes grupos por análise de variância (ANOVA), seguido de teste de comparações múltiplas de Tukey. Serão consideradas diferenças significativas os valores de $p < 0,05$.

Resultados e Discussão

Caracterização fitoquímica

Tabela 1 - Compila os principais fitoconstituintes analisados neste estudo dos extratos qualitativamente

	E/T (cor)	Flav.	Tan.	Tan. Hidro.	Tan. Cond.	Alcaloides
Flores						
BRS Pacoua	Âmbar	+	+	+	-	+
BRS Vitória	Laranja	+	+	+	-	+
FHIA 17	Âmbar	+	+	-	-	-
FHIA 18	Âmbar	+	-	+	-	+
Galil 18	Âmbar	+	+	+	-	-
Pacovan Ken	Âmbar	+	+	+	-	-
Prata anã	Âmbar	+	+	+	-	+
Princesa	Amarelo	+	+	+	-	+
Thap Maeo	Âmbar	+	+	+	-	+
Maçã c.	Marrom	+	+	+	-	+
Brácteas						
BRS Pacoua	Âmbar	+	+	+	-	-
BRS Vitória	Vermelho	+	+	+	-	-
FHIA 17	M. claro	+	+	-	-	-
FHIA 18	Vermelho	+	-	-	-	-
Galil 18	Âmbar	+	-	-	-	-
Pacovan Ken	Vermelho	+	-	+	-	-
Prata anã	Âmbar	+	+	+	-	-
Princesa	Amarelo	+	+	+	-	-
Thap Maeo	Marrom	+	+	+	-	-
Maçã c.	M. escuro	+	+	-	-	-

*Cor indicativa de Esteroides/Triterpenos (E/T), presença (+) ou ausência (-) de Flavonoides (Flav.), Taninos (Tan.), Taninos Hidrolisáveis (Tan. Hidro.), Taninos Condensados (Tan. Cond.) e Alcaloides, tanto nas flores quanto nas brácteas. Nota sobre abreviações: M. claro = Marrom claro; M. escuro = Marrom escuro; Maçã c. = Maçã Comum.

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Os dados revelaram a presença majoritária de esteroides/triterpenos nas amostras de inflorescências de bananeira, cujas cores variavam de âmbar a marrom, corroborando a presença destes fitoquímicos. Além disso, flavonoides, conhecidos por suas propriedades antioxidantes, também foram detectados em todas as variedades de inflorescência analisadas, tanto nas flores quanto nas brácteas.

Interessantemente, não foram encontrados estudos extensivos sobre espécies de bananas híbridas, o que indica um potencial promissor para pesquisas futuras. Esta lacuna



no conhecimento se destaca pela diversidade de metabólitos que podem ser descobertos nas composições destas espécies, tornando o campo de híbridos de bananeiras um território inexplorado e rico em possibilidades científicas.

Neste contexto, o estudo de Valsalam *et al.* ⁽²²⁾ sobre as flores de *Musa acuminata colla* mostrou que o extrato etanólico continha taninos, flavonoides e alcaloides, enquanto o extrato aquoso apresentava apenas alcaloides e esteroides. Isso sugere que diferentes métodos de extração podem influenciar a composição química dos extratos, indicando potenciais propriedades terapêuticas variadas. Da mesma forma, Sumathy *et al.* ⁽²³⁾ relataram a presença de taninos, esteroides e flavonoides no extrato metanólico de flor de *Musa accuminata*.

Sendo está uma das principais espécies de bananeira, que deu origem à maioria das variedades de banana cultivadas no mundo, a uniformidade na presença destes metabólitos secundários é notável. Isso pode indicar que tais compostos são componentes fundamentais das espécies de bananeira, possivelmente apontando para potenciais benefícios à saúde associados ao consumo dessas variedades de banana.

Em contraste, a ocorrência de taninos e alguns taninos hidrolisáveis mostrou variação, indicando diferenças na composição de taninos entre as linhagens de bananas híbridas e nativas. Além disso, não foram detectados taninos condensados. A presença de alcaloides também variou, com algumas variedades de flores, enquanto a maioria das brácteas não foram identificados, sugerindo diferentes papéis ecológicos ou metabólicos dessas substâncias nas partes da planta. Obiageli *et al.*, ⁽²⁴⁾ também revelou a existência de alcaloides, flavonoides e outros fitoconstituintes em *Musa* spp. A presença abundante de alcaloides em ambos os métodos sugere influência de fatores como clima, genética das plantas idade das flores. Como descreveu Gobbo-Neto; Lopes ⁽²⁵⁾ a influência de fatores 51 edafoclimáticos no metabolismo secundário de espécies vegetais e, conseqüentemente nos grupos fitoquímicos encontrados.

Em uma revisão Gervásio; Batitucci ⁽²⁶⁾, avalia 23 de 28 artigos selecionados que os grupos encontrados de compostos mais frequentes são flavonoides, fenóis, taninos e alcaloides, respectivamente. Poucos estudos mencionaram as concentrações de cada compostos, evidenciando os flavonoides, alcaloides, esteroides e taninos como os fitoquímicos mais abundantes ^(27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36).

Anupama Yadav ⁽³⁷⁾ salienta a variedade de fitoquímicos presentes em *M. accuminata*, como saponinas, terpenoides, esteroides, antocianinas, ácidos graxos, taninos, fenóis e

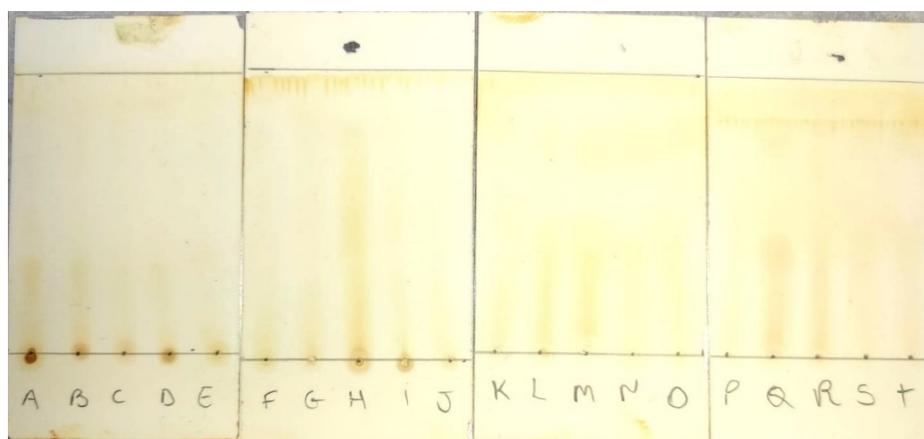
alcaloides. A polaridade dos solventes usados, que incluem água, metanol, etanol, acetona, misturas de solventes orgânicos com água e acetato de etila, influencia significativamente a eficácia da extração destes compostos. Essa observação é apoiada pelos estudos de González-Montelongo, Lobo e González ⁽³⁸⁾ e Soares *et al.* ⁽³⁹⁾, que também destacam a importância da temperatura e do tempo de extração na determinação da qualidade e quantidade dos compostos extraídos.

O método de maceração a frio, explorado por Gervásio e Batitucci ⁽²⁶⁾, variando entre 12 horas e 3 ciclos de 72 horas, é considerado eficiente e preserva a integridade dos compostos. Santos, Biondo e Visentainer ⁽⁴⁰⁾ corroboram a eficiência deste método, destacando-o como uma técnica limpa e adequada. Paralelamente, Amri e Hossain ⁽⁴¹⁾ enfatizam a importância de experimentar com solventes de diferentes polaridades para avaliar sua influência nos resultados. Embora metanol, etanol e água sejam frequentemente escolhidos para estudos com um único extrato, essa prática pode levar a inconsistências na extração de constituintes químicos.

Perfil cromatográfico

O perfil cromatográfico exibido na imagem revela uma coleção de manchas ao longo de tiras de papel cromatográfico, cada uma correspondendo a diferentes amostras marcadas de A a T. Estas representam distintas variedades de flores e brácteas de bananeiras, com as amostras de A a J pertencendo às flores e de K a T às brácteas (Figura 7).

Figura 7 - Fotodocumentação do Perfil Cromatográfico





*A = BRS Pacoua (Flor); B = BRS Vitória (Flor); C = FHIA 17 (Flor); D = FHIA 18 (Flor); E = Galil 18 (Flor); F = Pacovan Ken (Flor); G = Prata anã (Flor); H = Princesa (Flor); I = Thap Maeo (Flor); J = Maçã comum (Flor); K = BRS Pacoua (Bráctea); L = BRS Vitória (Bráctea); M = FHIA 17 (Bráctea); N = FHIA 18 (Bráctea); O = Galil 18 (Bráctea); P = Pacovan Ken (Bráctea); Q = Prata anã (Bráctea); R = Princesa (Bráctea); S = Thap Maeo (Bráctea); T = Maçã comum (Bráctea).

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

A Figura 7, observa-se uma variação nos padrões de manchas entre as amostras, o que pode ser interpretado como diferenças na composição química dos extratos de cada tipo de planta. Certas amostras mostram manchas mais pronunciadas ou numerosas, sugerindo possivelmente uma maior concentração de certos compostos ou uma maior complexidade de substâncias químicas. Estas manchas, que foram desenvolvidas através de vapores de iodo, exibem variações em termos de intensidade e localização, o que ressalta a diversidade de compostos que foram separados durante o processo cromatográfico.

Os vapores de iodo são comumente usados como método de visualização semidestruído. Muitos compostos absorvem vapores de iodo e ficam marrom-escuros sobre um fundo marrom mais claro. O iodo tem uma forte afinidade por compostos insaturados ou aromáticos e pode atuar como um eletrófilo para adicionar ligações duplas ou com aminas nucleofílicas. A mudança de cor nem sempre é permanente, portanto, as manchas devem ser marcadas com um lápis para referência futura ⁽⁴²⁾.

Os componentes que apresentarem maior afinidade com a fase estacionária tendem a adsorver sobre o sólido e ficam mais retidos nesta fase, enquanto as espécies que apresentam maior afinidade pelo solvente tendem a migrar com o fluxo que é desenvolvido durante a corrida, causando a separação das substâncias por um processo que recebe o nome de migração diferencial ⁽⁴³⁾.

É crucial considerar que um exame visual dos cromatogramas como este não nos diz exatamente quais são os componentes ou suas quantidades; análises mais detalhadas seriam necessárias para obter tais informações ⁽⁴⁴⁾. No entanto, as diferenças visuais nos cromatogramas sugerem uma variedade química significativa entre as amostras analisadas, o que pode ter implicações interessantes para pesquisa na seleção de cultivares, estudos fitoquímicos ou na avaliação de propriedades biológicas destas plantas.

No que diz respeito, a polaridade dos compostos a tabela 4 dispõe desses parâmetros para fins de compreensão. Na categoria de flores, a análise dos fatores de retenção (R_f) revela padrões interessantes. As variedades A (BRS Pacoua) e B (BRS Vitória) exibem um aumento progressivo nos valores de R_f (0,354 para 0,923 e 0,338 para 0,892, respectivamente),



sugerindo uma tendência de os compostos serem menos polares ao longo dos testes. Isso pode indicar uma menor interação com o adsorvente polar, resultando em uma maior distância migrada no cromatograma. As variedades C (FHIA 17) e D (FHIA 18) também mostram uma tendência para compostos menos polares, particularmente notável em Rf II, com valores de 0,938 e 0,954, respectivamente. Por outro lado, a variedade G (Prata anã), com um valor de Rf de 0,292 em Rf I, parece ter compostos mais polares. A variedade H (Princesa) apresenta um valor de Rf de 0,708, indicando uma polaridade média. As variedades E (Galil 18), F (Pacovan Ken), I (Thap Maeo) e J (Maçã comum) não possuem dados, limitando a compreensão completa das suas características cromatográficas.

Em relação às brácteas, os padrões de Rf também oferecem informações valiosas. A variedade L (BRS Vitória) mostra um aumento de Rf de 0,431 para 0,846, enquanto a variedade M (FHIA 17) apresenta um aumento de 0,462 para 0,785, ambos indicando uma mudança para compostos menos polares. As variedades N (FHIA 18) e O (Galil 18) têm valores de Rf únicos de 0,385 e 0,415, respectivamente, sugerindo compostos de média polaridade. A variedade Q (Prata anã) apresenta um padrão similar às flores, com valores de Rf que aumentam de 0,462 para 0,785, e a variedade R (Princesa) mostra um aumento de 0,354 para 0,769. Isso sugere uma tendência geral para compostos menos polares nas brácteas também. As variedades S (Thap Maeo) e T (Maçã comum) mostram valores de Rf que apontam para uma polaridade média, com a S apresentando um aumento de 0,369 para 0,800. As variedades K (BRS Pacoua) e P (Pacovan Ken) não possuem dados disponíveis, o que destaca a necessidade de mais estudos para essas variedades.

Tabela 4 - Perfil Cromatográfico: Valor de Rf

	Rf I	Rf II	Rf III
Flores			
A (BRS Pacoua)	0,354	0,738	0,923
B (BRS Vitória)	0,338	0,723	0,892
C (FHIA 17)	0,308	0,938	NA
D (FHIA 18)	0,338	0,954	NA
E (Galil 18)	NA	NA	NA
F (Pacovan Ken)	NA	NA	NA
G (Prata anã)	0,292	NA	NA
H (Princesa)	0,708	NA	NA
I (Thap Maeo)	NA	NA	NA
J (Maçã comum)	NA	NA	NA



Brácteas			
K (BRS Pacoua)	NA	NA	NA
L (BRS Vitória)	0,431	0,846	NA
M (FHIA 17)	0,462	0,785	NA
N (FHIA 18)	0,385	NA	NA
O (Galil 18)	0,415	NA	NA
P (Pacovan Ken)	NA	NA	NA
Q (Prata anã)	0,462	0,785	NA
R (Princesa)	0,354	0,769	NA
S (Thap Maeo)	0,369	0,800	NA
T (Maçã comum)	0,354	NA	NA

*Rf = fator de retenção; NA = não aplicável.

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

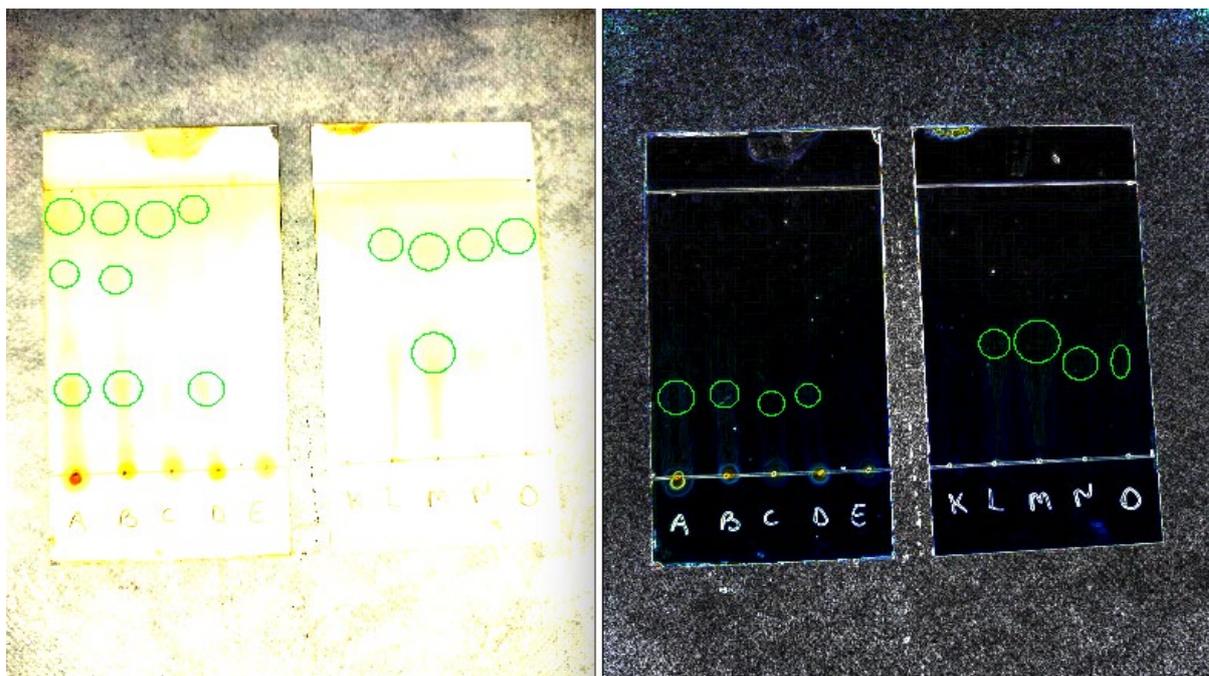
Os resultados obtidos na análise dos fatores de retenção (Rf) nas variedades de flores e brácteas indicam diferenças notáveis na polaridade dos compostos presentes. Essas observações podem ser entendidas no contexto do uso de fases móveis binárias em cromatografia em camada delgada. Como sugerido por Zapała e Waksmundzka-Hajnos ⁽³⁵⁾, a combinação de solventes com diferentes polaridades, como metanol (menos polar em comparação com a água) e acetato de etila (ainda menos polar), permite um controle refinado da eluição do soluto. Esta técnica é essencial para entender os padrões de Rf variáveis observados nas variedades. Por exemplo, a tendência de compostos menos polares nas variedades A e B pode ser atribuída à interação desses compostos com a fase móvel ajustada em polaridade.

Além disso, como destacado por Meyers e Meyers ⁽⁴²⁾, os valores de Rf por si só não são suficientes para uma identificação definitiva dos compostos. Isso é evidente nos resultados que obtivemos, onde os valores de Rf fornecem indicações de polaridade, mas não a identidade exata dos compostos. A técnica de co-manchamento com compostos autênticos, que consiste em comparar o comportamento de um composto desconhecido com um composto de referência conhecido durante a cromatografia, pode ser uma abordagem futura para validar e elucidar a identidade dos compostos observados em nossas amostras. Essa estratégia poderia ser particularmente útil para as variedades para as quais não temos dados suficientes, ajudando a completar o quadro das características cromatográficas dessas variedades.

Como elucidado na figura 8, a utilização de luz visível e UV pode facilitar a identificação de bandas possibilitando a análise de suas propriedades através da revelação com reagentes

específicos para classes de produtos naturais. Além do mais, a luz visível pode não favorecer a identificação como a luz UV, que destaca as bandas com maior contraste devido à fluorescência ou absorção característica de certos compostos.

Figura 8 - Análise Cromatográfica sob luz visível e ultravioleta



*Os cromatogramas exibem os perfis de separação das amostras orgânicas sob luz visível (à esquerda) e ultravioleta (à direita) a 256 nm. A análise de contraste das imagens foi realizada utilizando o software ImageJ para realçar as bandas cromatográficas. As diferenças na visibilidade e definição das bandas entre as duas condições de iluminação enfatizam a importância da seleção do método de detecção para a análise de compostos específicos.

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

A figura acima apresenta dois cromatogramas lado a lado, sob condições de iluminação distintas. À esquerda, as bandas são visíveis sob luz visível, onde algumas bandas reagem com o reagente de revelação iodo. À direita, sob luz UV, as bandas exibem maior contraste, revelando a presença de compostos que absorvem ou fluorescem sob condições de iluminação. Nota-se que sob luz UV, até mesmo bandas incolores na luz visível podem ser detectadas, o que é crucial para uma análise abrangente.

Em ambos os cromatogramas, as amostras são marcadas de A a O. Sob luz visível, as amostras A, B, C, D e E mostram bandas na região inferior do cromatograma, indicando



uma menor migração, possivelmente devido a uma maior interação com o adsorvente ou maior polaridade. Sob luz UV, as mesmas amostras demonstram um perfil semelhante, mas com bandas mais distintas e algumas bandas adicionais que não são visíveis sob luz visível. Isso sugere que alguns compostos presentes nestas amostras só podem ser detectados sob luz UV.

As bandas apresentadas pelas amostras K, L, M, N e O sob luz visível ocupam posições elevadas no cromatograma, o que poderia indicar uma menor polaridade ou uma interação reduzida com a fase estacionária, levando a uma migração mais extensa. Quando examinadas sob luz UV, essas mesmas amostras mostram bandas claramente demarcadas, evidenciando a utilidade da luz UV para realçar compostos que poderiam permanecer ocultos sem essa técnica.

Nossos achados reforçam a relevância de empregar métodos de visualização variados na cromatografia para desvendar a complexidade dos compostos em análise. A utilização conjunta da luz visível e UV, complementada com reagentes específicos para detecção, enriquece nossa capacidade de identificar e diferenciar os componentes das amostras de maneira mais eficaz e detalhada. A Cromatografia em Camada Delgada (CCD), com sua rapidez, robustez e eficiência e custos, emerge como uma técnica analítica valiosa, permitindo a avaliação precisa de parâmetros críticos como exatidão, precisão, reprodutibilidade e especificidade.

A adoção de procedimentos de validação meticulosos, que incluem a preparação e estabilidade da amostra, condições de aplicação na placa e fatores ambientais, é fundamental para assegurar a qualidade dos dados gerados pela CCD ⁽⁴⁵⁾. Além disso, a detecção de compostos através da absorção de radiação UV ou visível é integral para a identificação e quantificação de substâncias.

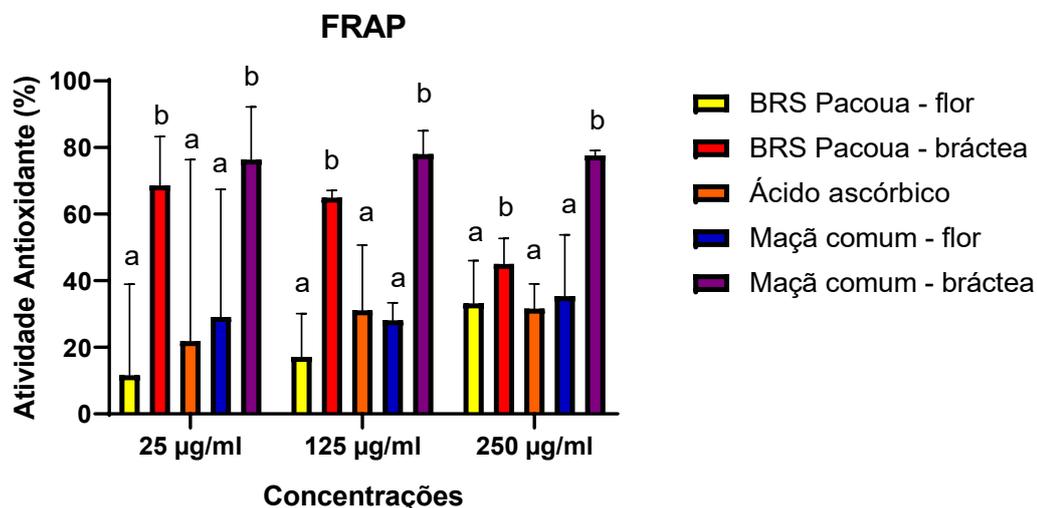
A absorção de luz nessas frequências indica uma transição de energia eletrônica, que pode ser quantitativamente relacionada à concentração do composto na amostra, oferecendo um caminho direto para análises qualitativas e quantitativas ⁽⁴⁶⁾.

Portanto, a integração de técnicas de visualização avançadas e práticas de validação rigorosas na CCD constitui uma abordagem poderosa para a pesquisa farmacêutica, proporcionando uma análise qualitativa e quantitativa aprimorada e confiável dos compostos estudados.

Atividade antioxidante

No Gráfico 1, observa-se que as brácteas de BRS Pacoua e de maçã-comum apresentaram atividade FRAP significativamente maior que as flores e o ácido ascórbico em todas as concentrações ($p < 0,05$). Entre si, Pacoua-bráctea e Maçã-bráctea não diferiram ($p > 0,05$), assim como Pacoua-flor, Ácido ascórbico e Maçã-flor.

Gráfico 1 – Atividade antioxidante (FRAP) de extratos de Pacoua (flor e bráctea) e de maçã-comum (flor e bráctea) nas concentrações de 26, 126 e 260 $\mu\text{g/mL}$, comparadas ao padrão ácido ascórbico.



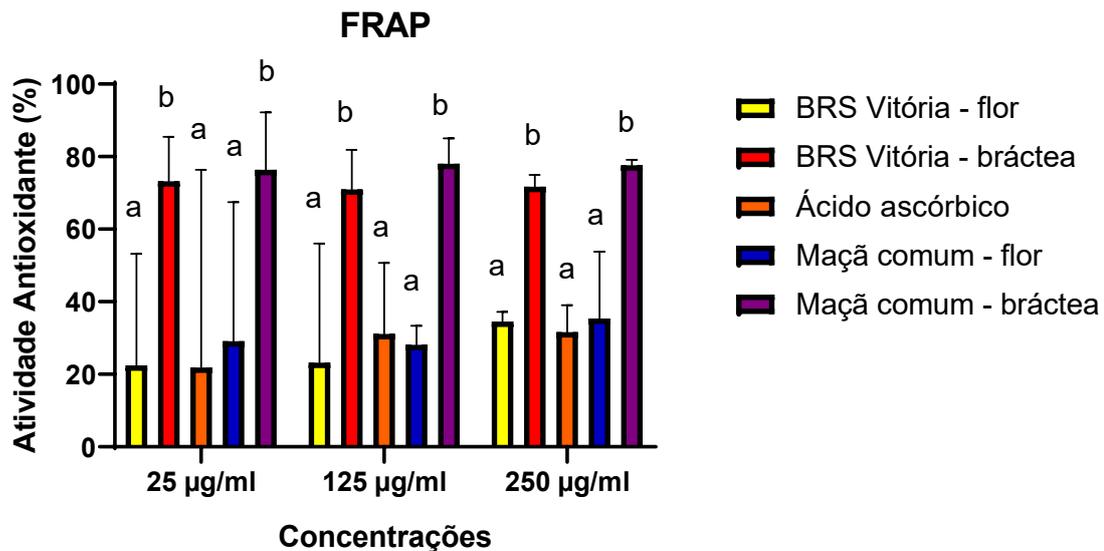
Legenda: Amarelo – Pacoua (flor); Vermelho – (bráctea); Laranja – Ácido ascórbico; Azul – Maçã-comum (flor); Roxo – Maçã-comum (bráctea). Os resultados representam a média ($n=2$) \pm desvio padrão. Médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes ($p < 0,05$, ANOVA, seguido do teste de comparações múltiplas de Tukey).

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

No Gráfico 2, observa-se que as brácteas de BRS Vitória exibem atividade antioxidante (FRAP) significativamente maior do que as flores de Vitória, o ácido ascórbico e as flores de maçã-comum ($p < 0,05$), em todas as concentrações (26, 126 e 260 $\mu\text{g/mL}$). Por sua vez, as flores de Vitória, o ácido ascórbico e as flores de maçã-comum não diferem entre si estatisticamente ($p > 0,05$). Já as brácteas de Vitória e de maçã-comum também formam um

grupo à parte, apresentando médias equivalentes ($p > 0,05$), mas sempre superiores às demais amostras.

Gráfico 2 – Atividade antioxidante (FRAP) de extratos de Vitória (flor e bráctea) e de maçã-comum (flor e bráctea) nas concentrações de 26, 126 e 260 $\mu\text{g/mL}$, comparadas ao padrão ácido ascórbico.

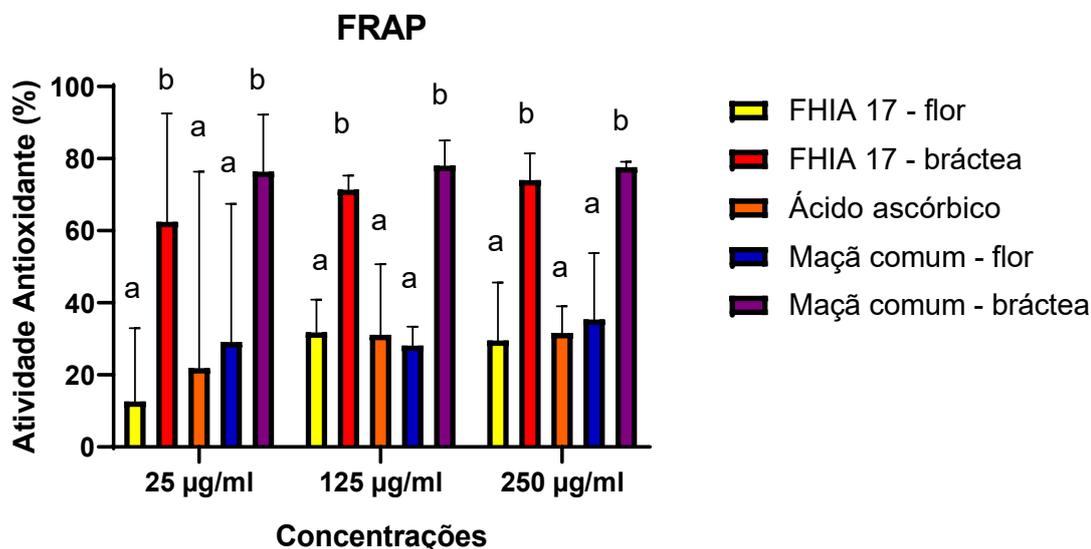


Legenda: Amarelo – Vitória (flor); Vermelho – (bráctea); Laranja – Ácido ascórbico; Azul – Maçã-comum (flor); Roxo – Maçã-comum (bráctea). Os resultados representam a média ($n=2$) \pm desvio padrão. Médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes ($p < 0,05$, ANOVA, seguido do teste de comparações múltiplas de Tukey).

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

No Gráfico 3, as brácteas de FHIA 17 mostraram atividade FRAP significativamente maior que flores, ácido ascórbico e flores de maçã-comum ($p < 0,05$), em todas as concentrações. Flores de FHIA 17, ácido ascórbico e maçã-flor formam um grupo equivalente ($p > 0,05$), enquanto brácteas de FHIA 17 e maçã-bráctea formam outro grupo, com valores superiores aos demais.

Gráfico 3 – Atividade antioxidante (FRAP) de extratos de FHIA 17 (flor e bráctea) e de maçã-comum (flor e bráctea) nas concentrações de 26, 126 e 260 µg/mL, comparadas ao padrão ácido ascórbico.

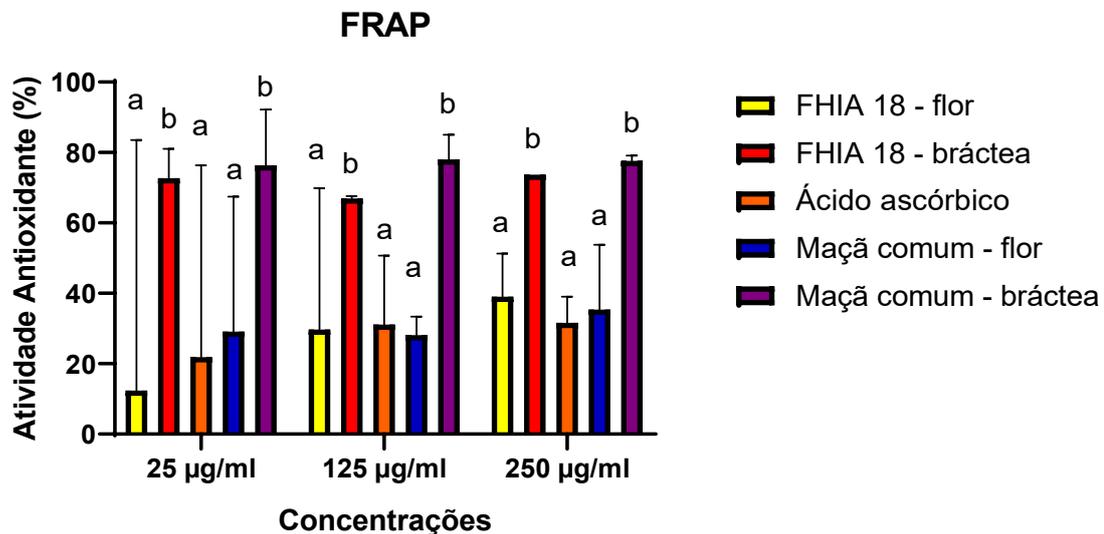


Legenda: Amarelo – FHIA 17 (flor); Vermelho – (bráctea); Laranja – Ácido ascórbico; Azul – Maçã-comum (flor); Roxo – Maçã-comum (bráctea). Os resultados representam a média (n=2) ± desvio padrão. Médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes ($p < 0,05$, ANOVA, seguido do teste de comparações múltiplas de Tukey).

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

No Gráfico 4, as brácteas de FHIA 18 exibem atividade FRAP significativamente maior do que as flores, o ácido ascórbico e as flores de maçã-comum em todas as concentrações ($p < 0,05$). Já as flores de FHIA 18, o ácido ascórbico e as flores de maçã-comum não diferem entre si ($p > 0,05$), ocupando um grupo de atividade intermediária.

Gráfico 4 – Atividade antioxidante (FRAP) de extratos de FHIA 18 (flor e bráctea) e de maçã-comum (flor e bráctea) nas concentrações de 26, 126 e 260 µg/mL, comparadas ao padrão ácido ascórbico.

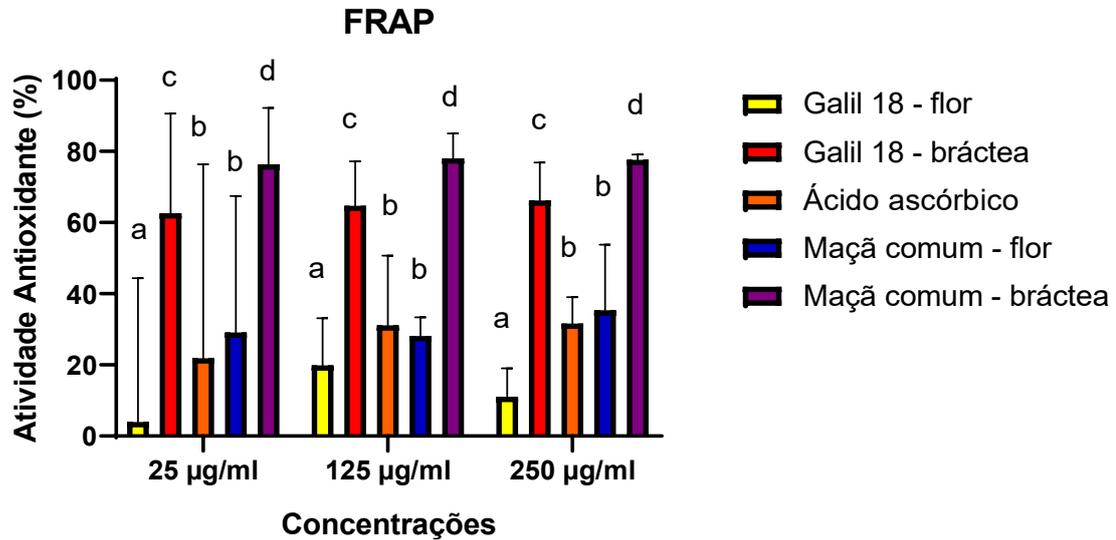


Legenda: Amarelo – FHIA 18 (flor); Vermelho – (bráctea); Laranja – Ácido ascórbico; Azul – Maçã-comum (flor); Roxo – Maçã-comum (bráctea). Os resultados representam a média (n=2) ± desvio padrão. Médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes ($p < 0,05$, ANOVA, seguido do teste de comparações múltiplas de Tukey).

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

No Gráfico 5, as brácteas de Galil 18 exibem atividade FRAP significativamente maior do que as flores de Galil 18, o ácido ascórbico e as flores de maçã-comum, em todos os níveis de concentração ($p < 0,05$). As flores de Galil 18 permanecem com atividade mais baixa, enquanto o ácido ascórbico e a maçã-flor ocupam um nível intermediário, sem diferença estatística entre si. Já a maçã-bráctea atinge os valores mais altos em cada concentração, superando as brácteas de Galil 18.

Gráfico 5 – Atividade antioxidante (FRAP) de extratos de GALIL 18 (flor e bráctea) e de maçã-comum (flor e bráctea) nas concentrações de 26, 126 e 260 µg/mL, comparadas ao padrão ácido ascórbico.

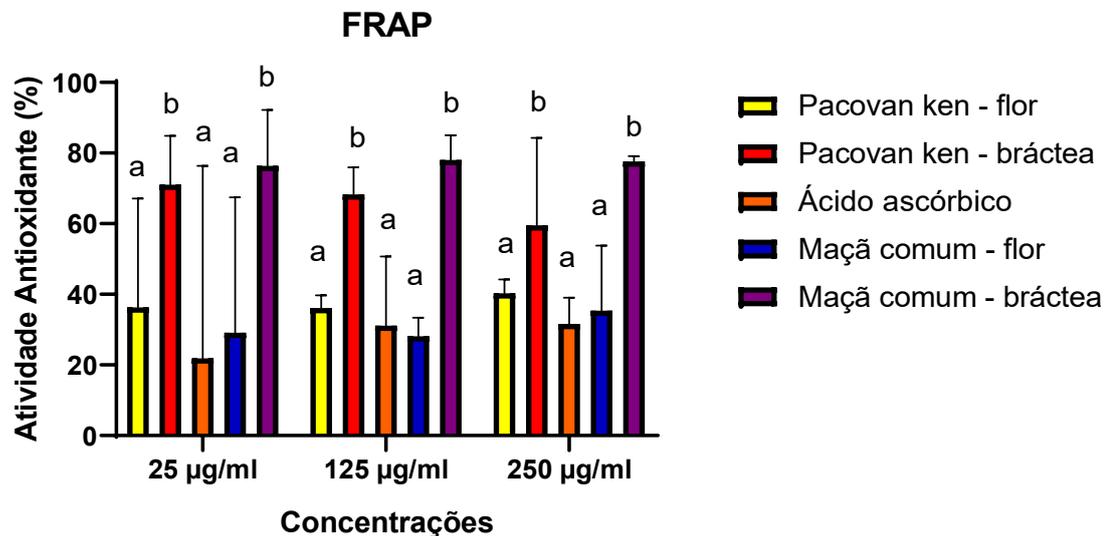


Legenda: Amarelo – Galil 18 (flor); Vermelho – (bráctea); Laranja – Ácido ascórbico; Azul – Maçã-comum (flor); Roxo – Maçã-comum (bráctea). Os resultados representam a média (n=2) ± desvio padrão. Médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes (p<0,05, ANOVA, seguido do teste de comparações múltiplas de Tukey).

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

No Gráfico 6, as brácteas de Pacovan Ken mostraram atividade FRAP significativamente maior que as flores e equipararam-se aos valores da maçã-bráctea, superando o ácido ascórbico em todas as concentrações (p < 0,05). Já as flores de Pacovan Ken permaneceram estatisticamente semelhantes ao ácido ascórbico (p > 0,05), mas inferiores às brácteas, especialmente em 250 µg/mL.

Gráfico 6 – Atividade antioxidante (FRAP) de extratos de Pacovan ken (flor e bráctea) e de maçã-comum (flor e bráctea) nas concentrações de 26, 126 e 260 µg/mL, comparadas ao padrão ácido ascórbico.

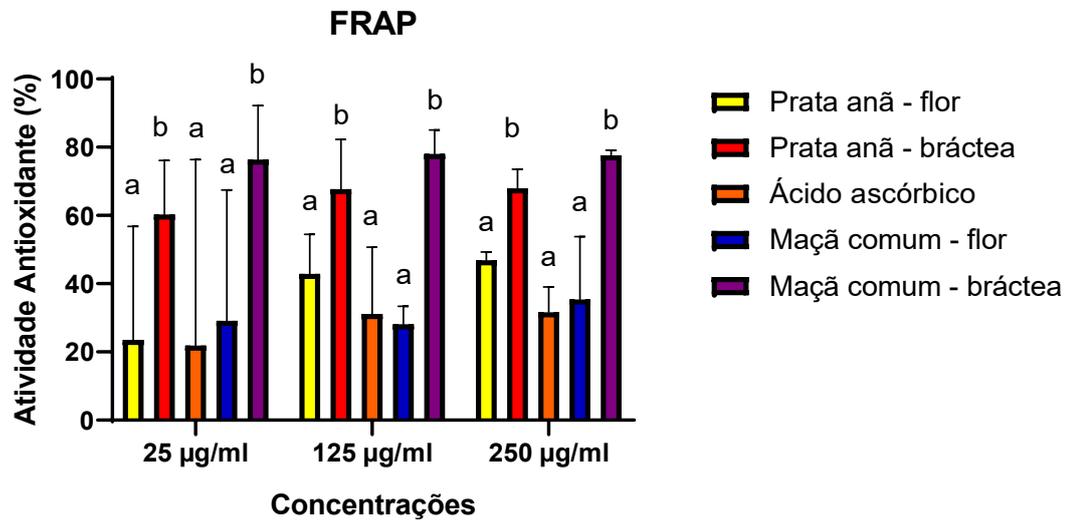


Legenda: Amarelo – Pacovan ken (flor); Vermelho – (bráctea); Laranja – Ácido ascórbico; Azul – Maçã-comum (flor); Roxo – Maçã-comum (bráctea). Os resultados representam a média (n=2) ± desvio padrão. Médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes ($p < 0,05$, ANOVA, seguido do teste de comparações múltiplas de Tukey).

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

No Gráfico 7, as brácteas de Prata anã exibiram atividade FRAP significativamente maior que Prata anã-flor, ácido ascórbico e maçã-flor, em todas as concentrações ($p < 0,05$). Assim, a Prata anã-bráctea forma um grupo de elevada atividade, equivalente à maçã-bráctea, enquanto Prata anã-flor, ácido ascórbico e maçã-flor compõem o grupo de menor atividade.

Gráfico 7 – Atividade antioxidante (FRAP) de extratos de Prata anã (flor e bráctea) e de maçã-comum (flor e bráctea) nas concentrações de 26, 126 e 260 µg/mL, comparadas ao padrão ácido ascórbico.

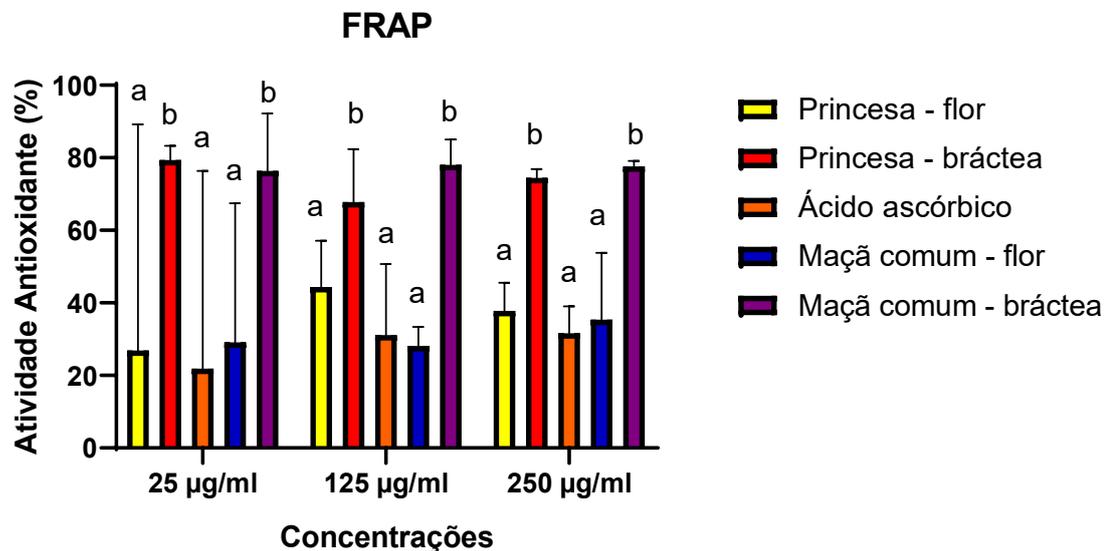


Legenda: Amarelo – Prata anã (flor); Vermelho – (bráctea); Laranja – Ácido ascórbico; Azul – Maçã-comum (flor); Roxo – Maçã-comum (bráctea). Os resultados representam a média (n=2) ± desvio padrão. Médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes ($p < 0,05$, ANOVA, seguido do teste de comparações múltiplas de Tukey).

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

No Gráfico 8, a bráctea de Princesa apresentou ótima atividade antioxidante, ficando em patamar semelhante à bráctea de maçã-comum em todas as concentrações ($p < 0,05$). Já a flor de Princesa apresentou valores parecidos com o ácido ascórbico e a flor de maçã, formando um grupo intermediário.

Gráfico 8 – Atividade antioxidante (FRAP) de extratos de Princesa (flor e bráctea) e de maçã-comum (flor e bráctea) nas concentrações de 26, 126 e 260 µg/mL, comparadas ao padrão ácido ascórbico.

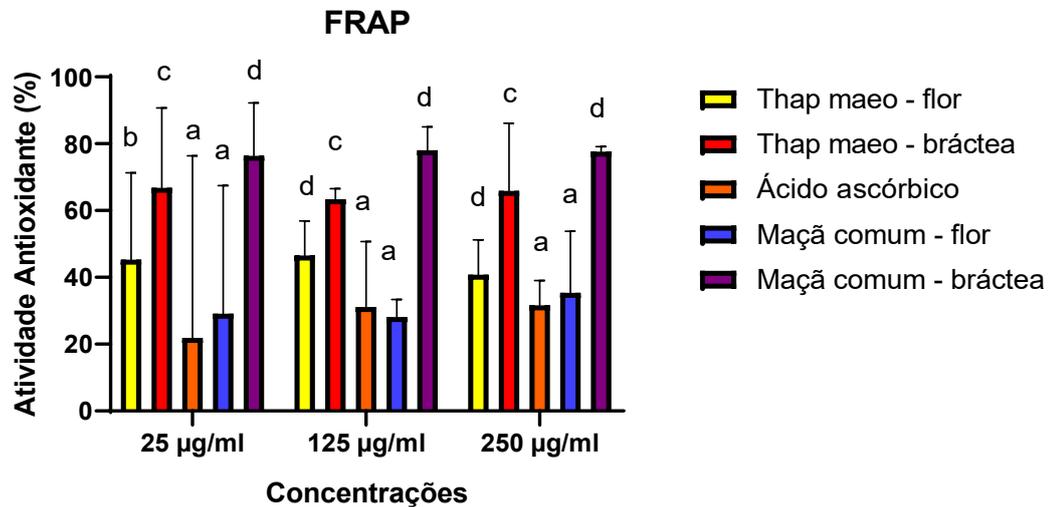


Legenda: Amarelo – Princesa (flor); Vermelho – (bráctea); Laranja – Ácido ascórbico; Azul – Maçã-comum (flor); Roxo – Maçã-comum (bráctea). Os resultados representam a média (n=2) ± desvio padrão. Médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes (p<0,05, ANOVA, seguido do teste de comparações múltiplas de Tukey).

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

No Gráfico 9, as brácteas de *Thap maeo* mostraram atividade FRAP significativamente maior que flores de *Thap maeo*, ácido ascórbico e maçã flor, em todas as concentrações (p < 0,05). Em particular, em 250 µg/mL, tanto a bráctea de *Thap maeo* quanto a de maçã-comum atingiram os maiores valores, destacando o alto potencial antioxidante de *Thap maeo* em doses elevadas. Já as flores de *Thap maeo*, o ácido ascórbico e a maçã-flor formaram um grupo inferior, sem se diferenciarem entre si (p > 0,05).

Gráfico 9 – Atividade antioxidante (FRAP) de extratos de Thap maeo (flor e bráctea) e de maçã-comum (flor e bráctea) nas concentrações de 26, 126 e 260 µg/mL, comparadas ao padrão ácido ascórbico.



Legenda: Amarelo – Thap mae (flor); Vermelho – (bráctea); Laranja – Ácido ascórbico; Azul – Maçã-comum (flor); Roxo – Maçã-comum (bráctea). Os resultados representam a média (n=2) ± desvio padrão. Médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes (p<0,05, ANOVA, seguido do teste de comparações múltiplas de Tukey).

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Os ensaios de atividade antioxidante, medidos pelo método FRAP, destacam o potencial das amostras de Thap maeo e de maçã-comum para a redução férrica em diferentes concentrações. Observou-se que a capacidade de reduzir Fe³⁺ aumenta à medida que cresce a concentração do extrato testado, evidenciando uma relação dose-resposta típica de compostos antioxidantes. Em comparação ao ácido ascórbico — referencial amplamente utilizado por sua potente ação redutora — várias amostras apresentaram atividade comparável ou até superior, especialmente nas concentrações mais elevadas.

A análise entre as flores e brácteas das variedades de banana estudadas revelou diferenças significativas na atividade antioxidante. Isso sugere variações nas concentrações de compostos bioativos entre as diferentes partes da planta. Enquanto as flores, de modo geral, exibiram maior atividade antioxidante que as brácteas, essa tendência não foi uniforme entre todas as variedades examinadas.

As variedades híbridas de banana, tais como 'Pacovan Ken', 'Prata anã' e 'Thap maeo', demonstraram um espectro amplo de atividades antioxidantes, com algumas destacando-se



por sua alta capacidade antioxidante, especialmente em concentrações maiores. Essas variações podem ser reflexo de diferenças genéticas, ilustrando a rica diversidade antioxidante presente nas bananas ⁽⁹⁾.

A maçã comum, usada como termo de comparação, mostrou de forma consistente uma atividade antioxidante elevada em todas as concentrações testadas, muitas vezes superando as variedades híbridas de banana. Este achado enfatiza o valor nutricional dos alimentos e sugere que a maçã comum pode ser uma fonte robusta de antioxidantes na dieta ^(47, 48).

Este estudo contribui para a compreensão da capacidade antioxidante das inflorescências de *Musa spp.*, destacando uma atividade antioxidante notavelmente maior nas brácteas em comparação com as flores. Este resultado contrasta com os achados de Padam *et al.* ⁽⁴⁹⁾, que ao estudar *Musa paradisiaca* cv. *Mysore* utilizando o método FRAP, observaram uma maior capacidade antioxidante nas flores do que nas brácteas. Esta discrepância realça a complexidade e a variabilidade intrínseca nas características bioquímicas das diferentes espécies de bananeira.

De acordo com Rodrigues ⁽¹⁾, a inflorescência da bananeira apresenta um elevado potencial antioxidante, alinhando-se com as descobertas deste estudo, que apontam as brácteas e as flores como fontes promissoras de antioxidantes, embora com variações significativas entre as partes da planta e as espécies estudadas. A importância da otimização dos métodos de extração na obtenção de compostos antioxidantes é frisada, visto que variações nos procedimentos de extração podem influenciar diretamente a eficácia na isolamento desses compostos das amostras, afetando a comparação entre brácteas e flores ⁽³⁸⁾.

Além disso, estudos como o de Kitdamrongsont *et al.* ⁽⁵⁰⁾ e Padam *et al.* ⁽⁴⁹⁾ indicam que as inflorescências de bananeira da variedade maçã são ricas em antocianinas, com propriedades antioxidantes e antibacterianas expressivas, reforçando o potencial das inflorescências de bananeira, incluindo brácteas e flores, como fontes valiosas de compostos bioativos. A ausência de identificação específica de antocianinas em nosso estudo não diminui a importância das brácteas e flores como fontes de antioxidantes, mas destaca a necessidade de investigações adicionais para uma compreensão mais completa de sua composição química e propriedades biológicas.



Conclusão

O estudo realizou triagem fitoquímica (flavonoides, taninos, alcaloides e terpenos) e perfil cromatográfico (CCD) das inflorescências de *Musa spp.*, revelando diferenças na composição entre flores e brácteas. Em seguida, as avaliações quantitativas pelo ensaio FRAP mostraram que quase todas as brácteas exibiram atividade antioxidante superior às flores e, em muitos casos, igual ou acima do ácido ascórbico. Dessa forma, as brácteas de *Musa spp.* surgem como opções valiosas para produtos funcionais, nutracêuticos ou farmacêuticos. A amplitude do estudo, ao incluir várias cultivares, cria uma base para que pesquisas futuras investiguem compostos específicos e transformem esses resíduos em aplicações terapêuticas e industriais.

Referências

1. Rodrigues AS. Extração e caracterização de diferentes constituintes da inflorescência de bananeira e aplicação em produtos cárneos [Internet] [Tese]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2020 [citado 4 de jun. de 2025]. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/22935>
2. Rosa RH, Fernandes MR, Melo ES, Arakaki DG, Lima NV, Leite LC, et al. Determination of Macro- and Microelements in the Inflorescences of Banana Tree Using ICP OES: Evaluation of the Daily Recommendations of Intake for Humans. *ScientificWorldJournal*. 2020;2020:8383612.
3. Panyayong C, Srikaeo K. Foods from banana inflorescences and their antioxidant properties: An exploratory case in Thailand. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2022;28:100436.
4. Fingolo CE, Braga JM, Vieira AC, Moura MR, Kaplan MA. The natural impact of banana inflorescences (*Musa acuminata*) on human nutrition. *An Acad Bras Ciênc*. 2012;84(4):891–8.
5. Khanum F, Siddalinga Swamy M, Sudarshana Krishna KR, Santhanam K, Viswanathan KR. Dietary fiber content of commonly fresh and cooked vegetables consumed in India. *Plant Foods Hum Nutr*. 2000;55(3):207–18.



6. Sheng ZW, Ma WH, Gao JH, Bi Y, Zhang WM, Dou HT, et al. Antioxidant properties of banana flower of two cultivars in China using 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH,) reducing power, 2,2'-azinobis-(3-ethylbenzthiazoline-6- sulphonate (ABTS) and inhibition of lipid peroxidation assays. *African Journal of Biotechnology*. 2011;10(21):4470–7.
7. Alim Z, Kiliç N, Şengül B, Beydemir Ş. Inhibition behaviours of some phenolic acids on rat kidney aldose reductase enzyme: an in vitro study. *J Enzyme Inhib Med Chem*. 2017;32(1):277–84.
8. Tundis R, Loizzo MR, Menichini F. Natural Products as α -Amylase and α -Glucosidase Inhibitors and their Hypoglycaemic Potential in the Treatment of Diabetes: An Update. *Mini Reviews in Medicinal Chemistry*. 2010;10(4):315–31.
9. Nomura ES, Damatto Júnior ER, Maruyama IS, Mendonça JC, Saes LA, Penteado LAC, Kobori RT, Moraes WS. *Cultivo da bananeira*. Campinas: CDRS; 2020. (Manual Técnico, 82).
10. Pereira A, Maraschin M. Banana (*Musa spp*) from peel to pulp: Ethnopharmacology, source of bioactive compounds and its relevance for human health. *Journal of Ethnopharmacology*. 2015;160:149–63.
11. Mathew NS, Negi PS. Traditional uses, phytochemistry and pharmacology of wild banana (*Musa acuminata* Colla): A review. *Journal of Ethnopharmacology*. 2017;196:124–40.
12. Silva JP, Fernandes MB, Jesus JH, Tristão TC. Valorization of banana flower residues: potential therapeutic and antioxidant applications. *Lumen et Virtus*. 2024;15(41):5173–87.
13. Chianese G, Yerbanga SR, Lucantoni L, Habluetzel A, Basilico N, Taramelli D, et al. Antiplasmodial triterpenoids from the fruits of neem, *Azadirachta indica*. *J Nat Prod*. 2010;73(8):1448–52.
14. Siddiqui BS, Afshan F, Faizi S, Naeem-UI-Hassan Naqvi S, Tariq RM. Two new triterpenoids from *Azadirachta indica* and their insecticidal activity. *J Nat Prod*. 2002;65(8):1216–8.
15. Matos FJ. *Introdução à fitoquímica experimental*. 3. ed. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; 2009.
16. Costa LP, Araújo MR. *Documentação química e farmacológica de espécies vegetais do cerrado e caatinga piauiense*. Piauí: Universidade Federal do Piauí; 2012.
17. Barbosa HM, Albino AM, Cavalcante FS, Lima RA. Abordagem fitoquímica de metabólitos secundários em *Solanum acanthodes* (Solanaceae) Hook. *South Am J Basic Educ Technol*. 2017;4(1):30-41.



18. Prasniewski A. Isolamento de compostos bioativos das folhas de jambo (*Syzygium malaccense*) [Internet] [dissertação]. Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2019 [citado 4 de junho de 2025]. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/handle/1/4066>
19. Baba SA, Malik SA. Evaluation of antioxidant and antibacterial activity of methanolic extracts of *Gentiana kurroo royle*. *Saudi J Biol Sci*. 2014 Nov;21(5):493–8.
20. Chung YC, Chang CT, Chao WW, Lin CF, Chou ST. Antioxidative activity and safety of the 50 ethanolic extract from red bean fermented by *Bacillus subtilis* IMR-NK1. *J Agric Food Chem*. 2002 Apr 10;50(8):2454–8.
21. Ruch RJ, Cheng SJ, Klaunig JE. Prevention of cytotoxicity and inhibition of intercellular communication by antioxidant catechins isolated from Chinese green tea. *Carcinogenesis*. 1989 Jun;10(6):1003–8.
22. Valsalam S, Agastian P, Esmail GA, Ghilan AKM, Al-Dhabi NA, Arasu MV. Biosynthesis of silver and gold nanoparticles using *Musa acuminata colla* flower and its pharmaceutical activity against bacteria and anticancer efficacy. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 2019 Dec 1;201:111670.
23. Sumathy, V., Lachumy, S. J., Zakaria, Z., Sasidharan, S. In Vitro Bioactivity and Phytochemical Screening of *Musa Acuminata* Flower. *Pharmacologyonline*. 2011;2:118–27.
24. Obiageli, O.A., Izundu, A.I., Ikeyi, A.P. and Ukamaka, O.G. (2016) Proximate Compositions of Fruits of Three *Musa* Species at Three Stages of Development. *Journal of Dental and Medical Sciences*. 2016;15:107–17.
25. Gobbo-Neto L, Lopes NP. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. *Quím Nova*. 2007 Abr;30:374–81.
26. Gervásio SV, Batitucci MD. Review: Biological, antioxidant and phytochemical activities of *Musa* spp. *Ciencia Rural*. 2023;53(12):e20220987.
27. Oliveira, B.G, et al. Phenolic and glycidic profiling of bananas *Musa* sp associated with maturation stage and cancer chemoprevention activities. *Microchem. J*. 2020;153:104391.
28. Kibria AA, Kamrunnessa, Rahman MM, Kar A. Extraction and Evaluation of Phytochemicals from Banana Peels (*Musa sapientum*) and Banana Plants (*Musa paradisiaca*). *Malaysian Journal of Halal Research*. 2020 Jan;2(1):22–6.
29. Behiry SI, Okla MK, Alamri SA, EL-Hefny M, Salem MZ, Alaraidh IA, et al. Antifungal and Antibacterial Activities of *Musa paradisiaca* L. Peel Extract: HPLC Analysis of Phenolic and Flavonoid Contents. *Processes*. 2019 Apr;7(4):215.



30. Swargiary MD. Study of Phytochemical Content and Antioxidant Properties of Musa Balbisiana Corm Extract. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2020 Nov 30;82(4):707–12.
31. Bashir F, Hassan A, Mushtaq A, Rizwan S, Jabeen U, Raza M, et al. Phytochemistry and Antimicrobial Activities of Different Varieties of Banana (*Musa Acuminata*) Peels Available in Quetta City. *Polish Journal of Environmental Studies*. 2020;30(2):1531–8.
32. Basumatary S, Nath N. Assessment of Chemical Compositions and in vitro Antioxidant Properties of *Musa balbisiana* Colla Inflorescence. 2018;10(1):80-85.
33. Evbuomwan L, Jacob IB, Onodje GO, Patrick CE. Evaluating the antibacterial activity of *Musa acuminata* (banana) fruit peels against multidrug resistant bacterial isolates. *Int J Novel Res Life Sci*. 2018;5(3):26–31.
34. Umamaheswari A, Puratchikody A, Prabu SL, Jayapriya T. Phytochemical screening and antimicrobial effects of *Musa acuminata* bract. *Intl. Res. J Pharm*. 2017;8(8):41–44.
35. Zapala W, Waksmundzka-Hajnos M. Retention process in reversed phase TLC systems with polar bonded stationary phases. *J Sep Sci*. 2005 Apr;28(6):566–74.
36. Ghafar SA, Fikri IH, Eshak Z. Antioxidant Activity of *Musa Paradisiaca* (Banana) Soft Pith and Its Cytotoxicity Against Oral Squamous Carcinoma Cell Lines [Internet]. 2019 [citado 25 de novembro de 2023]. Disponível em: <http://localhost:8080/jspui/handle/123456789/5365>.
37. Yadav A. Banana (*Musa acuminata*): most popular and common Indian plant with multiple pharmacological potentials. *World J Biol Pharm Health Sci*. 2021;7(1):36-44.
38. Gonzalez-Montelongo M, Gloria L, Monica G. Antioxidant activity in banana peel extracts: testing extraction conditions and related bioactive compounds. *Food Chemistry*. 2010;119(3):1030–9.
39. Soares NP, Santos PL, Vieira VS, Pimenta VSC, Araújo EG. Técnicas de prospecção fitoquímica e sua importância para o estudo de biomoléculas derivadas de plantas. *Enciclopédia Biosfera*. 2016;13(24):991–1010.
40. Santos VJ, Biondo PBF, Visentainer JV. Avaliação dos componentes lipídicos e antioxidantes do óleo de canola extraído à frio sob diferentes condições. *Braz Appl Sci Rev*. 2020;4(3):942–55.
41. Amri FSA, Hossain MA. Comparison of total phenols, flavonoids and antioxidant potential of local and imported ripe bananas. *Egypt J Basic Appl Sci*. 2018 Dec 1;5(4):245–51.
42. Meyers CLF, Meyers DJ. Thin-layer chromatography. *Curr Protoc Nucleic Acid Chem*. 2008;34(1):A.3D.1–A.3D.13.
43. Bonato, C. B. *Introdução a Métodos Cromatográficos*. 7. ed. Campinas: UNICAMP; 1997.



44. Wagner H, Bladt S, Zgainski EM. Plant drug analysis. Munich: Institut für Pharmazeutische Biologie der Universität München; 1984. p. 307.
45. Lin L, Zhang J. Discussion of the validation of thin-layer chromatographic procedure in pharmaceutical analysis. *Se Pu*. 1997;15(4):310–313.
46. Rodger A, Sanders K. Biomacromolecular applications of UV-visible absorption spectroscopy. In: Lindon JC, editor. *Encyclopedia of spectroscopy and spectrometry*. 2nd ed. Oxford: Academic Press; 1999. p. 166–173.
47. Rao US. phytochemical screening, total flavonoid and phenolic content assays of various solvent extracts of tepal of *Musa paradisiaca* [Internet]. *Malaysian Journal of Analytical Science*. 2016 [citado 19 de agosto de 2023];20(5). Disponível em: <https://doi.org/10.17576/mjas-2016-2005-25>.
48. Sharma M, Akhtar N, Sambhav K, Shete G, K. Bansal A, S. Sharma S. Emerging Potential of Citrus Flavanones as an Antioxidant in Diabetes and its Complications. *Current Topics in Medicinal Chemistry*. 2015 Jan 1;15(2):187–95.
49. Padam BS, Tim HS, Chye FY, Abdullah MI. Antibacterial and antioxidative activities of the various solvent extract of banana (*Musa paradisiaca* cv. Mysore) inflorescences. *J Biol Sci*. 2012;12(2):62–73.
50. Kitdamrongsont K, Kongkaew C, Chaiwut P, Thavorn V, Siripatanadilok S. Anthocyanin composition of wild bananas in Thailand. *J Agric Food Chem*. 2008;56(22):10853-10857.



10.31072/rcf.v16i1.1482

Este é um trabalho de acesso aberto e distribuído sob os Termos da *Creative Commons Attribution License*. A licença permite o uso, a distribuição e a reprodução irrestrita, em qualquer meio, desde que creditado as fontes originais.



Open Access