

TOXICIDADE DE EXTRATO HIDROALCOÓLICO DE UMBIGO DE BANANEIRA (*Musa spp.*): ESTUDO PRELIMINAR PARA VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS

João Paulo Souza Simão da Silva¹;

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/7841029208358032>

Mirian Bomfim Fernandes²;

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/9246208295229219>

Jociel Honorato de Jesus³;

Centro Universitário Faema (UNIFAEMA), Ariquemes, Rondônia.

<http://lattes.cnpq.br/4398208552140223>

Taline Canto Tristão⁴.

Centro Universitário Faema (UNIFAEMA), Ariquemes, Rondônia.

<http://lattes.cnpq.br/7677182406742151>

RESUMO: A bananicultura (*Musa spp.*) é uma atividade agrícola de grande relevância econômica e social, mas gera quantidades expressivas de resíduos, entre os quais o umbigo de bananeira (inflorescência), geralmente descartado. Essa parte da planta contém compostos bioativos, como flavonoides, fitoesteróis e ácidos fenólicos, que podem apresentar aplicações funcionais e industriais. No entanto, a ausência de estudos toxicológicos limita sua utilização segura em alimentos e produtos terapêuticos. O presente estudo teve como objetivo avaliar a toxicidade do extrato hidroalcoólico de flores e brácteas de diferentes cultivares de *Musa spp.* utilizando o bioensaio com *Artemia salina*. Foram testados extratos obtidos por maceração hidroalcoólica, e a toxicidade foi determinada por meio do cálculo da concentração letal média (CL₅₀). Os resultados indicaram variação significativa entre cultivares e estruturas vegetais (flores e brácteas), com valores de CL₅₀ variando de 34,40 µg/mL a 104,00 µg/mL. Em geral, as brácteas apresentaram menor toxicidade em comparação às flores. Esses achados evidenciam que a toxicidade do umbigo de bananeira depende tanto da cultivar quanto da parte analisada, reforçando a necessidade de estudos complementares para a caracterização fitoquímica e toxicológica. Conclui-se que a valorização desse resíduo agrícola pode contribuir para práticas mais sustentáveis, desde que associada à avaliação rigorosa de segurança.

PALAVRAS-CHAVE: *Musa spp.* Toxicidade. *Artemia salina*.

TOXICITY OF HYDROALCOHOLIC EXTRACT OF BANANA INFLORESCENCE (*Musa spp.*): A PRELIMINARY STUDY FOR AGRICULTURAL RESIDUE VALORIZATION

ABSTRACT: Banana cultivation (*Musa spp.*) is an agricultural activity of great economic and social relevance, but it generates considerable amounts of residues, including the banana inflorescence (commonly known as banana blossom), which is usually discarded. This plant part contains bioactive compounds such as flavonoids, phytosterols, and phenolic acids, which may have functional and industrial applications. However, the lack of toxicological studies limits its safe use in food and therapeutic products. This study aimed to evaluate the toxicity of the hydroalcoholic extract of flowers and bracts from different *Musa spp.* cultivars using the *Artemia salina* bioassay. Extracts were obtained by hydroalcoholic maceration, and toxicity was assessed through the calculation of the median lethal concentration (LC₅₀). Results revealed significant variation between cultivars and plant structures (flowers and bracts), with LC₅₀ values ranging from 34.40 µg/mL to 104.00 µg/mL. Overall, bracts showed lower toxicity compared to flowers. These findings indicate that the toxicity of banana inflorescence depends on both the cultivar and the plant tissue analyzed, highlighting the need for further phytochemical and toxicological characterization. In conclusion, the valorization of this agricultural residue can contribute to more sustainable practices, provided that safety assessments are rigorously addressed.

KEY-WORDS: *Musa spp.* Toxicity. *Artemia salina*.

INTRODUÇÃO

A bananicultura (*Musa spp.*) é uma das atividades agrícolas de maior relevância no mundo, com grande impacto econômico, social e nutricional. Presente em mais de 128 países, a banana é amplamente consumida tanto *in natura* quanto processada, consolidando-se como um dos principais alimentos de base para populações de regiões tropicais e subtropicais (Baptistella; Coelho; Ghobril, 2017; De Olanda Souza *et al.*, 2022). No Brasil, a cultura é cultivada em praticamente todos os estados, favorecida pela adaptabilidade da planta a diferentes ecossistemas e pelo seu importante papel na agricultura familiar (Embrapa, 2019).

Além do fruto, diversas partes da bananeira – como folhas, raízes, cascas, pseudocaule e inflorescências – apresentam histórico de uso na medicina tradicional, em diferentes culturas, para o tratamento de condições como diarreia, úlceras, inflamação e diabetes mellitus (Nirmala *et al.*, 2012; Passo Tsamo *et al.*, 2015). Em particular, a inflorescência, popularmente conhecida como umbigo de bananeira, é uma fonte significativa de compostos bioativos, incluindo flavonoides, saponinas, fitoesteróis e ácidos fenólicos como catequina e isoquercetina (Bortolanza; Nunes; Quináia, 2024; Lau *et al.*, 2020).

Apesar do reconhecido potencial bioativo, a inflorescência da bananeira é comumente descartada durante a colheita, sendo considerada um resíduo agroindustrial subutilizado (Rodrigues, 2020). A sua valorização pode reduzir o desperdício, gerar ganhos socioeconômicos para pequenos produtores e impulsionar a economia circular, ao alinhar a produção agrícola com práticas mais sustentáveis (Nogueira *et al.*, 2022).

Além disso, seu perfil químico, rico em compostos fenólicos, flavonoides e terpenoides, está associado a propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, antidiabéticas e antimicrobianas (Ganugapati; Baldwa; Lalani, 2012; Ahmad *et al.*, 2015; Mostafa *et al.*, 2021). Estudos indicam que o consumo da inflorescência pode proporcionar benefícios à saúde, como a melhora da função intestinal, auxílio no controle de peso, estímulo à lactação e redução do risco de doenças cardiovasculares (Amornlerdpison *et al.*, 2020; Nogueira *et al.*, 2022).

Entretanto, apesar da crescente evidência científica sobre os benefícios do consumo de flores de bananeira, a caracterização toxicológica desses extratos ainda é incipiente, o que limita sua aplicação segura em produtos alimentícios e terapêuticos. Dessa forma, torna-se essencial avaliar a toxicidade de extratos obtidos a partir da inflorescência de *Musa spp.*, especialmente os produzidos com solventes hidroalcoólicos, que permitem a extração de uma gama mais ampla de compostos bioativos.

Neste contexto, este estudo tem como objetivo avaliar a toxicidade do extrato hidroalcoólico de flores e brácteas de diferentes cultivares de *Musa spp.* utilizando o bioensaio com *Artemia salina*. Essa avaliação contribui para a valorização de um resíduo agrícola com alto potencial funcional, fomentando sua utilização segura em diferentes setores industriais.

OBJETIVO

Avaliar a toxicidade do extrato hidroalcoólico de flores e brácteas de diferentes cultivares de *Musa spp.* utilizando o bioensaio com *Artemia salina*.

METODOLOGIA

Obtenção e preparo dos extratos

As amostras de botões florais de *Musa spp.* (variedades BRS Pacoua, BRS Vitória, FHIA 17, FHIA 18, Galil 18, Pacovan Ken, Prata Anã, Princesa, Thap Maeo e banana maçã) foram obtidas por meio de colaboração com a EMBRAPA (Porto Velho-RO). As variedades foram desenvolvidas por melhoramento convencional (hibridização e seleção) visando resistência a doenças, qualidade do fruto e adaptação ambiental. Duas inflorescências de cada variedade foram selecionadas, desmembradas em brácteas e flores, lavadas, secas ao ar e em estufa a 40 °C por 5 dias, moídas e tamisadas (malha nº 20; 0,85 mm). Para a

extração, utilizou-se maceração adaptada de Chianese *et al.* (2010) e Siddiqui *et al.* (2002): 10 g de material (brácteas e flores separadamente) foram imersos em 70% de metanol (168 mL) e água destilada (72 mL), mantidos sob agitação constante e protegidos da luz por 48 h à temperatura ambiente. Após filtração a vácuo e secagem com sulfato de sódio, os extratos foram concentrados em banho-maria a 60 °C por cerca de 72 h sob pressão reduzida e armazenados em frascos âmbar de 30 mL.

Bioensaio de toxicidade contra a *Artemia salina* (TAS)

O ensaio de toxicidade foi conduzido conforme adaptação da metodologia proposta por Harada (2009). A solução salina foi preparada utilizando sal marinho sintético e água destilada, na proporção de 38 g de sal para cada litro de água. Essa solução foi dividida em duas partes: uma destinada à eclosão dos ovos e outra para a preparação das diluições das soluções-teste. Para a eclosão, aproximadamente 10 mg de ovos de *Artemia salina* foram adicionados a 100 mL da solução salina e mantidos sob iluminação artificial a 28 °C por aproximadamente 24 horas.

Após esse período, os náuplios (estágio inicial de desenvolvimento da *A. salina*) foram coletados e transferidos para um recipiente de vidro apropriado, permitindo que atingissem o estágio de metanáuplio (aproximadamente 48 horas após a eclosão). Em seguida, foram preparadas as soluções-teste a partir do extrato hidroalcoólico da inflorescência da bananeira (umbigo), em diferentes concentrações expressas em µg/mL.

Os testes foram realizados em duplicata em placas de 96 poços, contendo, em média, dez larvas no estágio de metanáuplio por poço. O controle negativo consistiu na solução salina sem adição do extrato. Após 24 horas de exposição, foi realizada a contagem das larvas sobreviventes e mortas, para posterior cálculo da CL₅₀ (concentração letal média) de cada extrato testado.

Análise de dados

Os dados foram inicialmente tabulados no software Microsoft Excel® 365 para cálculo das estatísticas descritivas (média e desvio padrão). Os valores de CL₅₀ (concentração letal média) foram estimados por regressão não linear, utilizando a função `drm()` da biblioteca `drc` no software R (versão 4.3.2). As diferenças entre as médias foram avaliadas por análise de variância (ANOVA), seguida do teste de comparações múltiplas de Tukey ($p < 0,05$), utilizando as bibliotecas `stats` e `multcompView` do mesmo software. Os resultados foram expressos como média $\pm$ desvio padrão, e as diferenças estatisticamente significativas foram indicadas por letras distintas conforme agrupamento pelo teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de CL_{50} obtidos para os extratos de flores e brácteas das diferentes cultivares de bananeira estão apresentados na Tabela 1. Observa-se que houve variação significativa entre as cultivares, tanto para flores quanto para brácteas ($p < 0,05$), conforme indicado pelas letras do teste de Tukey.

Tabela 1: Valores de CL_{50} ($\mu\text{g/mL}$) $\pm$ desvio padrão dos extratos de flores e brácteas de diferentes cultivares de bananeira.

Cultivar	Flores $CL_{50} \pm DP$ (Grupo)	Brácteas $CL_{50} \pm DP$ (Grupo)
BRS Pacoua	$73,00 \pm 1,13^c$	$104,00 \pm 0,20^a$
BRS Vitória	$35,53 \pm 11,05^d$	$103,78 \pm 0,20^a$
FHIA 17	$75,68 \pm 20,86^{bc}$	$61,28 \pm 8,94^{cd}$
FHIA 18	$93,36 \pm 18,91^{bc}$	$79,18 \pm 34,25^{bc}$
Princesa	$36,33 \pm 11,32^d$	$96,30 \pm 10,04^{ab}$
Thap Maeo	$88,72 \pm 21,50^a$	$69,90 \pm 2,77^{cd}$
Maçã comum	$90,34 \pm 19,20^{abc}$	$87,90 \pm 22,67^a$
Galil 18	$103,09 \pm 0,23^{ab}$	$103,78 \pm 0,20^a$
Pacovan Ken	$95,01 \pm 12,60^{bc}$	$63,20 \pm 6,70^d$
Prata Anã	$98,06 \pm 0,24^{bc}$	$34,40 \pm 13,50^e$

Legenda: Valores apresentados como média $\pm$ desvio padrão ($n = 2$). Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as médias pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Cultivares que compartilham a mesma letra não diferem entre si.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Para as flores, a cultivar Thap Maeo apresentou o maior valor de CL_{50} ($88,72 \pm 21,50 \mu\text{g/mL}$), diferindo significativamente das cultivares BRS Vitória ($35,53 \pm 11,05 \mu\text{g/mL}$) e Princesa ($36,33 \pm 11,32 \mu\text{g/mL}$), que exibiram os menores valores, indicando maior toxicidade. As demais cultivares situaram-se em grupos intermediários, sem diferenças estatísticas relevantes entre si.

Em relação às brácteas, os maiores valores de CL_{50} foram observados para BRS Pacoua, BRS Vitória, Galil 18 e Maçã Comum, que compuseram o grupo com menor toxicidade (103,78 a 104 $\mu\text{g/mL}$). Por outro lado, a cultivar Prata Anã apresentou o menor CL_{50} ($34,40 \pm 13,50 \mu\text{g/mL}$), sendo significativamente mais tóxica em comparação às demais.

De forma geral, observa-se que as brácteas apresentaram valores de CL_{50} mais elevados do que as flores, sugerindo menor toxicidade nessa estrutura vegetal. Esse resultado pode estar associado a diferenças no perfil fitoquímico entre flores e brácteas,

o que reforça a necessidade de estudos complementares para elucidar quais compostos bioativos contribuem para essas variações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os extratos de flores e brácteas das diferentes cultivares de bananeira apresentaram variação significativa nos valores de CL_{50} frente à *Artemia salina*, evidenciando diferenças no potencial tóxico entre as amostras. De maneira geral, os extratos de brácteas exibiram valores de CL_{50} mais elevados do que os extratos de flores, indicando menor toxicidade.

Entre as flores, a cultivar Thap Maeo apresentou o maior CL_{50} , destacando-se como a de menor toxicidade, enquanto BRS Vitória e Princesa foram as mais tóxicas. Para as brácteas, os maiores valores de CL_{50} foram observados em BRS Pacoua, BRS Vitória, Galil 18 e Maçã Comum, enquanto a cultivar Prata Anã apresentou o menor valor, sendo a mais tóxica.

Esses resultados sugerem que a toxicidade dos extratos está relacionada tanto à cultivar quanto ao tipo de tecido avaliado, possivelmente refletindo diferenças no perfil fitoquímico das flores e brácteas. Além disso, o uso de *Artemia salina* mostra-se uma técnica alternativa viável e promissora na área de toxicidade dos alimentos, por se tratar de um bioindicador simples, rápido e de baixo custo (Camilo, 2021). Assim, os dados obtidos contribuem para a compreensão da variabilidade biológica entre cultivares e podem subsidiar estudos futuros voltados à segurança e ao potencial biotecnológico desses extratos.

REFERÊNCIAS

- AMORNLERDPISON, D. *et al.* Bioactive Compounds and Antioxidant Properties of Banana Inflorescence in a Beverage for Maternal Breastfeeding. **Applied Sciences**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 343, 2020.
- BAPTISTELLA, C. S. L.; COELHO, P. J.; GHOBIL, C. N. A Bananicultura no Estado de São Paulo: 2014 a 2018. **IEA- Instituto de Economia Agrícola**, 2019. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=14716>. Acesso em: 05 ago. 2025.
- BORTOLANZA, A.; NUNES, C. N.; QUINÁIA, S. P. Inflorescência da bananeira: uma opção a mais na dieta alimentar. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 955–965, 2024.
- CAMILO, F. F. Utilização do bioindicador *Artemia salina* na avaliação toxicológica em extratos vegetais de *Allium sativum* com presença de praguicidas. **Revista Saúde e Meio Ambiente**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 31–45, 2021.
- CHIANESE, G. *et al.* Antiplasmodial triterpenoids from the fruits of neem, *Azadirachta indica*. **Journal of Natural Products**, [s. l.], v. 73, n. 8, p. 1448–1452, 2010.

DE OLANDA SOUZA, G. H. *et al.* Agroclimatic zoning for bananas under climate change in Brazil. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [s. l.], v. 102, n. 14, p. 6511–6529, 2022.

EMBRAPA. Banana. **Portal Embrapa**, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/banana>. Acesso em: 5/8/2025.

GANUGAPATI, J.; BALDWA, A.; LALANI, S. Molecular docking studies of banana flower flavonoids as insulin receptor tyrosine kinase activators as a cure for diabetes mellitus. **Bioinformation**, [s. l.], v. 8, n. 5, p. 216–220, 2012.

LAU, B. F. *et al.* Banana inflorescence: Its bio-prospects as an ingredient for functional foods. **Trends in Food Science and Technology**, [s. l.], v. 97, p. 14–28, 2020.

MOSTAFA, H. S. Banana plant as a source of valuable antimicrobial compounds and its current applications in the food sector. **Journal of Food Science**, [s. l.], v. 86, n. 9, p. 3778–3797, 2021.

NIRMALA, M. *et al.* Hepatoprotective activity of *Musa paradisiaca* on experimental animal models. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 11–15, 2012.

NOGUEIRA, M. D. O. *et al.* Perfil nutricional e benefícios de partes comestíveis não convencionais de bananeiras: Nutritional profile and benefits of non-conventional banana edible parts. **Brazilian Journal of Development**, [s. l.], v. 8, n. 11, p. 73473–73492, 2022.

PASSO TSAMO, C. V. *et al.* Phenolic profiling in the pulp and peel of nine plantain cultivars (*Musa* sp.). **Food Chemistry**, [s. l.], v. 167, p. 197–204, 2015.

RODRIGUES, A. S. **Extração e caracterização de diferentes constituintes da inflorescência de bananeira e aplicação em produtos cárneos**. 2020. Tese - Universidade Federal de Santa Maria, [s. l.], 2020. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/22935>. Acesso em: 5 ago. 2025.

SANTOS, B. F. de S. *et al.* TOXICIDADE DE PRODUTOS NATURAIS E A ARTEMIA SALINA. *In: CIÊNCIAS AGRÁRIAS: LIMITES E POTENCIALIDADES EM PESQUISA - VOLUME 3*, 2023. **Anais [...]**. [S. l.]: Editora Científica Digital, 2023. p. 9–27. Disponível em: <http://www.editoracientifica.com.br/artigos/toxicidade-de-produtos-naturais-e-a-artemia-salina>. Acesso em: 2 ago. 2025.

SIDDIQUI, B. S. *et al.* Two new triterpenoids from *Azadirachta indica* and their insecticidal activity. **Journal of Natural Products**, [s. l.], v. 65, n. 8, p. 1216–1218, 2002.