

Artigo original

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14511118>**EFEITOS DOS EXTRATOS DE *Mormodica charantia* L. NO CRESCIMENTO RADICULAR E ATIVIDADE DA PEROXIDASE EM *Allium cepa* L.***EFFECTS OF EXTRACTS OF *Mormodica charantia* L. ON ROOT GROWTH AND PEROXIDASE ACTIVITY IN *Allium cepa* L.*João Paulo Souza Simão da Silva<sup>1</sup> Geise Camila dos Santos de Oliveira<sup>2</sup> Jociel Honorato de Jesus<sup>3</sup> **RESUMO**

Este estudo investigou os efeitos de extratos aquosos de folhas frescas e secas de *Mormodica charantia* L. sobre o crescimento radicular e a atividade enzimática da peroxidase em bulbos de *Allium cepa* L. A inibição relativa do crescimento das raízes e a atividade da peroxidase foram avaliadas tanto na porção escamosa (catafilo) quanto na porção central (gema) em diferentes concentrações dos extratos. Os resultados indicaram que os extratos influenciaram o crescimento das raízes de maneira distinta entre as concentrações, sem uma correlação significativa observada entre o tipo de extrato e o efeito da concentração. A atividade da peroxidase variou entre as regiões do bulbo e os tipos de extrato, com extratos frescos geralmente apresentando valores mais baixos em comparação com os secos. Esses achados sugerem que os extratos de *Mormodica charantia* L. impactam significativamente a atividade enzimática da peroxidase em diferentes regiões do bulbo, destacando as potenciais propriedades bioquímicas da planta.

---

Autor corresponde: João Paulo Souza Simão da Silva, joapaulosouza\_@hotmail.com

1,2,3 Centro Universitário Faema – UNIFAEMA, Ariquemes, Rondônia - RO

**PALAVRAS-CHAVE:** Extratos aquosos; *Mormodica charantia* L.; Crescimento radicular; Peroxidase; *Allium cepa* L.

## **ABSTRACT**

This study investigated the effects of aqueous extracts from fresh and dried leaves of *Mormodica charantida* L. on the root growth and peroxidase enzymatic activity in *Allium cepa* L. bulbs. Relative root growth inhibition and peroxidase activity in both the scaly portion (catafilo) and the central portion (gema) were evaluated across varying concentrations of the extracts. Findings showed that the leaf extracts influenced root growth differently across concentrations, with no significant correlation observed between extract type and concentration effect. Peroxidase activity varied between the bulb regions and extract types, with fresh extracts generally showing lower values compared to dried ones. The results suggest that *Mormodica charantida* L. extracts significantly impact peroxidase enzymatic activity in different bulb regions, highlighting the potential biochemical properties of the plant.

**KEYWORDS:** Aqueous extracts; *Mormodica charantia* L.; Root growth; Peroxidase; *Allium cepa* L.

## **INTRODUÇÃO**

Os compostos antioxidantes têm sido amplamente estudados devido ao seu potencial efeito na prevenção e tratamento de diversas doenças crônicas. Tais compostos são capazes de proteger as células do organismo contra os danos causados pelos radicais livres, que são moléculas instáveis e altamente reativas produzidas naturalmente pelo nosso corpo ou provenientes do ambiente (SILVA *et al.*, 2010). Esses radicais livres podem causar danos às células, como alterações no DNA, danos às proteínas e às membranas celulares, o que pode levar a doenças como câncer, doenças cardiovasculares, Alzheimer e outras doenças neurodegenerativas (PREVEDELLO & COMACHIO, 2021).

Diversos alimentos e plantas contêm compostos antioxidantes, como vitaminas C e E, carotenoides, polifenóis e flavonoides. Entre esses alimentos, a *Mormodica*

*charantia*, ou melão-de-são-caetano, tem se destacado como uma fonte rica em compostos antioxidantes e com potencial para a prevenção e tratamento de doenças crônicas (JIA *et al.*, 2017).

Estudos têm demonstrado que a *Mormodica charantia* L. contém compostos como alcaloides, flavonoides, terpenos, ácidos fenólicos e glicosídeos, que conferem suas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, hipoglicemiantes, antimicrobianas e antiproliferativas. Esses compostos têm sido alvo de estudos para compreender melhor seus mecanismos de ação e sua eficácia na prevenção e tratamento de diversas doenças crônicas (ASSIS *et al.*, 2015; ÇIÇEK, 2022).

Neste contexto, o presente estudo visa investigar os efeitos dos extratos aquosos de folhas de *Mormodica charantia* L. sobre o crescimento radicular e a atividade enzimática da peroxidase em bulbos de *Allium cepa* L., avaliando a inibição relativa do crescimento das raízes em diferentes concentrações dos extratos, quantificando e analisando a atividade enzimática da peroxidase em diferentes partes do bulbo (porção escamosa e central) e contrastando os efeitos dos extratos de folhas frescas versus secas em relação à inibição do crescimento radicular e à atividade enzimática da peroxidase.

## **MÉTODO**

### **Caracterização do Estudo**

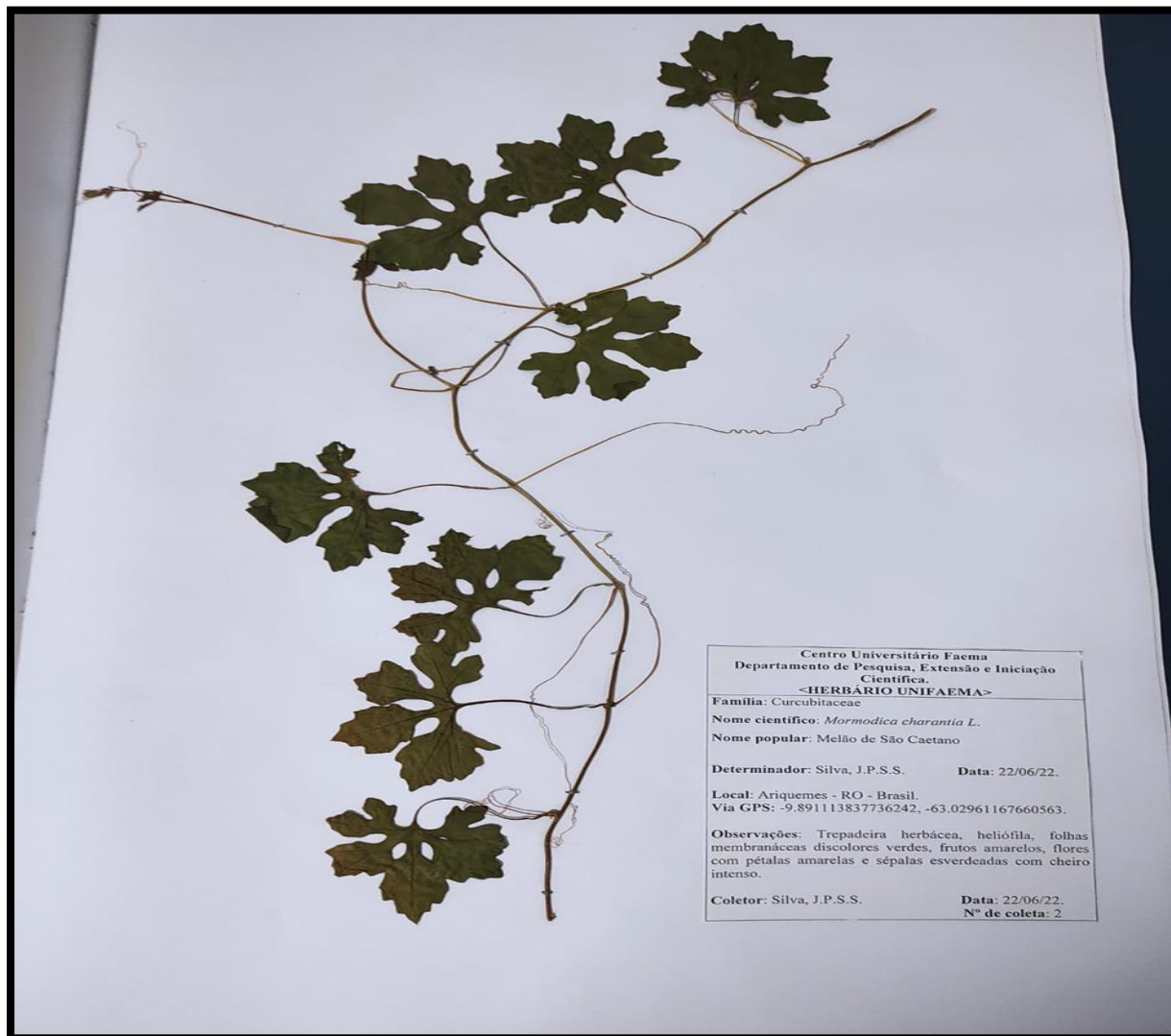
A pesquisa foi realizada no Laboratório de Química Geral do Centro Universitário Faema - UNIFAEMA, utilizando abordagem quali-quantitativa observacional para investigar o efeito dos extratos aquosos de melão de são caetano no crescimento radicular do bulbo da cebola por meio do teste *A. cepa*. Ainda, foi avaliado o efeito dos extratos aquosos de melão de São Caetano no estresse oxidativo do bulbo da cebola, através da análise da atividade da enzima antioxidante peroxidase.

### **Amostra do Estudo**

Foram utilizadas folhas de *Mormodica charantia* L., popularmente conhecida como melão de são caetano, coletadas em junho de 2022 em um município do Vale do Jamari, cujas coordenadas geográficas foram registradas via GPS (-

9.891113837736242, -63.02961167660563). Em seguida, as folhas foram prensadas, identificadas e comparadas com espécimes da EMBRAPA, para posterior depósito no Herbário do Centro Universitário Faema – UNIFAEMA (IMAGEM 1).

**Imagem 1-** Exsicata da planta *Mormodica charantia* L.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

### Obtenção dos Extratos

De acordo com o método adaptado de Torres et al. (2006), para a preparação do EAFS (Extrato de Folhas Secas) de *Mormodica charantia* L., inicialmente procedeu-se com a coleta de folhas frescas da planta. Essas folhas foram então submetidas a um processo de secagem em estufa com circulação de ar a 45°C por um período de 72 horas. Após a secagem, as folhas secas foram trituradas em um almofariz com pistilo até a obtenção de um pó fino, que foi peneirado através de um

tamis malha número 20, com poros de 0,85 mm. Para a extração aquosa, adicionou-se água destilada ao pó na proporção de 10 g de pó para cada 100 ml de água destilada. Essa mistura foi deixada em repouso por 24 horas, seguida de filtragem em papel filtro. O filtrado foi então centrifugado a 2000 rpm durante cinco minutos e armazenado a 5°C para uso subsequente.

Para a obtenção do EAFF (Extrato de Folhas Frescas) de *M. charantia* L., utilizou-se uma proporção de 100 g de folhas frescas para cada 1000 ml de água destilada, de acordo com um método adaptado de Barbosa (2008). As folhas foram homogeneizadas em água destilada utilizando um liquidificador por cerca de 10 minutos. Após a homogeneização, o material foi filtrado em papel filtro e centrifugado a 2000 rpm por 30 minutos. O sobrenadante foi coletado e armazenado a 5°C até o momento de sua utilização.

#### **Procedimentos de preparo das amostras de cebola para o bioensaio *A. cepa* L.**

Para o bioensaio, foram utilizados bulbos de cebola da espécie *A. cepa* L., de tamanho pequeno e uniforme, provenientes da mesma origem, não germinados e saudáveis, mantidos em locais livres de umidade e ao abrigo de luz.

Todos os bulbos de cebola foram lavados em água corrente por cerca de 2 horas para reduzir os efeitos de possíveis inibidores do brotamento. Foram utilizados 18 bulbos de cebola para cada concentração do extrato fresco e extrato seco (1,25 mg/mL, 2,5 mg/mL, 3,75 mg/mL e 5 mg/mL), além de dois controles negativos (água mineral). Optou-se por incubar as cebolas diretamente nas concentrações do extrato, por 72 horas (IMAGEM 2). Essa abordagem foi escolhida para avaliar o tempo em que a germinação ocorre em diferentes concentrações e se isso pode ter efeitos tóxicos diretos no processo.

Imagem 2 - *Allium cepa*.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

### **Avaliação da toxicidade de *M. charantia* L. em bulbos de *Allium cepa*.**

A avaliação da toxicidade dos extratos aquosos de folhas secas e frescas de *M. charantia* L. foi realizada utilizando bulbos de *Allium cepa* e seguindo a metodologia descrita por Fiskesjo (1988), com modificações. Os bulbos de cebola foram adquiridos em supermercados na cidade de Ariquemes-RO e foram mantidos em local seco e protegido da luz. Os bulbos foram lavados em água corrente por duas horas para remover impurezas e as raízes secas e antigas foram cuidadosamente removidas para preservar a integridade da área radicular.

Os bulbos de cebola foram dispostos em recipientes de vidro com capacidade de 100 ml para a realização dos ensaios. Dois tipos de extrato foram avaliados: extrato seco e extrato fresco de *M. charantia* L. Cada ensaio foi composto por um grupo controle (utilizando água mineral) e grupos com concentrações de 25%, 50%, 75% e 100% do extrato em duplicatas. Para cada grupo avaliado, foram incubadas oito cebolas em iguais condições, sendo quatro para cada duplicata, seguindo a metodologia descrita por Fiskesjo (1988), com algumas modificações.

Após 72 horas, o comprimento médio das raízes de todas as cebolas em cada grupo experimental foi medido. Em seguida, o Índice de Crescimento Relativo (ICR) foi calculado como a razão entre o comprimento médio da radícula na amostra e o comprimento médio da radícula no controle negativo. Isso permitiu comparar de forma precisa os efeitos do extrato em diferentes concentrações sobre o crescimento das raízes das cebolas, de acordo com Young *et al.* (2012). O resultado do cálculo do ICR foi utilizado para obter a inibição relativa (%) para cada grupo avaliado.

#### **Determinação da atividade da Peroxidase**

O ensaio para determinação da atividade da peroxidase no extrato bruto do bulbo de cebola foi conduzido da seguinte maneira: uma alíquota de 1,0 mL de solução tampão fosfato 0,1 mol L<sup>-1</sup> (pH 6,5) foi misturada com 1,0 mL de guaiacol a uma concentração de 15,0 mmol L<sup>-1</sup> e 1,0 mL de peróxido de hidrogênio a uma concentração de 3 mmol L<sup>-1</sup>. Em seguida, 1,0 mL do extrato enzimático obtido a partir do bulbo de cebola tratado (incubado) com os extratos aquosos de melão de São Caetano foi adicionado à mistura. Após 1 minuto de reação, a absorvância do tetraguaiacol formado foi medida em 470 nm. Foram realizados controles (brancos) utilizando apenas o substrato e a enzima separadamente, a fim de verificar a interferência deles na mesma faixa de comprimento de onda do produto de oxidação formado (tetraguaiacol).

Para o cálculo da atividade enzimática, U mL<sup>-1</sup>, foi empregada a Equação 1.

$$U \text{ mL}^{-1} = \frac{A}{\epsilon} \times \frac{1}{V_e} \times F D \times \frac{1}{t} \times 1000$$

Sendo: A = absorvância;  $\epsilon$  = absortividade molar do tetraguaiacol (26.600 L mol<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup>);  $V_e$  = volume da solução de enzima utilizada no ensaio (mL); t = tempo de

reação em min; FD = fator de diluição (diluição do extrato bruto enzimático). Uma unidade da atividade da peroxidase representa a quantidade de enzima que catalisa a oxidação de 1  $\mu\text{mol}$  de guaiacol em 1 min (Adaptado de Dekker *et al.*, 2000).

### **Aspectos éticos e legais**

Devido à natureza experimental/observacional deste estudo, que não envolveu seres humanos ou animais, não há implicações éticas ou legais relevantes. Portanto, o projeto não foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário Faema (CEP/UNIFAEMA), em conformidade com a Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde (CNS/MS).

### **Análise dos dados**

Os dados referentes ao crescimento das raízes e à atividade enzimática da catalase e peroxidase foram analisados utilizando a Análise de Variância (ANOVA) com um nível de significância de  $p < 0,05$ . As análises estatísticas foram conduzidas com o auxílio do software Excel (Microsoft 365) e Python (versão 3.11.3). Todos os elementos gráficos (figuras), foram elaborados utilizando a biblioteca Matplotlib do Python.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A tabela 1 mostra o efeito de diferentes concentrações de EAFF (Extrato aquoso de folhas frescas) e EAFS (Extrato aquoso de folhas secas) de *Mormodica charantia* L. sobre o crescimento das raízes de bulbos de *Allium cepa* L. Além disso, inclui dados sobre o índice de Crescimento Relativo (ICR) que permitem inferir a toxicidade ou inibição do crescimento das raízes.



**Tabela 1** - Tratamento com *Mormodica charantia* L. nas concentrações de 1,25 mg/mL a 5 mg/mL observados em *A. cepa*.

	Tratamento				
	Controle	1,25 mg/mL	2,5 mg/mL	3,75 mg/mL	5 mg/mL
<b>Comprimento Raiz (mm)</b>					
<b>EAFF</b>	21,85	5,95	5,45	5,05	5,90
<b>EAFS</b>	23,75	4,15	5,9	7,45	4,45
<b>ICR (%)</b>					
<b>EAFF</b>	100	27,2	24,9	23,1	27,1
<b>EAFS</b>	100	17,5	24,8	31,4	18,7

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

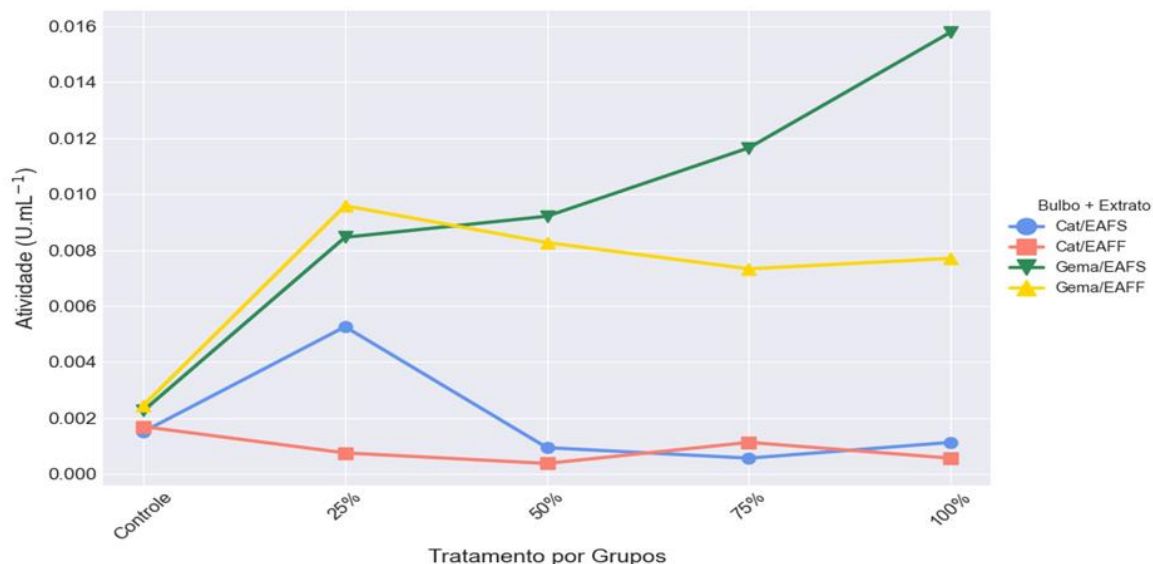
Os dados indicam que o extrato fresco (EAFF) e o extrato seco (EAFS) influenciam o crescimento das raízes de maneira distinta. O extrato fresco apresenta uma tendência mais uniforme de inibir o crescimento à medida que a concentração do tratamento aumenta, enquanto o extrato seco mostra uma resposta mais variada, com a inibição não apresentando uma relação tão clara com a concentração do tratamento. Semelhante Especificamente, a concentração de 3,75 mg/mL parece estimular o crescimento das raízes de EAFS ao invés de inibir. Tais diferenças podem ser atribuídas às variações na composição química entre os extratos frescos e secos ou a diferenças na sensibilidade das raízes às substâncias ativas nos extratos.

O marcante efeito inibidor no crescimento das raízes causado pelo extrato aquoso de folhas de *Mormodica charantia*, particularmente em concentrações elevadas, aponta para a citotoxicidade e genotoxicidade dessa substância. Esse fenômeno já foi documentado anteriormente por Oyedare, Bakare, Akinboro (2009) e Trautenmuller *et al.* (2023).

Para avaliar a significância estatística das observações feitas, foi realizada uma Análise de Variância (ANOVA). O valor-P de 0,02148 indica que há uma diferença significativa entre as concentrações dos extratos e o controle negativo. Sugerindo que pelo menos uma das concentrações de tratamento teve um efeito significativamente diferente do controle negativo.

A figura 1 ilustra a atividade da peroxidase nas partes escamosas (catafilos) e na gema do bulbo de cebola tratadas com extrato de *Momordica charantia* em diferentes concentrações, comparando os efeitos dos extratos frescos e secos.

**Figura 1** - Atividade da Peroxidase



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

A variação observada na atividade enzimática nas partes escamosas (catafilos) do bulbo, que diminuiu com o aumento da concentração do extrato seco de *Momordica charantia*, pode ser relacionada às propriedades antioxidantes dos triterpenóides e glicosídeos triterpênicos presentes no extrato. Estes compostos são conhecidos por eliminar radicais livres e inibir a atividade de enzimas como a xantina oxidase, envolvidas na produção de espécies reativas de oxigênio (Liu 2010; Lin 2011). Sendo possível que a presença desses compostos no extrato interfira na atividade da peroxidase nas partes escamosas do bulbo, levando à diminuição observada.

Por outro lado, o aumento da atividade enzimática na porção da gema com o aumento da concentração do extrato pode ser explicado pela ação catalítica da peroxidase de *Momordica charantia*. Esta enzima foi demonstrada em estudos anteriores como capaz de catalisar a biotransformação do ácido sináptico, resultando na formação de novos compostos com atividade antioxidante aprimorada (Liu 2007). Sugerindo que a peroxidase presente nas regiões da gema pode ser mais sensível ou receptiva à presença desses compostos bioativos, resultando em um aumento da atividade enzimática.

As diferenças significativas na atividade enzimática entre as regiões catafilos e gema ( $p=0,00000118$ ) podem ser atribuídas às variações na composição química e na sensibilidade enzimática dessas partes do bulbo aos compostos presentes no extrato de *Momordica charantia*.

As informações provenientes de pesquisas recentes sobre o melão de são caetano, *Momordica charantia*, fornecem um contexto rico para a discussão dos efeitos do seu extrato na atividade da peroxidase. Chokki (2020) destaca a presença de compostos polifenólicos no extrato da planta, como ácido clorogênico e quercetina, conhecidos por suas propriedades antioxidantes e inibição de enzimas digestivas como  $\alpha$ -amilase e  $\beta$ -glucosidase. Esses polifenóis podem ser responsáveis pela diminuição da atividade da peroxidase nos catafilos, sugerindo um possível mecanismo de inibição enzimática similar ao observado com outras enzimas.

Sallau (2018) examinou o impacto dos terpenoides de *Momordica charantia* na inibição da  $\alpha$ -glicosidase, revelando uma inibição parcial do tipo misto. Isso pode explicar o aumento da atividade da peroxidase na gema em resposta ao extrato, onde os terpenoides podem estar agindo de maneira a modular a atividade enzimática, aumentando-a em vez de inibi-la ou causando uma resposta enzimática diferenciada.

Além disso, a investigação de Mardani (2016) sobre os efeitos do extrato hidroalcoólico de *Momordica charantia* na função hepática e na estrutura dos tecidos hepáticos, encontrou efeitos adversos significativos, sugerindo que os efeitos observados no estudo são específicos para a interação entre os compostos do extrato e a peroxidase, sem toxicidade geral.

Finalmente, o estudo de Panadare (2017) sobre a extração de peroxidase utilizando uma técnica de partição trifásica abre possibilidades para isolamento e estudo detalhado da peroxidase da cebola, permitindo uma análise mais aprofundada das interações específicas com os compostos de *Momordica charantia*. Isso pode ser especialmente relevante para estudos futuros que visam compreender melhor a atividade da peroxidase e suas interações com compostos bioativos.

## CONCLUSÃO

Conforme estudo no qual foram apresentados os resultados, os extratos aquosos das folhas de *Momordica charantia* L. (Melão de São Caetano), tanto na forma fresca quanto seca, exibem impacto significativo sobre o crescimento radicular e atividade da enzima peroxidase em bulbos de *Allium cepa* L. O extrato seco mostrou que a inibição do crescimento radicular apresenta variação, ao passo que o extrato fresco mostrou inibição mais constante, porém, não-linear em relação à concentração.

Além disso, houve modificação na atividade da peroxidase nas regiões escamosas (catafilos) do bulbo, que diminuiu quando a atividade enzimática foi aumentada pela concentração do extrato seco. Este efeito poderia ser atribuído a compostos com ação antioxidante, entre eles triterpenóides e glicosídeos triterpênicos presentes no extrato de *M. charantia*.

Com base nesse estudo, se pode dizer que será mais conhecido os impactos fitoquímicos de *M. charantia* sobre o desenvolvimento vegetal e modulação de atividades enzimáticas.

## REFERÊNCIAS

ABU ZARIA et al. IN VITRO EFFECT OF TERPENOIDS - RICH EXTRACT OF *Momordica charantia* ON ALPHA GLUCOSIDASE ACTIVITY. **Revista Vitae**, v. 25, n. 3, p. 148–153, 2018.

ASSIS, J. P., SOUSA, R. P., LINHARES, P. C. F., PEREIRA, M. F. S., & MOREIRA, J. C. (2015). Avaliação biométrica de caracteres do melão de São Caetano (*Momordica charantia* L). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 17(4), 505–514. [https://doi.org/10.1590/1983-084X/13\\_062](https://doi.org/10.1590/1983-084X/13_062).

CHOKKI, M. et al. Exploring Antioxidant and Enzymes (A-Amylase and B-Glucosidase) Inhibitory Activity of *Morinda lucida* and *Momordica charantia* Leaves from Benin. **Foods**, v. 9, n. 4, p. 434, 4 abr. 2020.

ÇIÇEK, S. S. *Momordica charantia* L.-Diabetes-Related Bioactivities, Quality Control, and Safety Considerations. **Frontiers in Pharmacology**, v. 13, p. 904643, 2022.

DEKKER, Robert F.H.; LING, Khu Yee; BARBOSA, Aneli M. A simple method for monitoring chromatography column eluates for laccase activity during enzyme purification. **Biotechnology Letters**, v. 22, n. 2, p. 105–108, 2000.

FISKESJO, G. The *Allium* test: An alternative in environmental studies: The relative toxicity of metal ions. *Mutat. Res.*, v. 197, p. 243-269, 1988.

JIA, S. et al. Recent Advances in *Momordica charantia*: Functional Components and Biological Activities. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 18, n. 12, p. 2555, 28 nov. 2017.

LIN, K.-W.; YANG, S.-C.; LIN, C.-N. Antioxidant constituents from the stems and fruits of *Momordica charantia*. **Food Chemistry**, v. 127, n. 2, p. 609–614, jul. 2011.

LIU, C.-H. et al. Antioxidant triterpenoids from the stems of *Momordica charantia*. **Food Chemistry**, v. 118, n. 3, p. 751–756, fev. 2010.

LIU, H.-L. et al. Biotransformation of sinapic acid catalyzed by *Momordica charantia* peroxidase. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 3, p. 1003–1008, 7 fev. 2007.

MARDANI, S. et al. **The effects of *Momordica charantia* on liver function and histological structure.** 6 jun. 2016. Disponível em: <<https://www.semanticscholar.org/paper/The-effects-of-Momordica-charantia-on-liver-and-Mardani-Khodadadi/8902fb4490d2a0ba712dfd7f3565bf2c2d4fe149>>. Acesso em: 4 mar. 2024.

OYEDARE, B. M.; BAKARE, A. A.; AKINBORO, A. Genotoxicity assessment of water extracts of *Ocimum gratissimum*, *Morinda lucida* and *Citrus medica* using the *Allium cepa* assay. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y aromáticas*, v. 8, n. 2, p. 97–103, 2009.

PANADARE, D. C.; RATHOD, V. K. Extraction of peroxidase from bitter gourd (*Momordica charantia*) by three phase partitioning with dimethyl carbonate (DMC) as organic phase. **Process Biochemistry**, v. 61, p. 195–201, out. 2017.

PREVEDELLO, M. T.; COMACHIO, G. Antioxidantes e sua relação com os radicais livres, e Doenças Crônicas Não Transmissíveis: uma revisão de literatura / Antioxidants and their relationship with free radicals, and Chronic Non communicable Diseases: a literature review. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 55244–55285, 7 jun. 2021.

SILVA, Marília Lordêlo Cardoso; COSTA, Renata Silva; SANTANA, Andréa dos Santos; et al. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 31, n. 3, p. 669–681, 2010.

TORRES, A. L. et al. Efeito de extratos aquosos de *Azadirachta indica*, *Melia azedarach* e *Aspidosperma pyrifolium* no desenvolvimento e oviposição de *Plutella xylostella*. *Bragantia*, v. 65, p. 447-457, 2006.

TRAUTENMULLER, A. L. et al. Cytotoxicity and maternal toxicity attributed to exposure to *Momordica charantia* L. (Cucurbitaceae) dry leaf extract. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, v. 86, n. 1, p. 36–50, 2 jan. 2023.

YOUNG, B. J.; RIERA, N. I.; BEILY, M. E.; BRES, P. A.; CRESPO, D. C.; RONCO, A. E. Toxicity of the effluent from an anaerobic bioreactor treating cereal residues on *Lactuca sativa*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, n.76, p.182-186, 2012.

**Apoio financeiro:** Centro Universitário Faema - UNIFAEMA

**Agradecimentos:** Centro Universitário Faema - UNIFAEMA