

# Caracterização e atividade antifúngica do extrato vegetal da *Lippia alba* como potencial controle da antracnose do mamão

## *Characterization and antimicrobial activity of Lippia alba plant extract in the control of papaya anthracnose*

Felipe Silva Sacramento<sup>1</sup>; Clara Novais Castro de Assis<sup>1</sup>; Elisa Gabrielle Ribeiro de Oliveira Moraes<sup>1</sup>; Roseane Santos Oliveira<sup>1</sup>; Isaac Matheus de Jesus Silva<sup>2</sup>; Tatiana Oliveira do Vale<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>SENAI CIMATEC - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - Centro Integrado de Manufatura e Tecnologia.

<sup>2</sup>UNEB - Universidade do Estado da Bahia.

\*Autor correspondente. E-mail: tatiana.vale@fieb.org.br

Recebido: 12/12/2023; Aceito: 08/02/2024

### RESUMO

A erva-cidreira (*Lippia alba*) é uma planta medicinal muito utilizada no Brasil devido suas propriedades moleculares. O objetivo deste estudo foi caracterizar os flavonoides e polifenóis do extrato vegetal da erva-cidreira (*Lippia alba*), avaliando, também, o potencial antifúngico para o controle da antracnose na produção do mamão, causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides*. O extrato foi caracterizado por espectrometria UV-VIS e Cromatografia líquida de alta eficiência CLAE-DAD, sendo determinado o teor de polifenóis e flavonoides totais (TPC/TFC) e as frações dos metabólitos. Na avaliação da atividade antifúngica foi delineada uma contagem de bolores e leveduras após aplicação do extrato. Os resultados demonstraram o perfil bioquímico, com destaque para quercetina, catequina, ácido elágico, ácido gálico e ácido sinápico, permitindo correlacionar esses achados com a ausência de crescimento fúngico macroscópico, evidenciando a efetividade do extrato em seu potencial antifúngico. Portanto, esse estudo corrobora para o encontro de métodos alternativos com a finalidade de controlar o crescimento fúngico no fruto.

**Palavras-chave:** Antracnose, Atividade antifúngica, Extratos vegetais.

### ABSTRACT

The *Lippia alba* is a medicinal plant widely used in Brazil, due to its molecular properties. The objective of this study was to characterize the phenolic compounds of the plant extract of *Lippia alba*, also evaluating the antifungal potential for controlling anthracnose in papaya production, caused by the fungus *Colletotrichum gloeosporioides*. The extract was characterized by spectrometry UV-VIS and high-performance liquid chromatography HPLC-DAD, determining the content of polyphenols and total flavonoids (TPC/TFC) and the metabolite fractions. When evaluating antifungal activity, a count of molds and yeasts was determined after contact with the extract. The results demonstrated the biochemical profile, with emphasis on quercetin, catechin, ellagic acid, gallic acid and sinapic acid, allowing these findings to be correlated with the absence of macroscopic fungal growth, demonstrating the effectiveness of the extract in its antifungal potential. Therefore, this study supports the finding of alternative methods to control fungal growth in the fruit.

**Keywords:** Anthracnose, Antifungal activity, Plant extracts.

### INTRODUÇÃO

O mamão é um fruto altamente comercializado no mundo, bem como é consumido e apreciado por diversos povos. Cerca de 34 países produzem e exportam esse produto. O Brasil possui destaque na produção de mamão, assumindo o terceiro lugar dessa lista e responsável pela produção de 40.171.283 toneladas que é exportado principalmente para o continente europeu, para países como Holanda, Reino Unido e Espanha (DOS SANTOS, 2018).

O uso de fungicidas químicos são amplamente aplicados para diminuir as perdas relacionadas às doenças que afetam os cultivares. No entanto, essas substâncias causam graves problemas em nível ambiental e de saúde humana e animal. Dessa forma, diversos estudos buscam alternativas aos fungicidas, buscando bioativos em

extratos vegetais para mitigar e evitar os danos causados por fitopatógenos (MA et al., 2019; SYEDA et al., 2023). A extração de compostos bioativos de plantas faz-se uma tecnologia emergente com alto potencial de aplicação na agricultura (GONÇALVES et al., 2021).

A antracnose é uma doença causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, o qual infecta o fruto fisiologicamente imaturo, sobretudo o mamão, e permanecem quiescentes até a fase climatérica. Após esse processo, no transporte do fruto, ele se divide e os sintomas da antracnose aparecem, como as lesões circulares, deprimidas de coloração marrom (DICKMAN & ALVAREZ, 1983). Essa doença é um problema para os países produtores de mamão, por conta do desgaste econômico na exportação advindo da perda dos frutos pós-colheita. Hoje em dia, não há cultivares resistentes à antracnose, bem como a maioria dos fungicidas se demonstraram ineficazes, o que justifica a necessidade de novos métodos de combate (DE SOUZA et al., 2019).

Nesse contexto, a *Lippia alba*, popularmente conhecida como erva-cidreira, pode se tornar útil no combate a essas doenças. É uma planta nativa da América do Sul e possui uma ampla distribuição no Brasil, principalmente em climas tropicais e subtropicais. É conhecida por suas propriedades que estão relacionadas ao metabolismo secundário da planta, o qual é responsável por produzir substâncias, como os compostos fenólicos, alcaloides e terpenos (DA SILVA, 2017). Esses compostos bioativos presentes nas plantas estão associados ao potencial antioxidante, antifúngico e antibacteriano, logo, tem-se a necessidade de utilizar técnicas para determinação e quantificação dessas substâncias tão relevantes (DOS SANTOS et al., 2017; SANTOS & MAGALHÃES, 2020).

Neste trabalho, objetivou-se produzir o extrato vegetal das folhas da erva cidreira (*Lippia alba*), por meio de extração à frio por solvente, caracterizar o material por métodos espectrofotométricos e cromatográficos e, por fim, avaliar o potencial antifúngico do extrato.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Biotecnologia do SENAI-CIMATEC, situado na Avenida Orlando Gomes, 1845, na cidade de Salvador, Bahia. As folhas foram coletadas em Salvador, latitude  $-12^{\circ} 93'$  e longitude  $-38^{\circ} 43'$ . O solo da região é classificado como Latossolo e o clima é tropical úmido litorâneo, com chuvas bem distribuídas durante todo o ano e temperatura média de  $18^{\circ}\text{C}$  a  $26^{\circ}\text{C}$ .

As folhas foram submetidas a limpeza com água destilada e, posteriormente, a secagem foi realizada em estufa por aproximadamente 2 horas a uma temperatura de  $50^{\circ}\text{C}$  (MARTINAZZO et al., 2010). Após isso, foram trituradas em um moinho de facas (Willye-920 15kg/h) e acondicionadas em recipientes sem umidade e herméticos. As amostras foram depositadas em exsiccatas na Universidade Federal da Bahia, em Salvador - BA, para determinação taxonômica, por meio da morfologia das folhas e flores.

Para a obtenção do extrato vegetal foi seguido a metodologia da extração sólido-líquido em metanol P.A (SAUTHIER et al., 2019). A extração foi realizada com 0,5 g da amostra adicionados a 30 mL de metanol e 50  $\mu\text{L}$  de HCl concentrado. Em seguida, a extração ocorreu sob agitação constante em 100 rpm e  $25^{\circ}\text{C}$  por 30 min. O extrato foi filtrado e concentrado em um rotaevaporador a  $60^{\circ}\text{C}$  e 15 rpm, sendo o material resultante ressuspenso com 1,5 mL de etanol. Após esse processo, os extratos foram acondicionados em tubos falcon sem contato com a luz e sob refrigeração constante.

O teor de flavonoides totais (TFC) foi obtido pela metodologia adaptada da complexação por cloreto de alumínio em triplicata (DOS SANTOS et al., 2017). Utilizou-se 20  $\mu\text{L}$  do extrato vegetal, 3,0 mL da solução de cloreto de alumínio hidratado a 2,0% (m/v) em etanol e completou-se com etanol até 5,0 mL. Após 30 min, as leituras foram realizadas em 415 nm, por meio de um espectrofotômetro UV-Vis (SP-220 Biospectro, Brasil). A curva de calibração foi obtida usando quercetina Merck e o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi igual a 0,9920. Os resultados foram expressos como equivalentes de quercetina por 100 g de massa seca (QE  $100 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ DP}$ ).

O teor de polifenóis totais (TPC) foi determinado pela metodologia adaptada do reagente cromogênico Folin-Ciocalteu em triplicata (DOS SANTOS et al., 2017). Adicionou-se 500  $\mu\text{L}$  de reagente Folin-Ciocalteu a 20  $\mu\text{L}$  de extrato, 400  $\mu\text{L}$  de carbonato de sódio 7,5% (m/v) em água, e aferiu-se com água destilada para 10 mL. Após 30 minutos, foi realizada a leitura em espectrofotômetro UV-VIS (SP-220 Biospectro, Brasil) no comprimento de onda de 760 nm. Os resultados foram calculados usando curva de calibração do ácido gálico e o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi igual a 0,9970. Os resultados foram expressos como equivalentes de ácido gálico por 100 g de massa seca (GA  $100 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ DP}$ ).

O perfil bioquímico foi determinado por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). Utilizou-se um sistema de cromatografia líquida (Shimadzu Scientific Instruments, Japão), o qual consiste em uma bomba quaternária de alta pressão (LC-20AD, Shimadzu), aspirador de desgaseificação, válvula manual do injetor de alta pressão (loop de injeção de 20  $\mu\text{L}$ ) e um sistema de detecção de matriz de fotodiodos (PDA) (SPD-20A, Shimadzu). O cromatógrafo foi equipado com um "Lichrospher" coluna RP 18 (Agilent), 5  $\mu\text{m}$ ,  $4,6 \times 250 \text{ mm}$ , controlada pelo programa LC-System. A determinação e análises qualitativas foram realizadas com espectros padrões para cada tempo de retenção. Os extratos foram testados em diferentes comprimentos de ondas (nm): 260 para ácido protocatecuico, ácido elágico; 272 para ácido gálico, ácido síringico e crisina; 280 para catequina, vanilina, ácido

transcinâmico e naringenina; 310 para ácido p-cumárico; 330 para ácido clorogênico, ácido caféico, ácido ferúlico e ácido sinápico; 360 para rutina, quercetina e kaempferol. A coluna de separação foi configurada para atuar em 42 °C com solventes analíticos constituindo uma grade binária para mistura de eluição: metanol e ácido acético 1% (v/v). A corrida foi performada em 43 min em uma taxa de fluxo contínuo de 0.8 mL/min. O ajuste de gradiente do programa seguiu: 0–10 min, 100% A; 10–20 min, 70% A; 20–30 min, 10% A; 30–37 min, 70%A e 37–43 min, 100% (DOS SANTOS et al., 2017).

A contagem de bolores e leveduras seguiu a metodologia do espalhamento em placas em ágar batata dextrose (ABD) com modificações (DE MENDONÇA et al., 2021). Delimitou-se duas áreas de 9 cm<sup>2</sup> no mamão para o processo de amostragem. Em uma área definida como controle adicionou-se 1 mL de etanol (99,5%) e na análise do extrato, 1 mL do extrato etanólico da erva cidreira. Após esse processo, com os swabs, foram realizados movimentos uniformes nas superfícies delimitadas do mamão e mergulhou os swabs, respectivos de cada teste, em tubos de vidro estéreis com 10 mL de solução salina 0,1% (m/v). Esses tubos representaram a diluição 10<sup>-1</sup>. Dessa primeira diluição (10<sup>-1</sup>) transferiu-se 1 mL para a segunda (10<sup>-2</sup>) e assim em diante, até que se obtivesse as diluições 10<sup>-3</sup> e 10<sup>-4</sup>. Plaqueou-se 0,1mL das diluições 10<sup>-3</sup>/10<sup>-4</sup>, do controle e da amostra do extrato, em triplicata, em ágar ABD (Ágar Batata Dextrose). Após esse procedimento, espalhou-se o inóculo por toda a superfície com auxílio da alça de Drigalski. As placas foram incubadas a 25°C ± 1°C por aproximadamente 5 dias e observou-se seu crescimento. A partir dos dados, os resultados da contagem foram expressos em Unidades Formadoras de Colônias por Mililitro (UFC/mL), com desvio padrão relativo entre as médias e coeficiente de variação.

## RESULTADOS

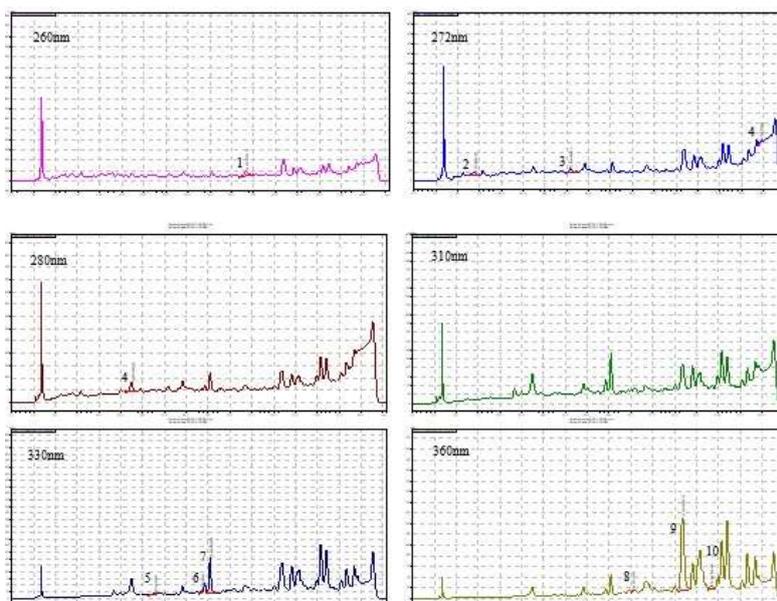
Os resultados demonstraram a determinação dos flavonoides e polifenóis totais complexados presentes no extrato etanólico. Sendo assim, foi possível quantificar a média da concentração em mg/100g para cada extrato, bem como o desvio padrão, como mostra a tabela 1.

**Tabela 1.** Determinações espectrofotométricas no extrato da erva cidreira.

Amostra	TFC mg QE/g DPR	TPC mg AG/g DPR
Extrato vegetal	333,32 ± 0,46	58,66 ± 0,98

TFC: Conteúdo de Flavonoides Totais; TPC: Conteúdo de Polifenóis Totais; QE: Quercetina; AG: Ácido gálico; DPR: Desvio Padrão Relativo.

A análise cromatográfica proposta foi realizada por método analítico validado (DOS SANTOS et.al., 2017) a partir dos extratos vegetais da folha da erva cidreira, expressando os resultados por meio de cromatogramas (Figura 1). Como resultado, foram determinados e quantificados a partir dos cromatogramas os valores de concentração de 11 analitos, expressos nas tabelas 2 e 3.



**Figura 1.** Cromatogramas das substâncias fenólicas em diferentes comprimentos de onda (nm).

1: ácido elálgico; 2: ácido gálico; 3: ácido siríngico; 4: crisina; 5: catequina; 6: ácido cafeico; 7: ácido ferúlico; 8: ácido sinápico; 9: rutina; 10: quercetina.

**Tabela 2.** Concentrações dos polifenóis (mg/100g) no extrato de erva cidreira por CLAE-DAD.

Amostra	Ácido elágico	Ácido gálico	Ácido siríngico	Ácido cafeico	Ácido ferúlico	Ácido sinápico
Extrato	8,90	7,15	7,87	0,71	0,48	17,57

**Tabela 3.** Concentrações dos flavonoides (mg/100g) no extrato de erva cidreira por CLAE-DAD

Amostra	Catequina	Rutina	Quercetina	Kaempferol	Crisina
Extrato	83,78	0,624	101,62	8,66	5,84

Os valores das tabelas 2 e 3 demonstraram o perfil de polifenóis e fenólicos do extrato com concentrações expressivas de ácido sinápico, ácido elágico, catequina e kaempferol quando relacionados ao teor total de polifenóis e flavonoides.

As médias de UFC/mL crescidas após exposição ao controle e ao extrato estão demonstradas na tabela 4. De acordo com os dados, é possível observar que houve um potencial efeito do extrato em relação aos fungos, o que foi expresso pelo crescimento não significativo dos microrganismos no meio de cultura. Não houve diferença significativa entre o coeficiente de variação das amostras controle.

**Tabela 4.** Médias da contagem de unidades formadoras de colônia (UFC/mL) das áreas analisadas do mamão.

Amostras	UFC/mL± DPR	CV
C – 10 <sup>-3</sup>	3,0 x 10 <sup>3</sup> ± 0,8	3,7
C – 10 <sup>-4</sup>	1,3 x 10 <sup>3</sup> ± 0,97	1,3
Extrato – 10 <sup>-3</sup>	*	NS
Extrato – 10 <sup>-4</sup>	*	NS

C: Controle; UFC: Unidades formadoras de colônia; CV: Coeficiente de Variação; \*:Crescimento não significativo; NS: Não significativo.

## DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram que o extrato vegetal da *Lippia alba* possui concentrações mensuráveis de flavonoides, especificamente catequina, rutina, quercetina, kaempferol e crisina, assim como polifenóis, como o ácido gálico, ácido siríngico, ácido cafeico, ácido ferúlico e o ácido sinápico. Além disso, o extrato também apresentou potencial atividade antifúngica quando comparado aos experimentos controlados, evitando o crescimento fúngico macroscópico e a contagem de Unidades Formadoras de Colônia (UFC). A literatura já relata que a espectrofotometria de absorção molecular na região do UV-visível (espectrofotometria UV-vis) é uma das técnicas mais utilizadas para análises de metabólitos secundários totais, a qual muitas vezes é empregada juntamente a cromatografia líquida de alta eficiência com detector de arranjo de diodos (CLAE-DAD) para análises mais robustas (SÁ et al. 2017), (MINHO et al. 2019).

Muitos estudos relacionam os extratos vegetais com a presença de flavonoides e polifenóis com a atividade antimicrobiana. Costa et al (2017) atribui que o ácido cafeico e os flavonoides, em geral, apresentam ação significativa contra bactérias, fungos e vírus. Os mecanismos antifúngicos documentados dessas substâncias são bem diversos e incluem ruptura de membrana plasmática, disfunção mitocondrial e inibição de divisão celular, que inclui síntese de RNA e sistema de bombeamento (AL BOODY & MICKYMARAY, 2020). De modo específico, o ácido gálico, o ácido elágico e a quercetina, as maiores frações do extrato vegetal da *Lippia alba*, demonstraram nos estudos de Bittencourt et al (2019) ação antifúngica importante, sobretudo em fungos patogênicos. Sendo assim, a partir das diversas exemplificações que a literatura mostra e o destaque da ação antimicrobiana dos flavonoides e polifenóis, é possível estabelecer uma correlação entre a atividade antifúngica do extrato de *Lippia alba* e a presença dessas substâncias.

No estudo de Pastana et. al (2016) é realizada uma correlação entre a concentração de flavonoides presentes na própolis e a ação fungicida e fungistática, em que é estabelecido que quanto maior a dosagem de extrato em mL na antracnose, causada pelo *Colletotrichum gloeosporioides* na berinjela, menor o crescimento micelial fúngico. Posto isso, é possível, também, inferir que, apesar do estudo citado não ter realizado experimentos de caracterização bioquímica, o extrato vegetal da *Lippia alba* também tem o potencial antifúngico, já que possui a presença dos mesmos grupos de substâncias estudadas e, portanto, as propriedades dessas. Isso se mostra relevante, visto que o objetivo deste estudo é evidenciar o potencial do extrato de *Lippia alba* para controlar a antracnose no mamão ocasionada pelo *Colletotrichum gloeosporioides*.

Sendo assim, pode-se concluir, que o potencial antifúngico de *Lippia alba* se dá devido a presença dos flavonoides e polifenóis, compostos que são amplamente citados para espécies desse gênero. Linde et al. (2010) também encontraram resultados similares de potencial antifúngico em *Lippia rehmannii* coletadas na África. Compostos presentes em extratos de plantas apresentam propriedades antifúngicas. Esses componentes apresentam capacidade de inibir o crescimento micelial e afetam a atividade de enzimas e aminoácidos do processo de germinação (Pedrotti et al., 2019), o que corrobora para a correlação entre a atividade fungicida e o perfil bioquímico do extrato.

O método de aplicação desses compostos e a toxicidade desses metabólitos, em especial os flavonoides, foi um fator relevante nas discussões científicas recentes, visto que esse composto possui potencial aplicável em alimentos e medicamentos. Kumar et al (2008) aborda que a taxa de absorção dos flavonoides é baixa no trato gastrointestinal, apresentando uma toxicidade moderada para os humanos e animais, mesmo em ingestões prolongadas. Além disso, Ziberna et al (2014) corrobora que os flavonoides e grupos fenólicos estão presentes na alimentação humana, além de ter uma correlação inversa entre o consumo e doenças degenerativas.

Portanto, pode-se inferir que o uso de extratos com concentrações de flavonoides e polifenóis, como o da *Lippia alba*, possa não ser tão prejudicial para o ser humano, além de que o extrato tem potencial para ser um método alternativo para o controle da antracnose do mamão, devido suas características bioquímicas que corroboram para evitar o crescimento micelial do patógeno. Posto isso, esse estudo possui uma grande importância, não só pela expansão do conhecimento acerca das biomoléculas, mas também na redução dos danos e prejuízos ocasionados pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* nas lavouras.

## CONCLUSÃO

Baseando-se na caracterização bioquímica do material foi determinada as concentrações de polifenóis e flavonoides, em destaque para quercetina, catequina, ácido elágico, ácido gálico e ácido sinápico. O estudo permitiu constatar, também, o potencial antifúngico do extrato vegetal de *Lippia alba*, o qual impediu o crescimento macroscópico dos fungos em meio de cultura. Deste modo, foi realizada uma correlação entre a atividade antifúngica do extrato e sua composição bioquímica. Esse trabalho, portanto, corrobora para o encontro de métodos alternativos e naturais, com a finalidade de controlar o crescimento fúngico, sobretudo, evitando a antracnose no mamão ocasionada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides*. Sendo assim, esse estudo possui uma enorme importância e pode ser utilizado em pesquisas futuras com o objetivo de validar a aplicação e, conseqüentemente, diminuir as perdas, aumentando a produção e reduzindo o prejuízo econômico gerado.

## REFERÊNCIAS

- AL ABOODY, M.S.; MICKYMARAY, S. Anti-fungal efficacy and mechanisms of flavonoids. **Antibiotics**, v. 9, n. 2, p. 45, 2020.
- BITENCOURT, T.A.; MACEDO, C.; FRANCO, M.E.; ROCHA, M.C.; MORELI, I.S.; CANTELLI, B.A.M.; SANCHES, P.R.; BELEBONI, R.O.; MALAVAZI, I.; PASSOS, G.A.; MARINS, M.; FACHIN, A.L. Trans-chalcone activity against *Trichophyton rubrum* relies on an interplay between signaling pathways related to cell wall integrity and fatty acid metabolism. **BMC Genomics**, 2019.
- COSTA, D.E.M.; RACANICCI, A.M.C.; SANTANA, A.P. Atividade antimicrobiana da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) contra microrganismos isolados da carne de frango. **Ciência Animal Brasileira**, v. 18, 2017.
- DA SILVA, A. C. C.; BARBOSA, F. G.; MAFEZOLI, J.; DE OLIVEIRA, M. C. F.; DE OLIVEIRA, T. F. HS-SPME como uma ferramenta eficiente para discriminar quimiotipos de *Lippia alba* (Mill.) NE Brown. **Química Nova**, v. 40, p. 42-46, 2017.
- DE MENDONÇA, L. P.; MACEDO, R. C. B. S.; DE MELO, E. C. C.; SANTANA, F. E. O.; FILHO, R. D. O.; DE OLIVEIRA, O. M. T.; BEZERRA, A. C. D. S.; SOARES, K. M. P. Avaliação de coliformes, Salmonella sp., bolores e leveduras em superfícies de latas de refrigerante. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 12, 2021.
- DE SOUZA, A. C.; VIEIRA, G. H. C.; NEVES, L. M. Uso de óleos essenciais no controle do *Colletotrichum gloeosporioides* causador da antracnose no caju. **Enciclopédia Biosfera**, v. 16, n. 29, 2019.
- DICKMAN, M.B. & ALVAREZ, A.M. Latent infection of papaya caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. **Plant Disease**, v. 67, p. 748-750, 1983.

DOS SANTOS, K. F. T.; DOS SANTOS, M. L. G. T.; CELLA, D.; SPADA, R. K. FRUTICULTURA: estudo do comércio internacional do mamão. **Revista Interface Tecnológica**, v. 15, n. 2, p. 323-335, 2018.

DOS SANTOS, W. N. L.; SAUTHIER, M. C. S.; DOS SANTOS, A. M. P.; SANTANA, D. A.; AZEVEDO, R. S. A.; CALDAS, J.C. Simultaneous determination of 13 phenolic bioactive compounds in guava (*Psidium guajava* L.) by HPLC-PAD with evaluation using PCA and Neural Network Analysis (NNA). **Microchemical Journal**, v. 133, p. 583-592, 2017.

FATIMA, S. N.; RIZVI, Z. F.; HYDER, S.; GONDAI, A. S.; LATIF, M.; NAZIR, H. M.; RIAZ, N.; HABIB, F. Biochemical Profiling of Selected Plant Extracts and Their Antifungal Activity in Comparison with Fungicides against *Colletotrichum capsici* L. Causing Anthracnose of Chilli. **Journal Pre-proof**, v.10, p. 100287, 2023.

GONÇALVES, D. C.; RIBEIRO, W. R.; GONÇALVES, D. C.; MENINI, L.; COSTA, H. Recent advances and future perspective of essential oils in control *Colletotrichum* spp.: A sustainable alternative in postharvest treatment of fruits. **Food Research International**, v. 150, p. 110758, 2021.

KUMAR, G.; BANU, G.S.; MURUGESAN, A.G. Effect of *Helicteres isora* bark extracts on heart antioxidant status and lipid peroxidation in streptozotocin diabetic rats. **Journal of applied biomedicine**, v. 6, n. 2, 2008.

LINDE, J. H.; COMBRINCK, S.; REGNIER, T. J. C.; VIRIJEVIE, S. Chemical composition and antifungal activity of the essential oils of *Lippia rehmannii* from South Africa. **South African Journal of Botany**, v. 76, n. 1, p. 37-42, 2010.

MAA, Y. N.; XUA, F. R.; CHENA, C. J.; LIA, Q. Q.; WANGC, M. Z.; CHENGB, Y. X.; DONGA, X. The beneficial use of essential oils from buds and fruit of *Syzygium aromaticum* to combat pathogenic fungi of *Panax notoginseng*. **Industrial Crops & Products**, v. 133, p. 185-192, 2019.

MARTINAZZO, A. P.; MELO, E. C.; CORRÊA, P. C.; SANTOS, R. H. S. Modelagem matemática e parâmetros qualitativos da secagem de folhas de capim-limão [*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf]. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 12, p. 488-498, 2010.

MINHO, L.A.C.; BRANDÃO, G.C.; SANTANA, D.A.; SANTOS, O.S.; ANDRADE, H.M.C.; SANTOS, W.N.L. Nanopartículas de CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> revestidas com celulose como adsorvente para extração e pré-concentração de compostos bioativos em vinagres. **Microchemical Journal**, v. 147, p. 102-111, 2019.

PASTANA, R. F.; VIEIRA, G.H.C.; Machado, P. P. USO DA PRÓPOLIS NO CONTROLE “IN VITRO” DO FUNGO *Colletotrichum gloeosporioides* CAUSADOR DA ANTRACNOSE EM FRUTOS DE BERINJELA. **Revista de Agricultura Neotropical**, 3(1), p. 12-15, 2016.

PEDROTTI, C.; RIBEIRO, R. T. S.; SCHWAMBACH, J. Control of postharvest fungal rots in grapes through the use of *Baccharis trimera* and *Baccharis dracunculifolia* essential oils. **Crop Protection**, v. 125, p. 104912, 2019.

SÁ, R.R.; MATOS, R.A.; SILVA, V.C.; CALDAS, J.C.; SAUTHIER, M.C.S.; SANTOS, W.N.L.; MAGALHÃES, H.L.F.; JÚNIOR, A.F.S. Determinação de fenólicos bioativos em fitoterápicos contendo *Cynara scolymus*, *Maytenus ilicifolia* Mart ex Reiss e *Ptychopetalum uncinatum* por HPLC-DAD. **Microchemical Journal**, v. 135, p. 10-15, 2017.

SAUTHIER, M. C. S.; DA SILVA, E. G. P.; SANTOS, B. R. S.; SILVA, E. F. R.; CALDAS, J. C.; MINHO, L. A. C.; DOS SANTOS, A. M. P.; DOS SANTOS, W. N. L. Screening of *Mangifera indica* L. functional content using PCA and neural networks (ANN). **Food chemistry**, v. 273, p. 115-123, 2019.

ZIBERNA, L.; FORNASARO, S.; ČVOROVIĆ, J.; TRAMER, F.; PASSAMONTI, S. Bioavailability of flavonoids: The role of cell membrane transporters. In: Polyphenols in human health and disease. **Academic Press**, p. 489-511, 2014.