

## COMPOSIÇÃO QUÍMICA E POTENCIAL FUNGICIDA DO ÓLEO ESSENCIAL DE LAVANDA

Chemical composition and fungicidal potential of lavender essential oil

Julia Sant'Ana<sup>1</sup>, Rubens Candido Zimmermann<sup>1</sup>, Matheus Beger<sup>1</sup>, Edson José Mazarrotto<sup>2</sup>,  
Carolina Gracia Poitevin<sup>3</sup>, Milena Ielen<sup>4</sup>, Sofia Bin Macedo<sup>4</sup>, Roger Raupp Cipriano<sup>1</sup>,  
Henrique da Silva Silveira Duarte<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil

<sup>2</sup> Departamento de Saúde, Centro de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná, Curitiba, PR, Brasil

<sup>3</sup> Departamento de Genética, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil

<sup>4</sup> Departamento de Patologia Básica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil

## RESUMO

As espécies do gênero *Fusarium* são um problema fitossanitário para diversas culturas agrícolas, por ocasionarem prejuízos em campo e durante o armazenamento. Os fungicidas sintéticos são a principal estratégia de controle, porém o uso intensivo e indiscriminado dessas substâncias ocasiona diversos impactos negativos, incluindo resistência. Uma alternativa promissora é a utilização de óleos essenciais (OEs) que são substâncias químicas com propriedades fungicidas. Nesse contexto, a presente pesquisa objetivou avaliar a composição química e o potencial efeito fungicida do OE de lavanda (*Lavandula dentata*) contra isolados de *Fusarium culmorum* e *Fusarium graminearum*. Os isolados de fungos foram obtidos a partir do isolamento de grãos de trigo. O OE foi extraído por arraste a vapor em dorna, e a análise da composição química foi realizada por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas. A atividade fungicida foi avaliada pelo método de volatilização e contato. Foram identificados 22 compostos que representam 92,83% da composição química total. O método de contato foi mais eficaz para ambos os isolados. Não houve diferença na inibição entre os isolados para ambos os métodos. O OE de *L. dentata* demonstra ter atividade fungicida apenas pelo método de contato na inibição de espécies de *Fusarium*.

**Palavras-chave:** biopesticidas; fungicidas botânicos; *Fusarium*, *Lavandula dentata*

## INTRODUÇÃO

O gênero *Fusarium* apresenta grande importância sanitária agrícola, pois ocasiona prejuízos econômicos em campo, causando doença chamada fusariose em diversas culturas, além de também causar perdas na pós-colheita durante o armazenamento dos grãos (Krzyśko-Łupicka et al., 2020). Entre as principais espécies destacam-se *Fusarium culmorum* e *Fusarium graminearum*, que são responsáveis por ocasionar danos quantitativo e danos qualitativos, devido a produção de micotoxinas (Perczak et al., 2020).

O controle desses microrganismos é feito com o uso de fungicidas sintéticos. Entretanto, o seu uso intensivo tem ocasionado diversos impactos ambientais e a saúde humana, além de ocasionar resistência a essas moléculas (Perczak et al., 2020; Jiang et al., 2023). Nesse contexto, torna-se necessário a busca por substâncias alternativas promissoras que auxiliem no manejo desses patógenos em campo e em armazenamento (Zimmermann et al., 2022; 2023).

Entre os produtos promissores, destacam-se as substâncias naturais como os óleos essenciais (OEs), que são obtidos a partir do metabolismo secundários das plantas e que podem apresentar ação fungicida (Jiang et al., 2023). Diversas pesquisas demonstram o potencial fungicida da lavanda (*Lavandula dentata*) da família Lamiaceae (Wagner et al., 2021; El Abdali et al., 2022). Dessa

forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a composição química do óleo essencial de *L. dentata* e o potencial efeito fungicida contra *Fusarium culmorum* e *Fusarium graminearum*.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Isolados fúngicos

Os isolados de *F. culmorum* e *F. graminearum* foram obtidos de grãos de trigo (Tralamazza et al., 2016), e mantidos em placas de Petri (9 cm de diâmetro), utilizando o meio de cultura SNA (Ágar Nutriente Sintético). Todos os isolados foram acondicionados em câmara incubadora a  $28 \pm 1^\circ \text{C}$  e 12 h de fotofase, por 7 dias.

### Obtenção e análise da composição química do óleo essencial de *Lavandula dentata*

Em 2021, foi realizada coleta do material vegetal de *L. dentata* no município de Araucária ( $25^\circ 31' 00.81'' \text{S}$  e  $49^\circ 26' 18.24'' \text{W}$ ), Paraná, Brasil. O OE foi extraído da parte área útil, definida como ramos, flores e folhas, pelo método de arraste a vapor em dorna por 2 horas. Posteriormente, a amostra foi acondicionada em frasco âmbar e mantida em refrigeração até o momento das análises e bioensaios.

As análises da composição química foram realizadas por cromatografia gasosa, com uso dos cromatógrafos GC/FID (Agilent 7890A) e GC/MS (Shimadzu-2010 Plus), ambos equipados com coluna capilar HP-5MS (30 m x 0,25 mm x 0,25  $\mu\text{m}$ ). Como gás de arraste foi utilizado o hidrogênio para GC/FID (fluxo de  $2,4 \text{ mL min}^{-1}$ ) e hélio para GC/MS (fluxo de  $1,0 \text{ mL min}^{-1}$ ). A temperatura inicial do forno foi de  $60^\circ \text{C}$ , elevando-se a  $240^\circ \text{C}$  na razão de  $3^\circ \text{C/minuto}$ . A identificação dos compostos químicos foi realizada através do cálculo da retenção linear pela cadeia de alcanos: C7 – C30 (VAN DEN DOOL e DEC. KRATZ, 1963). A identificação dos constituintes dos OEs foi realizada através de pesquisa na espectroteca, comparando-se os índices de retenção calculados com dados da literatura (ADAMS, 2017).

### Atividade fungicida

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (2 métodos de aplicação x 2 fungos), com 3 repetições. Os tratamentos foram o OE de *L. dentata*, na concentração de 100% pelo método de volatilização e 1,5% no método de contato. Água destilada e o meio de cultura RPMI 1640 foram utilizados como controle negativos, respectivamente. Os experimentos foram realizados 3 vezes ao longo do tempo.

A atividade fungicida por volatilização seguiu a metodologia proposta por Zimmermann et al. (2022). Placas de Petri (9 cm de diâmetro) contendo meio SNA foram invertidas, em seguida

discos de 7 mm foram retirados dos inóculos e colocadas no centro da placa de Petri. Posteriormente, foi colocado papel filtro com 8 mm de diâmetro contendo 10 µL de cada tratamento na tampa de cada placa, para cada isolado de fungo, de maneira que não entrasse em contato direto com o fungo. Após esse procedimento, as placas foram vedadas com filme de polietileno, para evitar o escape de voláteis, e mantidas em câmara incubadora a  $28 \pm 1^\circ \text{C}$  e 12 h de fotofase. A avaliação do crescimento micelial foi realizada após 7 dias, através da média de duas medições perpendiculares do diâmetro da colônia em mm.

Para o efeito fungicida por contato, foi adotada a metodologia proposta por Zimmermann et al. (2022). Os conídios foram coletados das placas de Petri e transferidos para frascos de vidro esterilizados contendo meio RPMI 1640. Em seguida, a suspensão de conídios foi ajustada até a concentração de  $2 \times 10^4$  conídios  $\text{mL}^{-1}$ . O OE foi diluído em meio RPMI 1640 até a concentração de 3%. Foram utilizadas placas de microtitulação com 96 poços. A suspensão de conídios e do OE foram inoculados de forma a obter concentração final de  $10^4$  conídios/mL e 1,5% respectivamente, totalizando 200 µL por poço. Os poços brancos continham apenas meio RPMI e OE, sem adição da suspensão de esporos. As placas foram mantidas em câmara incubadora a  $28 \pm 1^\circ \text{C}$  e 12 h de fotofase, por 48 h. O crescimento dos fungos foi determinado pela absorvância a 600 nm utilizando o espectrofotômetro de microplacas EPOCH (Biotek Instrument Inc, Winooski, EUA).

Os dados obtidos foram transformados em porcentagem de inibição utilizando a fórmula proposta por Vilela et al. (2009):

$$\text{Inibição (\%)} = \frac{(C - T)}{C} \times 100$$

Onde:

C = Absorbância ou crescimento do controle negativo

T = Absorbância ou crescimento do tratamento

### **Análise estatística**

Os resultados foram analisados através da análise de variância (ANOVA), e posteriormente foram submetidos ao teste de Tukey a 5% pelo *software* Graphpad Prism 9.0.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Em nossos resultados, foram identificados 22 compostos no OE de *L. dentata* que correspondem a 92,83% da composição química total. Os compostos majoritários (> 5%) identificados compõem 68,88% da composição química, e o 1,8-cineol apresentou maior proporção (38,95%) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Composição química do óleo essencial de *Lavandula dentata*.

Compostos	RIcal	RIlit	%
$\alpha$ -pineno	931	932	3,02
canfeno	946	945	0,8
sabineno	969	971	0,86
$\beta$ -pineno	974	974	6,53
mirreno	989	988	0,75
o-cimeno	1022	1022	0,64
limoneno	1026	1024	3,03
1,8-cineol	1029	1026	38,95
fenchone	1083	1086	11,14
linalool	1099	1095	2,78
exo-fenchol	1111	1118	4,36
trans-pinocarveol	1134	1135	1,26
canfora	1140	1141	12,26
$\delta$ -terpineol	1161	1162	0,7
borneol	1163	1165	0,6
terpinen-4-ol	1174	1174	0,52
$\alpha$ -terpineol	1187	1186	1,33
(E)-cariofileno	1413	1417	0,42
$\alpha$ -trans-bergamoteno	1431	1432	0,54
$\beta$ -selineno	1478	1489	0,95
$\beta$ -bisaboleno	1505	1505	0,76
óxido de cariofileno	1573	1582	0,63
Total identificado (%)			92,83

<sup>a</sup> IRlit: Índice de retenção da literatura.

<sup>b</sup> IRcal: Índice de retenção calculado.

Nossos resultados demonstram que os compostos majoritários foram o  $\beta$ -pineno, 1,8-cineol, fenchone e canfora. Pesquisas na literatura demonstram que há uma variação na composição química quanto aos aspectos quantitativos e qualitativos do OE de *L. dentata*. Amostras coletadas na Tunísia, foram relatados por Imen et al. (2021) que apresentou 43 compostos identificados, cujos majoritários foram  $\beta$ -eudesmol (21,178%), mirtenol (13,023%) e sabinol (11,021%) com atividade antimicrobiana para diferentes espécies de bactérias, enquanto que Dammak et al. (2019) identificou 10 compostos com compostos majoritários similares ao observado em nossa pesquisa, porém em proporções diferentes para 1,8-cineol (35%) e canfora (32,02%), com atividade fungicida para *Aspergillus carbonarius* pelo método de volatilização e contato.

Os OE são formados por um conjunto complexo de diferentes substâncias químicas, que estão associadas com as atividades biológicas que esses produtos apresentam. Entretanto, a composição química dos OEs pode ser afetada por diferentes fatores como época de colheita, localização geográfica, método e tempo de extração, órgão do vegetal utilizado, além da interação das plantas com efeitos de fatores bióticos e abióticos (Zimmermann et al., 2022; 2023).

O OE de *L. dentata* apresentou maior atividade fungicida apenas pelo método de contato, com inibição de 35,8% e 47,5% para *F. culmorum* e *F. graminearum*, respectivamente. Pelo método de volatilização a inibição foi inferior a 10% para ambos os isolados (Figura 1).

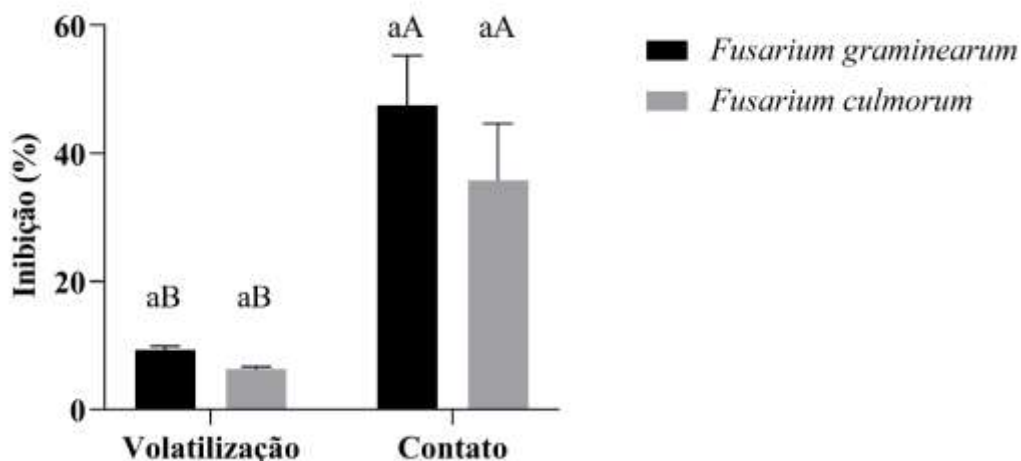


Figura 1. Inibição (%) (média  $\pm$  desvio padrão) dos fungos *Fusarium culmorum* e *Fusarium graminearum* expostos ao OE de *Lavandula dentata* pelo método de volatilização e contato, nas concentrações 100% e 1,5%, respectivamente. Letras maiúsculas comparam o mesmo isolado entre os métodos de aplicação, e letras minúsculas comparam os dois isolados no mesmo método de aplicação, pelo teste de Tukey.

Os OEs por serem constituídos por moléculas com baixo peso molecular e voláteis, podendo ser utilizados como fungicidas por contato e como fumegantes (Dammak et al., 2019; Pedrotti et al. 2019; Zimmermann et al., 2023). Foi observado em nossos resultados que o OE de *L. dentata* apresentou efeito fungicida para *F. culmorum* e *F. graminearum* apenas pelo método de contato. Outros estudos demonstram o potencial fungicida para outras espécies desse gênero, *Fusarium oxysporum* pelo métodos de difusão em disco (El Abdali et al., 2022) e por diferentes métodos de contato (Rahmouni et al., 2019; e Si Mohammed et al., 2020; Barkaoui et al., 2022), e para *Fusarium fujikuro*, *Fusarium solani* (Moumni et al., 2021) com diferentes composições químicas em comparação ao do presente estudo. Entretanto, pesquisa conduzida por Wagner et al. (2021) demonstrou que a atividade fungicida do OE de *L. dentata* pode estar associada com o aumento da concentração ocasionando maior inibição de *Cercospora kikuchii*, *Cercospora sojina* e *Septoria glycines* pelo método de difusão em disco. Outros estudos demonstraram o potencial do óleo essencial da espécie *Lavandula angustifolia* (Lamiaceae) para o controle de *Fusarium solani* (Rashad et al., 2022) e *F. oxysporum* (Palfi et al., 2019), indicando o potencial fungicida que o gênero *Lavandula* apresenta.

Em geral, os OEs são constituídos por mono e sesquiterpenos, que são moléculas com maior capacidade de volatilização. Entretanto, a baixa inibição apresentada pelo método de volatilização em nossos resultados, indicam que o efeito fungicida pode estar atrelado aos compostos com maior peso molecular. Estudos avaliaram a atividade fungicida de OEs demonstrando que o método de contato foi mais eficaz para o controle de *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus nomius*, *Fusarium graminearum* (Zimmermann et al., 2022; 2023) e *A. Carbonarius* (Dammak et al., 2019)

O maior efeito fungicida pelo método de contato pode estar relacionado a interação sinérgica entre todos os compostos presentes no OEs, que potencializam o efeito tóxico dessas substâncias nos fungos (Karpiński, 2020; Mutlu-Ingok et al., 2020). Ademais, por serem constituídos de diferentes moléculas químicas, os OEs podem atuar em diferentes mecanismos de ação (Kalagatur et al., 2015; Souza et al., 2020). Entretanto, fatores como as concentrações testadas, composição química, método de aplicação, e o organismo alvo podem influenciar no efeito fungicida e na toxicidade que os OEs podem apresentar (Karpiński, 2020; Zimmermann et al., 2022; 2023).

## CONCLUSÃO

O OE de *L. dentata* apresentou o composto  $\beta$ -pineno em maior proporção, e demonstrou ser eficaz no controle dos fungos *Fusarium culmorum* e *Fusarium graminearum* pelo método de contato.



## REFERÊNCIAS

ADAMS, RP Identification of Essential oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectroscopy. Allured Publishing Corporation, 4th ed. Carol Stream, Illinois, USA. 2017.

EL ABDALI, Y.; AGOUR, A.; ALLALI, A.; et al. *Lavandula dentata* L.: Phytochemical Analysis, Antioxidant, Antifungal and Insecticidal Activities of Its Essential Oil. **Plants**, v. 11, n. 3, 2022.

BARKAOUI, H.; CHAFIK, Z.; BENABBAS, R.; et al. Antifungal activity of the essential oils of *Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis*, *Lavandula dentata* and *Cymbopogon citratus* against the mycelial growth of *Fusarium oxysporum* f.sp.Albedinis. **Arabian Journal of Medicinal and Aromatic Plants**, v. 8, n. 1, p. 108–133, 2022.

DAMMAK, I.; HAMDI, Z.; KAMMOUN EL EUCH, S.; et al. Evaluation of antifungal and anti-ochratoxigenic activities of *Salvia officinalis*, *Lavandula dentata* and *Laurus nobilis* essential oils and a major monoterpene constituent 1,8-cineole against *Aspergillus carbonarius*. **Industrial Crops and Products**, v. 128, n. October 2018, p. 85–93, 2019. Elsevier. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.11.006>>. .

VAN DEN DOOL, H.; DEC. KRATZ, P. A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. **Journal of Chromatography A**, v. 11, n. 3, p. 463–471, 1963. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S002196730180947X>>. .

IMEN, D.; SOUMAYA, H. H.; IMED, C.; et al. Essential Oil from Flowering Tops of *Lavandula dentata* (L): Chemical Composition, Aantimicrobial, Antioxidant and Insecticidal Activities. **Journal of Essential Oil-Bearing Plants**, v. 24, n. 3, p. 632–647, 2021.

JIANG, H.; ZHONG, S.; SCHWARZ, P.; CHEN, B.; RAO, J. Antifungal activity, mycotoxin inhibitory efficacy, and mode of action of hop essential oil nanoemulsion against *Fusarium graminearum*. **Food Chemistry**, v. 400, n. June 2022, p. 134016, 2023. Elsevier Ltd. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134016>>. .

KALAGATUR, N. K.; MUDILI, V.; SIDDAIAH, C.; et al. Antagonistic activity of *Ocimum sanctum* L. essential oil on growth and zearalenone production by *Fusarium graminearum* in maize grains. **Frontiers in Microbiology**, v. 6, n. SEP, p. 1–11, 2015.

KARPIŃSKI, T. M. Essential Oils of Lamiaceae Family Plants as Antifungals. **Biomolecules**, v. 10, n. 1, p. 103, 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2218-273X/10/1/103>>. .

KRZYŚKO-ŁUPICKA, T.; SOKÓŁ, S.; PIEKARSKA-STACHOWIAK, A. Evaluation of fungistatic activity of eight selected essential oils on four heterogeneous *Fusarium* isolates obtained



from cereal grains in southern Poland. **Molecules**, v. 25, n. 2, 2020.

MOUMNI, M.; ALLAGUI, M. B.; MEZRIOUI, K.; BEN AMARA, H.; ROMANAZZI, G. Evaluation of seven essential oils as seed treatments against seedborne fungal pathogens of *Cucurbita maxima*. **Molecules**, v. 26, n. 8, 2021.

MUTLU-INGOK, A.; DEVECIOGLU, D.; DIKMETAS, D. N.; KARBANCIOGLU-GULER, F.; CAPANOGLU, E. Antibacterial, antifungal, antimycotoxigenic, and antioxidant activities of essential oils: an updated review. **Molecules**, v. 25, n. 20, 2020.

PALFI, M.; KONJEVODA, P.; VRANDEČIĆ, K.; ČOSIĆ, J. Antifungal activity of essential oils on mycelial growth of *Fusarium oxysporum* and *Bortyis cinerea*. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 31, n. 7, p. 544–554, 2019.

PEDROTTI, C.; SILVA RIBEIRO, R. T. DA; SCHWAMBACH, J. Control of postharvest fungal rots in grapes through the use of *Baccharis trimera* and *Baccharis dracunculifolia* essential oils. **Crop Protection**, v. 125, n. August, p. 1–7, 2019.

PERCZAK, A.; GWIAZDOWSKA, D.; GWIAZDOWSKI, R.; et al. The inhibitory potential of selected essential oils on fusarium spp. Growth and mycotoxins biosynthesis in maize seeds. **Pathogens**, v. 9, n. 1, 2020.

RAHMOUNI, A.; SAIDI, R.; KHADDOR, M.; et al. Chemical composition and antifungal activity of five essential oils and their major components against *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* of Moroccan palm tree. **Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration**, v. 4, n. 1, p. 1–9, 2019. Springer International Publishing. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s41207-019-0117-x>>. .

RASHAD, Y. M.; ABDEL RAZIK, E. S.; DARWISH, D. B. Essential oil from *Lavandula angustifolia* elicits expression of three SbWRKY transcription factors and defense-related genes against sorghum damping-off. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 1–15, 2022. Nature Publishing Group UK. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41598-022-04903-x>>. .

SI MOHAMMED, A.; KADAR, N. H.; DJAAFER, M.; et al. In vitro activity of *Lavandula dentata* essential oil against *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* in Algeria. **South Asian Journal of Experimental Biology**, v. 10, n. 4, p. 249–254, 2020.

SOUZA, D. P.; PIMENTEL, R. B. Q.; SANTOS, A. S.; et al. Fungicidal properties and insights on the mechanisms of the action of volatile oils from Amazonian Aniba trees. **Industrial Crops and Products**, v. 143, n. October 2019, p. 111914, 2020. Elsevier. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111914>>. .

TRALAMAZZA, S. M.; BEMVENUTI, R. H.; ZORZETE, P.; DE SOUZA GARCIA, F.; CORRÊA, B. Fungal diversity and natural occurrence of deoxynivalenol and zearalenone in freshly harvested wheat grains from Brazil. **Food Chemistry**, v. 196, p. 445–450, 2016. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.063>>. .

VILELA, G. R.; ALMEIDA, G. S.; D'ARCE, M. A. B. R.; et al. Activity of essential oil and its major compound, 1,8-cineole, from *Eucalyptus globulus* Labill., against the storage fungi *Aspergillus flavus* Link and *Aspergillus parasiticus* Speare. **Journal of Stored Products Research**, v. 45, n. 2, p. 108–111, 2009.

WAGNER, L. S.; SEQUIN, C. J.; FOTI, N.; CAMPOS-SOLDINI, M. P. Insecticidal, fungicidal, phytotoxic activity and chemical composition of *Lavandula dentata* essential oil. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 35, n. May, p. 102092, 2021. Elsevier Ltd. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.102092>>. .

ZIMMERMANN, R. C.; POITEVIN, C. G.; BISCHOFF, A. M.; et al. Insecticidal and antifungal activities of *Melaleuca raphiophylla* essential oil against insects and seed-borne pathogens in stored products. **Industrial Crops and Products**, v. 182, n. January, p. 114871, 2022. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926669022003545>>. .

ZIMMERMANN, R. C.; POITEVIN, C. G.; DA LUZ, T. S.; et al. Antifungal activity of essential oils and their combinations against storage fungi. **Environmental Science and Pollution Research**, , n. 0123456789, 2023. Springer Berlin Heidelberg. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11356-023-25772-5>>. .