

CONTROLE DE FUNGOS FITOPATOGÊNICOS POR MEIO DA VALIDAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS

CONTROL OF PHYTOPATOGENIC FUNGI THROUGH THE VALIDATION OF ESSENTIAL OILS

¹Simeire Ferreira de Jesus, ²Flávia Oliveira Abrão Pessoa, ³Rafael Ferreira dos Santos*

¹Instituto Federal Goiano, ²Instituto Federal Goiano, ³Universidade de Brasília.
rafaah.chanel@gmail.com

RESUMO

Este estudo avaliou, por meio de ensaios *in vitro*, a eficácia de quatro óleos essenciais sobre cinco gêneros de fungos fitopatogênicos. Os resultados indicaram controle significativo ($P < 0,05$) no crescimento de colônias do gênero *Fusarium* sp. com óleos isolados de canela, cravo-da-índia e orégano, enquanto a formulação combinada não apresentou diferença. Em *Ovulariopsis* sp., os óleos isolados demonstraram efeito de controle, mas a formulação combinada não foi eficaz. Para *Malbranchea* sp., observou-se efeito superior dos óleos de cravo-da-índia, orégano e formulação combinada no tempo de 48h, enquanto o óleo de canela manteve resultados equivalentes ao controle. Nos gêneros *Penicillium* sp. e *Aspergillus* sp., verificou-se controle no crescimento das colônias, sinalizando o potencial desses óleos essenciais no controle biológico de fungos fitopatogênicos de proliferação rápida. Esses achados reforçam a importância de pesquisas adicionais para consolidar o uso de fungicidas naturais na agricultura.

PALAVRAS-CHAVE: agricultura, controle biológico, fitopatógenos.

ABSTRACT

This study evaluated, through *in vitro* assays, the effectiveness of four essential oils against five genera of phytopathogenic fungi. The results indicated significant control ($P < 0.05$) over colony growth of the *Fusarium* sp. genus with essential oils isolated from cinnamon, clove, and oregano, while the combined formulation showed no significant difference. In *Ovulariopsis* sp., the isolated oils demonstrated a control effect, but the combined formulation was ineffective. For *Malbranchea* sp., a superior effect was observed with clove, oregano oils, and the combined formulation at 48 hours, while cinnamon oil maintained results equivalent to the control. In the genera *Penicillium* sp. and *Aspergillus* sp., colony growth was controlled, highlighting the potential of these essential oils in the biological control of fast-proliferating phytopathogenic fungi. These findings emphasize the importance of further research to consolidate the use of natural fungicides in agriculture.

KEYWORDS: agriculture, biological control, phytopathogens.

INTRODUÇÃO

O uso excessivo de pesticidas na agricultura tem gerado crescente atenção por parte de instituições de pesquisa, motivando estudos sobre alternativas baseadas em extratos e óleos essenciais extraídos de plantas medicinais, aromáticas e condimentares, com potencial para o controle de doenças em culturas agrícolas^{1,2}.

Os métodos mais utilizados para prevenir, controlar e erradicar doenças em plantas são aqueles que fazem uso dos fungicidas sintéticos. Embora sua eficácia seja comprovada, o uso contínuo e repetitivo desses produtos pode desequilibrar os ecossistemas agrícolas, favorecendo o aumento da ocorrência e gravidade das doenças, além de promover a seleção de isolados resistentes aos compostos químicos utilizados³.

A demanda crescente por produtos vegetais de alta qualidade e isentos de resíduos químicos em níveis superiores aos permitidos pelas legislações de diversos países tem impulsionado a busca por alternativas de menor toxicidade para o ser humano e menor impacto ambiental. Nesse contexto, os óleos essenciais de plantas emergem como uma opção promissora para o controle de fitopatógenos⁴.

Os óleos essenciais são formados por uma diversidade de compostos químicos, com destaque para os terpenos e os fenilpropenos, que são as classes predominantes. Entre os terpenos, os monoterpenos e sesquiterpenos são os mais frequentes, enquanto os diterpenos aparecem em menor quantidade como componentes secundários dessas substâncias^{5,6}.

Estudos com óleos essenciais destacam sua eficácia no combate a fungos fitopatogênicos. Esses compostos podem atuar diretamente, inibindo o crescimento do micélio e a germinação de esporos, ou indiretamente, estimulando a resistência da planta contra diversos patógenos¹⁰⁻¹⁶.

De acordo com Magalhães *et al.*¹⁷, o uso desses óleos essenciais pode substituir os defensivos agrícolas tóxicos, resultando em menores impactos ambientais, uma vez que os óleos atuam como mecanismos de defesa naturais das plantas das quais são extraídos. Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo

validar a ação antifúngica dos óleos essenciais de cravo-da-índia, orégano, canela e de uma formulação combinada (a partir da sinergia dos óleos mencionados em proporções iguais de 1:1:1) contra cinco fungos fitopatogênicos pertencentes aos gêneros *Fusarium*, *Malbranchea*, *Ovulariopsis*, *Penicillium* e *Aspergillus*, por meio de ensaios *in vitro*.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido a partir de amostras comerciais de *Cinnamomum verum* (canela), *Origanum vulgare* (orégano) e *Syzygium aromaticum* (cravo-da-índia), adquiridas em estabelecimento especializado. A obtenção dos óleos essenciais foi realizada por meio de infusão a vapor, adotando um processo artesanal e simplificado. O procedimento consistiu no aquecimento lento e uniforme das partes vegetais (casca do tronco de canela, folhas secas de orégano e botões florais secos de cravo-da-índia), durante 3 horas, imersas em óleo vegetal de *Helianthus annuus* (girassol).

Para a extração dos compostos químicos, utilizou-se inicialmente 10 g de cada planta mencionada em 50 mL de óleo de girassol, quantidade suficiente para cobrir completamente os compostos das plantas. Após o período de aquecimento, a mistura foi deixada à temperatura ambiente, e então adicionou-se mais 150 mL de óleo de girassol, totalizando 200 mL como veículo final para a obtenção dos óleos essenciais.

Subsequentemente, o óleo foi mantido em repouso por uma semana para favorecer a concentração de seus constituintes químicos antes de ser filtrado. Posteriormente, foi armazenado em recipiente de vidro âmbar, a fim de proteger os compostos da ação fotossensibilizadora dos óleos essenciais, e mantido em local apropriado, longe da exposição direta à luz solar. Para a obtenção da formulação combinada, foram utilizados 10 g de cravo-da-índia, 10 g de canela e 10 g de orégano. O processo de extração foi idêntico ao previamente descrito, porém, neste

caso, os três ingredientes (cravo-da-índia, canela e orégano) foram combinados ao óleo vegetal de girassol.

Os fungos fitopatogênicos utilizados – *Fusarium* sp., *Malbranchea* sp., *Ovulariopsis* sp., *Penicillium* sp. e *Aspergillus* sp., – foram reativados a partir de amostras disponíveis na micoteca do Instituto Federal Goiano. O processo de reativação consistiu na transferência de pequenas amostras dos fungos, originalmente armazenados em tubos de ensaio, para placas de Petri contendo meio de cultura estéril previamente preparado. Utilizou-se o meio de cultura Ágar Sabouraud (SB) suplementado com Cloranfenicol (45 g de SB e 300 mg de Cloranfenicol para 1 litro de água destilada). Assim, foram reativadas cinco cepas de fungos fitopatogênicos, as quais foram então incubadas na estufa BOD a 30°C por um período de 7 dias.

Para o ensaio *in vitro* dos óleos essenciais nos fungos, soluções padronizadas foram preparadas em escala MacFarland 0,5 para os fitopatógenos (equivalente a $1,5 \times 10^8$ UFC/mL), sendo adicionados 0,2 mL da suspensão em placas de Petri contendo meio de cultura SB. Posteriormente, foi inoculado o fungo fitopatogênico pontualmente no centro da placa de Petri, já contendo os 0,2 mL de óleo espalhado. A quantidade de óleo essencial aplicada foi determinada com base em estudos prévios, sendo escolhida a concentração de 0,2 mL por placa. A mensuração do crescimento das colônias foi realizada em três tempos: 24, 48 e 72 horas, utilizando-se um paquímetro.

Para o preparo do grupo controle, utilizou-se apenas o óleo de girassol, sem a adição de compostos vegetais. No ensaio, 0,2 mL do óleo vegetal puro foram adicionados às placas de Petri contendo o meio de cultura SB. Em seguida, os fungos fitopatogênicos foram inoculados no centro das placas, permitindo a análise comparativa do crescimento das colônias nos referidos tempos.

Para as análises estatísticas, adotou-se um delineamento inteiramente ao acaso (DIC). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), considerando que os pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias

foram atendidos, comparando-se as médias do crescimento micelial por meio do teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa Sisvar®¹⁸.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram obtidos diferentes diâmetros de crescimento entre os fungos selecionados. Na Tabela 1, para *Fusarium* sp., observa-se que, inicialmente, nos intervalos de 24h e 48h, o crescimento micelial apresentou um desenvolvimento lento. Entretanto, a formulação combinada apresentou resultados semelhantes aos do grupo controle, indicando que a combinação dos compostos químicos presentes nos óleos essenciais não gerou a sinergia esperada, o que de algum modo comprometeu a ação inibitória desses compostos.

Tabela 1. Diâmetro em (mm) de colônias de *Fusarium* sp. submetidas a óleos essenciais em diferentes tempos de incubação (h = horas).

Tratamento	24h	48h	72h
Form. comb.	1,90 a	11,0 a	18,5 a
Cravo-da-índia	1,20 b	4,7 b	14,5 a
Orégano	0,45 b	6,6 b	16,5 a
Canela	0,90 b	6,4 b	16,5 a
Controle	2,50 a	9,3 a	25,5 a
P-valor	< 0,001	0,0029	0,2416

Legenda: Letras distintas na coluna indicam diferença por Scott-Knott (5%). As médias que compartilham a mesma letra não apresentam diferenças significativas entre si. As médias com letras diferentes pertencem a grupos distintos, indicando diferenças estatisticamente significativas entre elas.

Fontana *et al.*¹⁹ relataram resultados significativos no controle de fungos do gênero *Fusarium*, ao avaliar o potencial fungicida de óleos essenciais de erva-luísia (*Aloysia citriodora*), citronela (*Cymbopogon winterianus*), erva-cidreira-brasileira (*Lippia alba*) e manjericão-branco (*Ocimum americanum*). Os autores observaram que, em diferentes concentrações, os óleos essenciais foram eficazes na inibição do crescimento micelial dos fungos, demonstrando um alto potencial fungicida. Esses

achados sugerem que esses óleos essenciais podem representar alternativas viáveis para o desenvolvimento de produtos comerciais destinados ao controle de fitopatógenos, oferecendo uma opção mais sustentável em comparação com fungicidas sintéticos.

No presente estudo, o crescimento micelial do gênero *Fusarium* foi lento nos dois primeiros tempos de exposição aos óleos essenciais de cravo-da-índia, orégano e canela. A formulação combinada apresentou resultados semelhantes ao controle, sem eficácia significativa na inibição do crescimento fúngico. Após 72 horas, não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos ($P > 0,05$), destacando a importância de intervenções precoces com óleos essenciais, uma vez que, após esse período, sua capacidade de inibir o crescimento fúngico já não é eficaz.

Os óleos essenciais testados *in vitro* em colônias de *Ovulariopsis* sp. também demonstraram superior inibição do crescimento fúngico nas primeiras 24h e 48h (Tabela 2). No entanto, a formulação combinada, ou seja, a combinação dos diversos compostos presentes nos óleos essenciais manipulados nesta pesquisa, comprometeu a ação inibitória e não apresentou resultados satisfatórios, conforme evidenciado em estudos prévios com os óleos em associação com os compostos químicos dos óleos isolados.

Tabela 2. Diâmetro em (mm) de colônias de *Ovulariopsis* sp. submetidas a óleos essenciais em diferentes tempos de incubação (h = horas).

Tratamento	24h	48h	72h
Form. comb.	2,70 a	7,5 b	15,4 b
Cravo-da-índia	1,45 c	8,2 b	19,5 b
Orégano	1,60 c	11,0 b	23,0 b
Canela	1,10 c	8,3 b	19,5 b
Controle	2,20 b	24,0 a	41,0 a
P-valor	> 0,001	< 0,001	< 0,001

Legenda: Letras distintas na coluna indicam diferença por Scott-Knott (5%). As médias que compartilham a mesma letra não apresentam diferenças significativas entre si. As médias com letras diferentes pertencem a grupos distintos, indicando diferenças estatisticamente significativas entre elas.

Isso nos leva a concluir que, por algum motivo, a sinergia entre os constituintes dos respectivos óleos essenciais não exerce efeito inibitório sobre o crescimento fúngico em algumas cepas de fungos fitopatogênicos. Nesse contexto, a melhor opção parece ser o uso dos óleos essenciais isolados.

Para *Malbranchea* sp. observou-se um comportamento distinto em relação aos fungos mencionados anteriormente (Tabela 3). Em outras palavras, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ($P > 0,05$) no efeito dos óleos nas primeiras 24 horas. No entanto, com o decorrer do tempo (48 horas), verificou-se uma maior eficácia dos óleos de cravo-da-índia, orégano e da formulação combinada, enquanto o óleo de canela apresentou resultados semelhantes ao controle negativo.

Após 72 horas, todos os óleos demonstraram eficácia superior em comparação ao tratamento controle ($P < 0,05$). Considera-se que, por se tratar de um fungo de crescimento mais lento, a ação inibitória se torna mais evidente à medida que o tempo de exposição aos óleos testados progride.

Tabela 3. Diâmetro em (mm) de colônias de *Malbranchea* sp. submetidas a óleos essenciais em diferentes tempos de incubação (h = horas).

Tratamento	24h	48h	72h
Form. comb.	0,000 a	0,000 b	0,014 b
Cravo-da-índia	0,000 a	0,000 b	0,020 b
Orégano	0,000 a	0,000 b	0,022 b
Canela	0,000 a	0,006 a	0,019 b
Controle	0,003 a	0,010 a	0,034 a
P-valor	0,4175	0,0173	0,0019

Legenda: Letras distintas na coluna indicam diferença por Scott-Knott (5%). As médias que compartilham a mesma letra não apresentam diferenças significativas entre si. As médias com letras diferentes pertencem a grupos distintos, indicando diferenças estatisticamente significativas entre elas.

O tratamento realizado com óleos essenciais frente ao fungo *Penicillium* sp. demonstrou uma inibição superior nas primeiras 24h e 48h, apresentando resultados

promissores (Tabela 4). Este achado é particularmente relevante, considerando que fungos como *Penicillium* e *Aspergillus* sp. são esporulados e se propagam facilmente pelo ar. O *Penicillium* sp., em particular, é responsável por danos significativos, uma vez que seus esporos se dispersam, causando mofos tanto em alimentos quanto em plantas.

Tabela 4. Diâmetro em (mm) de colônias de *Penicillium* sp. submetidas a óleos essenciais em diferentes tempos de incubação (h = horas).

Tratamento	24h	48h	72h
Form. comb.	0,000 a	0,007 b	0,028 a
Cravo-da-índia	0,002 a	0,004 b	0,021 a
Orégano	0,003 a	0,012 b	0,026 a
Canela	0,002 a	0,013 b	0,028 a
Controle	0,010 a	0,032 a	1,065 a
P-valor	0,1484	< 0,001	0,3702

Legenda: Letras distintas na coluna indicam diferença por Scott-Knott (5%). As médias que compartilham a mesma letra não apresentam diferenças significativas entre si. As médias com letras diferentes pertencem a grupos distintos, indicando diferenças estatisticamente significativas entre elas.

No estudo conduzido por Russiano *et al.*²⁰, foram avaliadas as atividades antifúngicas dos óleos essenciais de citronela (*Cymbopogon* sp.), guaçatonga (*Casearia sylvestris*) e melaleuca (*Melaleuca alternifolia*) sobre o crescimento micelial de *Penicillium* sp.. O óleo essencial de citronela demonstrou eficácia completa, inibindo 100% do crescimento micelial, independentemente da concentração utilizada. Em contraste, o óleo essencial de guaçatonga apresentou reduções de 19,17% e 16,05% no crescimento micelial para as concentrações de 5 μ L e 10 μ L, respectivamente, sem diferenças estatisticamente significativas entre elas. De forma semelhante, o óleo essencial de melaleuca reduziu o crescimento micelial em 17,85% na alíquota de 5 μ L e em 15,25% na de 10 μ L, também sem apresentar diferenças significativas entre as concentrações avaliadas.

Na Tabela 5, em relação ao fungo *Aspergillus* sp., observa-se que os óleos essenciais apresentaram resultados satisfatórios em comparação com o controle, indicando a viabilidade de sua utilização como método de controle biológico, bem como ferramenta auxiliar quando associados a produtos agrotóxicos.

Tabela 5. Diâmetro em (mm) de colônias de *Aspergillus* sp. submetidas a óleos essenciais em diferentes tempos de incubação (h = horas).

Tratamento	24h	48h	72h
Form. comb.	0,000 b	0,015 b	0,047 b
Cravo-da-índia	0,000 b	0,016 b	0,044 b
Orégano	0,000 b	0,010 b	0,061 b
Canela	0,000 b	0,013 b	0,047 b
Controle	0,006 a	0,027 a	10,800 a
P-valor	0,0785	0,0075	< 0,001

Legenda: Letras distintas na coluna indicam diferença por Scott-Knott (5%). As médias que compartilham a mesma letra não apresentam diferenças significativas entre si. As médias com letras diferentes pertencem a grupos distintos, indicando diferenças estatisticamente significativas entre elas.

Silva *et al.*²¹, em estudo conduzido com o objetivo de avaliar a atividade inibitória de óleos essenciais e extratos vegetais sobre o crescimento micelial dos fungos *Aspergillus* sp. e *Fusarium* sp., isolados do feijão-de-corda (*Vigna unguiculata*) “*in vitro*”, observaram que os extratos de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) e citronela (*Cymbopogon winterianus*), bem como os óleos essenciais de citronela, cidreira (*Cymbopogon citratus*) e melissa (*Melissa officinalis*), apresentaram os melhores resultados, promovendo a inibição total do crescimento micelial desses patógenos. Os autores inferiram que tanto os óleos essenciais quanto os extratos vegetais demonstraram alta eficiência e têm grande potencial para o desenvolvimento de produtos alternativos na agricultura, como substitutos aos produtos sintéticos.

Com base nos resultados obtidos neste estudo, observou-se uma variação no efeito inibitório dos óleos essenciais sobre o crescimento micelial dos diferentes

fungos fitopatogênicos testados, com destaque para a eficiência dos óleos essenciais isolados, como os de cravo-da-índia e orégano, que demonstraram maior eficácia ao longo do tempo de incubação. Por outro lado, a formulação combinada, que combina diversos óleos essenciais, não apresentou o efeito sinérgico esperado, resultando em desempenho similar ao grupo controle, especialmente nas primeiras 48 horas. Esses achados indicam que a composição química dos óleos essenciais pode influenciar significativamente sua atividade antifúngica, e que a combinação de diferentes óleos nem sempre gera os resultados desejados.

Os dados sugerem a importância de investigar mais detalhadamente a concentração e a combinação dos compostos, bem como a necessidade de ensaios adicionais para avaliar o potencial dos óleos essenciais como alternativas aos produtos sintéticos na agricultura. Além disso, é crucial considerar a especificidade de cada fungo em relação ao tratamento, visto que fungos de crescimento mais lento, como o *Malbranchea* sp., responderam de forma diferente ao longo do tempo, destacando a necessidade de uma abordagem mais detalhada para o uso de óleos essenciais no controle biológico de patógenos.

CONCLUSÃO

Neste estudo, conclui-se que os óleos essenciais de canela, cravo e orégano, tanto isolados quanto em combinação (formulação combinada), apresentam ação variável, dependendo da espécie fúngica desafiada. Ademais, é inegável a presença de propriedades antifúngicas nos compostos dos óleos essenciais, o que ressalta a necessidade de mais investigações para aprofundar o conhecimento nesta área.

REFERÊNCIAS

1. Soylu EM, Kurt S, Soylu S. *In vitro* and *in vivo* antifungal activities of the essential oils of various plants against tomato grey mould disease agent *Botrytis cinerea*. International Journal of Food Microbiology. 2010; 143(3): 183-189. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.08.015>.

2. Isman MB, Miresmailli S, Machial C. Commercial opportunities for pesticides based on plant essential oils in agriculture, industry and consumer products. *Phytochemistry Reviews*. 2011; 10(2): 197-204. <https://doi.org/10.1007/s11101-010-9170-4>.
3. Lee Y, Kim J, Shin S, Lee S, Park I. Antifungal activity of Myrtaceae essential oils and their components against three phytopathogenic fungi. *Flavour and Fragrance Journal*. 2008; 23(1): 23-28. <https://doi.org/10.1002/ffj.1850>.
4. Carvalho JB, Schwan-Estrada KRF, Bonaldo SM, Cruz MES, Carlos MM, Stangarlin JR. Fungitoxicidade de *Cymbopogon citratus* e *Cymbopogon martinii* a *Colletotrichum gloeosporioides* em frutos de pimentão. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*. 2008; 10(1): 88-93.
5. Castro HG, Oliveira LO, Barbosa LCA, Ferreira FA, Silva DJH, Mosquim PR, Nascimento EA. Teor e composição do óleo essencial de cinco acessos de mentrasto. *Química Nova*. 2004; 27(1): 55-57. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422004000100011>.
6. Castro HG, Barbosa LCA, Leal TCAB, Souza CM, Nazareno AC. Crescimento, teor e composição do óleo essencial de *Cymbopogon nardus* (L.). *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*. 2007; 9(4): 55-61.
7. Silva CJ, Barbosa LCA, Demuner AJ, Montanari RM, Pinheiro AL, Dias I, Andrade NJ. Chemical composition and antibacterial activities from the essential oils of myrtaceae species planted in Brazil. *Química Nova*. 2010; 33(1): 104-108. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422010000100019>.
8. Demuner AJ, Barbosa LCA, Magalhães CG, Silva CJ, Maltha CRA, Pinheiro AL. Seasonal variation in the chemical composition and antimicrobial activity of volatile oils of three species of *Leptospermum* (Myrtaceae) grown in Brazil. *Molecules*. 2011; 16(2): 1181-1191. <https://doi.org/10.3390/molecules16021181>.
9. Nascimento JC, Barbosa LCA, Paula VF, David JM, Fontana R, Silva LAM, França RS. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils of *Ocimum canum* Sims. and *Ocimum selloi* Benth. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 2011; 83(3): 787-799. <https://doi.org/10.1590/S0001-37652011005000019>.
10. Schwan-Estrada KRF, Stangarlin JR, Cruz MES. Uso de plantas medicinais no controle de doenças de plantas. *Fitopatologia Brasileira*. 2003; 28: 554-556.
11. Donlaporn S, Suntornsuk W. Antifungal activities of ethanolic extract from *Jatropha curcas* Seed Cake. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2010; 20(2): 319-324. <http://dx.doi.org/10.4014/jmb.0905.05035>.

12. Deus RJA, Alves CN, Arruda MSP. Avaliação do efeito antifúngico do óleo resina e do óleo essencial de copaiba (*Copaifera multijuga* Hayne). Revista Brasileira de Plantas Medicinais. 2011; 13(1): 1-7.
13. Perini VBM, Castro HG, Santos GR, Aguiar RWS, Leão EU, Seixas PTL. Avaliação do efeito curativo e preventivo do óleo essencial do capim-citronela no controle de *Pyricularia grisea*. Journal of Biotechnology and Biodiversity. 2011; 2(2): 23-27. <https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v2n2.perini>.
14. Seixas PTL, Castro HG, Santos GR, Cardoso DP. Controle fitopatológico do *Fusarium subglutinans* pelo óleo essencial do capim-citronela (*Cymbopogon nardus* L.) e do composto citronelal. Revista Brasileira de Plantas Medicinais. 2011; 13: 523-526. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722011000500003>.
15. Garcia RA, Juliatti FC, Barbosa KAG, Cassemiro TA. Atividade antifúngica de óleo e extratos vegetais sobre *Sclerotinia sclerotiorum*. Bioscience Journal. 2012; 28: 48-57.
16. Passos JL, Barbosa LCA, Demuner AJ, Alvarenga ES, Silva CM, Barreto RW. Chemical characterization of volatile compounds of *Lantana camara* L. and *L. radula* Sw. and their antifungal activity. Molecules. 2012; 17(10): 11447-11455. <https://doi.org/10.3390/molecules171011447>.
17. Magalhães CRI, Oliveira CRF, Matos CHC, Brito SSS, Magalhães TA, Ferraz MSS. Potencial inseticida de óleos essenciais sobre *Tribolium castaneum* em milho armazenado. Revista Brasileira de Plantas Medicinais. 2015; 17(4): 1150-1158. https://doi.org/10.1590/1983-084X/15_003.
18. Ferreira DF. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia. 2011; 35(6): 1039-1042. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.
19. Fontana DC, Schmidt D, Kulczynki SM, Caron BO, Pretto MM, Mariotto AB, Santos J, Holz E. Fungicidal potential of essential oils in control of *Fusarium* spp. and *Sclerotinia sclerotiorum*. Arquivos do Instituto Biológico. 2020; 87: 1-10. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000612019>.
20. Russiano MCS, Bressanelli M, Nava GA, Russiano CGS. Óleos essenciais de citronela, melaleuca e guaçatonga no controle de *Penicillium expansum*. Brazilian Journal of Development. 2019; 5(10): 21277-21283. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n10-285>.

21. Silva ACP, Carvalho JWP, Pascuali LC, Porto AG, Silva SS. Propriedade antifúngica de óleos essenciais e extratos vegetais sobre *Fusarium* sp. e *Aspergillus* sp. isolados de feijão. Holos. 2021; 7: 1-15. <https://doi.org/10.15628/holos.2021.6889>.