JOURNAL OF EDUCATION, SCIENCE AND HEALTH – JESH
Revista de Educação, Ciência e Saúde
DOI: https://www.doi.org/10.52832/jesh.v5i3.660
Home page: https://bio10publicacao.com.br/jesh
e-ISSN: 2763-6119

TRATAMENTO DE SEMENTES DE GIRASSOL (*Helianthus annuus*) COM MICROEMULSÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS

TREATING SUNFLOWER SEEDS (*Helianthus annuus*) WITH MICROEMULSION OF ESSENTIAL OILS

TRATAMIENTO DE SEMILLAS DE GIRASOL (*Helianthus annuus*) CON MICROEMULSIÓN DE ACEITES ESENCIALES

Arieli Caldeira da Cunha [1]; Sumária Sousa e Silva [2]; Luiz Carlos Pascuali [3]; Alexandre Gonçalves Porto[4*]; José Wilson Pires Carvalho[5*]

[1]Acadêmica do Curso de Engenharia de Produção Agroindustrial, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Barra do Bugres, Mato Grosso, Brasil; [2] Doutora Pelo Instituto de Química de São Carlos, Universidade do estado de São Paulo (IQSC/USP). Técnica em Assuntos Educacionais no Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT), Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil; [3] Doutor pela Universidade Federal de Pelotas, (UFPEL). Docente da Faculdade de Arquitetura e Engenharias, Universidade do estado de Mato Grosso, Barra do Bugres, Brasil; [4]Doutor pela Universidade Federal de Pelotas, (UFPEL). Docente da Faculdade de Arquitetura e Engenharias, Universidade do estado de Mato Grosso, Barra do Bugres, Brasil; [5] Doutor Pelo Instituto de Química de São Carlos, Universidade do estado de São Paulo (IQSC/USP). Docente da Faculdade de Arquitetura e Engenharias, Universidade do estado de Mato Grosso, Barra do Bugres, Brasil.
*Autor correspondente: jwilsonc@unemat.br

Recebido: 18/02/2026 | **Aprovado**: 20/05/2026 | **Publicado**: 25/08/2026

Resumo: Os defensivos agrícolas sintéticos têm sido utilizados no controle de pragas e doenças da agricultura. Porém, esses produtos sintéticos muitas vezes prejudicam inimigos naturais de pragas. Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de microemulsões de óleos essenciais de pimenta-longa (*Piper hispidinervum*), melissa (*Lippia alba*), cidreira (*Cymbopogon citratus* Stapf) e citronela (*Cymbopogon nardus* L.), nas combinações cidreira+citronela+pimenta-longa e melissa+citronela+pimenta-longa, na germinação e vigor de semente de *Helianthus annuus*. O girassol foi utilizado no estudo devido sua importância comercial na produção de óleo vegetal de alta qualidade, ração animal e na rotação de culturas. Foram realizadas formulações de microemulsões com as combinações de óleo essencial com contração entre 1.000 -7.000 ppm. Os parâmetros avaliados foram: primeira contagem de germinação, germinação, emergência em solo, índice de velocidade de emergência (IVE), massa seca aérea e massa radicular. A amostra testemunha recebeu somente água destilada. Os resultados foram analisados estatisticamente com teste de Duncan à 5% de probabilidade. Os resultados mostram que as combinações de óleos essenciais não interferiram de forma significativa no desenvolvimento das sementes de girassol, tendo em vista que primeira contagem de germinação, germinação, índice de velocidade de emergência (IVE), massa seca aérea e massa radicular não diferiram estatisticamente da testemunha. Para a emergência em solo houve uma diminuição nas concentrações 2.000 e 3.000 ppm. Por fim, esses resultados mostram que os óleos essenciais podem ser uma alternativa aos defensivos sintéticos no tratamento de sementes sem interferir significativamente na germinação e vigor de sementes.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Produto natural. Produtos orgânicos. Agricultura sustentável. Vigor de sementes.

Abstract: Synthetic pesticides have been used to control agricultural pests and diseases. However, these synthetic products often harm the environment and natural enemies of pests. In this context, the objective of this study was to evaluate the effect of microemulsions of essential oils of long pepper (*Piper hispidinervum*), lemon balm (*Lippia alba*), lemongrass (*Cymbopogon citratus* Stapf) and citronella (*Cymbopogon nardus* L.), in the combinations lemongrass+citronella+long pepper and lemon balm+citronella+long pepper, on the germination and vigor of Helianthus annuus seeds. Sunflower was used in this study due to its commercial importance and versatility in the production of high-quality vegetable oil, bran for animal feed, silage and crop rotation. Microemulsion formulations were prepared with combinations of essential oils with concentrations between 1,000 and 7,000 ppm and applied to sunflower seeds. The parameters evaluated were: first germination count, germination, soil emergence, emergence speed index (ESI), shoot dry mass, and root mass. The control sample received only distilled water. The results were statistically analyzed using Duncan's test at a 5% probability level. The results show that the combinations of essential oils did not significantly interfere with the development of sunflower seeds, considering that the first germination count, germination, emergence speed index (ESI), shoot dry mass, and root

mass did not differ statistically from the control. For soil emergence, there was a decrease at concentrations of 2,000 and 3,000 ppm. Finally, these results show that essential oils can be an alternative to synthetic pesticides in seed treatment without significantly interfering with germination and seed vigor.

Keywords: Sustainability. Natural product. Organic products. Sustainable agriculture. Seed vigor.

Resumen: Los plaguicidas sintéticos se han utilizado para controlar plagas y enfermedades agrícolas. Sin embargo, estos productos sintéticos suelen dañar el medio ambiente y a los enemigos naturales de las plagas. En este contexto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de microemulsiones de aceites esenciales de pimienta larga (*Piper hispidinervum*), melisa (*Lippia alba*), hierba limón (*Cymbopogon citratus* Stapf) y citronela (*Cymbopogon nardus* L.), en las combinaciones hierba limón + citronela + pimienta larga y melisa + citronela + pimienta larga, sobre la germinación y el vigor de semillas de Helianthus annuus. El girasol se utilizó en este estudio debido a su importancia comercial y versatilidad en la producción de aceite vegetal de alta calidad, salvado para alimentación animal, ensilaje y rotación de cultivos. Se prepararon formulaciones de microemulsión con combinaciones de aceites esenciales en concentraciones entre 1000 y 7000 ppm y se aplicaron a semillas de girasol. Los parámetros evaluados fueron: recuento de la primera germinación, germinación, emergencia del suelo, índice de velocidad de emergencia (IEE), masa seca del tallo y masa radicular. La muestra de control recibió únicamente agua destilada. Los resultados se analizaron estadísticamente mediante la prueba de Duncan con un nivel de significancia del 5%. Los resultados muestran que las combinaciones de aceites esenciales no interfirieron significativamente en el desarrollo de las semillas de girasol, ya que el recuento de la primera germinación, la germinación, el índice de velocidad de emergencia (IEE), la masa seca del tallo y la masa radicular no difirieron estadísticamente del control. En cuanto a la emergencia del suelo, se observó una disminución en concentraciones de 2000 y 3000 ppm. Finalmente, estos resultados demuestran que los aceites esenciales pueden ser una alternativa a los plaguicidas sintéticos en el tratamiento de semillas sin interferir significativamente en la germinación ni en el vigor de las semillas.

Palabras-clave: Sostenibilidad. Producto natural. Productos orgánicos. Agricultura sostenible. Vigor de las semillas.

1 INTRODUÇÃO

O *Helianthus annuus* é uma cultura anual, pertencente à família Asteraceae. As plantas desta família, podem atingir até 3 metros de altura, mas também existem espécies que medem cerca de 40 centímetros. As folhas são ovais, com nervuras ásperas, pecioladas e as flores são grandes e belas e o nome científico "Helianthus" quer dizer "flor do sol" que representa a aparência que tem a planta (Oliveira *et al.*, 2012; Turchetto *et al.*, 2021).

A cultura do girassol apresenta ampla capacidade de adaptação em diferentes condições de latitude, longitude e fotoperíodo. De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) a cultura do girassol teve origem na América do Norte. No entanto é cultivada em todo o mundo, sendo classificada como a quarta oleaginosa mais produzida, responsável por cerca de 13% de todo o óleo vegetal produzido mundialmente (Santos, 2018).

No Brasil a região que mais se destaca na produção de girassol é o Centro-Oeste que destina sua produção não só para óleo como também para alimentação humana e animal. No Estado de Mato Grosso, a cultura do girassol tem sido uma boa opção na rotação de cultura e a área plantada tem variado ao longo das safras. Além disso, esta cultura possui diversos tipos de utilidades como na produção óleo vegetal, farelo para ração animal e silagem onde é possível aproveitar quase toda a planta, por isso vem ganhando destaque nacional e mundial (Turchetto *et al.*, 2021).

O óleo que é extraído do girassol tem destaque em relação aos demais por apresentar características físico-químicas e nutricionais benéficas. Pois tem em sua composição ácidos graxos de boa qualidade nutricional, com cerca de 65,3% de poliinsaturados, composto por 65% de ácido linoléico, uma substância benéfica ao organismo humano (Castro, Castiglioni & Balla, 1996).

No entanto, a cultura de girassol tem sido atacada por mais de 35 espécies de organismos fitopatogênicos e a grande maioria deles são fungos. Há uma estimativa que cerca de 12 % da perda anual no mundo na produção desta cultura é decorrente de doenças. Esta é a problemática mais limitante que a cultura enfrenta em maior parte das regiões produtoras de girassol (Gomes *et al.*, 2008; Gomes *et al.*, 2024).

Assim, a busca por produtos alternativos com formulações à base de substâncias naturais e com menor impacto ambiental, em substituição aos defensivos agrícolas sintéticos tem sido crescente. Porém, ainda são poucos os trabalhos com a aplicação de óleos essenciais, pois grande parte dos estudos desenvolvidos tem sido experimentos *in vitro* (Silva *et al.* 2019; Monteiro *et al.* 2020; Queiroz *et al.* 2020; Pinheiro, Rezende & Krinski, 2022; Oliveira *et al.* 2024).

Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar a aplicação de microemulsões com óleos essenciais de pimenta-longa (*Piper hispidinervum*), melissa (*Lippia alba*), cidreira (*Cymbopogon citratus* Stapf) e citronela (*Cymbopogon nardus* L.), nas combinações cidreira+citronela+pimenta-longa e melissa+citronela+pimenta-longa, na germinação e vigor de *Helianthus annuus*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi realizada na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), campus universitário "Deputado Estadual Renê Barbour", localizado no Município de Barra do Bugres, Mato Grosso (MT), Brasil. Os experimentos de laboratório, foram realizados no Laboratório de Engenharia e Processamentos Agroindustrial (LEPA). Já os experimentos de campo foram conduzidos no espaço da unidade II, da UNEMAT Barra do Bugres.

2.1 Extração dos óleos essenciais e obtenção das sementes de girassol

Os óleos essenciais foram extraídos das plantas de pimenta longa (*Piper hispidinervum*), melissa (*Lippia alba*), capim cidreira (*Cymbopogon citratus* Stapf) e capim citronela (*Cymbopogon nardus* L.) cultivadas na área experimental da unidade II da UNEMAT, Barra do Bugres.

As plantas para extração do óleo essencial foram colhidas no período matutino e mantidas à sombra até a extração dos óleos essenciais, utilizando o método de arraste a vapor e extrator com capacidade para 60 kg de material vegetal (Linax). O óleo essencial obtido foi armazenado em embalagem âmbar de vidro e mantido em ambiente com temperatura controlada a 25 ºC até a realização dos estudos.

As sementes de girassol (*Helianthus annuus*) foram colhidas de uma plantação própria localizada na unidade II da UNEMAT. Após a colheita foi realizada a seleção manual das sementes e as mesmas armazenadas em embalagens PET (Polietileno Tereftalato), guardadas em uma estufa BOD (*Biological Development of Microorganisms*), na temperatura de 10 ºC até a realização dos estudos.

2.2 Realização dos estudos com os óleos essenciais

No ensaio e preparação das sementes foram seguidos os procedimentos contidos na metodologia de Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), onde foram contadas manualmente oito amostras contendo 100

sementes cada, logo após foram pesadas em uma balança semianalítica e calculado o peso de mil sementes.

O tratamento de sementes foi realizado com microemulsões de óleos essenciais de pimenta-longa (*Piper hispidinervum*), melissa (*Lippia alba*), capim cidreira (*Cymbopogon citratus* Stapf) e capim citronela (*Cymbopogon nardus* L.), nas combinações ternárias de cidreira+citronela+pimenta-longa e melissa+citronela+pimenta-longa, as proporções iguais em volume, formando as microemulsões na faixa de concentração de 1.000 a 7.000 ppm (partes por milhão) de óleos essenciais, tendo como agente emulsificante o tween 80 a 500 ppm. A microemulsão foi aplicada sob agitação, em movimentos circulares, até a total cobertura da superfície das sementes, no volume de 1,5 mL, para cada 15 g de sementes de girassol (Pascuali *et al.* 2018; Silva *et al.* 2019; Queiroz *et al.* 2020; Oliveira *et al.* 2024).

O teste de emergência em solo foi realizado com quatro repetições contendo 50 sementes para cada repetição, semeadas em linhas com profundidade de 4 cm. Um dia antes da semeadura os canteiros foram preparados e irrigados, com a finalidade de manter uma umidade ideal, depois da semeadura os canteiros foram regados uma vez por dia. As contagens foram realizadas após o início da emergência no 4º até 15º dia após a semeadura. Os resultados foram expressos em percentual de plântulas emergidas (Brasil, 2009).

O índice de velocidade de emergência (IVE) foi conduzido juntamente com o teste de emergência em solo, as plantas emergidas foram contadas diariamente, sempre no mesmo horário para minimizar diferença nos dados. As contagens foram realizadas a partir do quarto dia após a semeadura até o décimo quinto dia. Para obtenção dos resultados, o índice de velocidade de emergência foi calculado de acordo com a metodologia de Maguire (1962), usando a fórmula do índice de velocidade de emergência: IVE= N1/DQ +N2/D2 + Nn/Dn. Onde: N corresponde ao número de plântulas verificadas no dia da contagem, e D refere-se ao número de dias após a semeadura em que foi realizada a contagem.

Com relação às plântulas normais do teste de geminação no décimo primeiro dia foram removidas cuidadosamente para não perder o sistema radicular, lavadas, cortadas em parte aérea e radicular, acondicionadas em sacos de papel Kraft levados em estufa com circulação de ar forçado na temperatura de 70 ºC, por um período de 48 horas, após foram pesadas balança simianalítica e o resultado expresso em miligramas por plântula.

Por fim, a determinação do grau de umidade foi realizada de acordo com as Regras de Análise de Sementes (Brasil, 2009), onde foram utilizadas 5 g de sementes. Logo depois foram pesadas em balança semi-analítica e mantidas em estufa com circulação de ar forçado na temperatura de 105 ºC, durante 24 h. Os resultados foram expressos em percentual de umidade em base úmida.

2.3 Análise estatística.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Duncan à 5 % de probabilidade, utilizando o programa estatístico WinStat (Machado & Conceição, 2005).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A determinação do teor de água das sementes de girassol foi realizada antes da elaboração dos tratamentos das sementes com as microemulsões e apresentou percentual de 4,6±0,1% de umidade. Estudos realizados por José *et al.* (2010), com sementes de girassol fornecidas por uma empresa produtora de sementes localizada em Uberlandia-MG encontrou teor de umidade de 4,7%, ou seja, similar ao encontrado no presente estudo. Além disso, estudos realizaos por Alves *et al.* (2012) com sementes do híbrido de girassol Hélio 360, obtidas de parcelas semeadas em diferentes proporções de sementes, de alto e de baixo vigor cultivada em fazenda experimental da UFA, Uberlândia-MG encontrou teor de umidade entre 6,44 e 6,63%. Contanto, Rodrigues et al. (2018) com grão de girassol adquiridos no comercio local de Campina Grande-PB encontrou teor umidade de 9,07±0,01%. Nesse sentido, o teor de umidade encontrado na semente de girassol utilizada no presente estudo é próximo aos resultados reportados na literatura (José *et al.*, 2010; Alves *et al.*, 2012; Rodrigues *et al.*, 2018). É oportuno ressaltar que o teor de umidade na semente pode interferir diretamente na interação do óleo essencial com a superfiei da semente, consequentemente impactar no tratamento e viabilidade da semente (José *et al.*, 2010; Alves *et al.*, 2012; Rodrigues *et al.*, 2018).

3.1 Primeira contagem de germinação e germinação

Na Tabela 1 são apresentadas as porcentagens da primeira contagem e germinação das sementes de girassol tratadas com as microemulsões de óleos essenciais. A primeira contagem para a microemulsão contendo cidreira+citronela+pimena longa não houve diferença significativa na faixa de concentração de óleos essencias estudadas para a testemunha que recebeu somente água (53-54%), assim como, para a microemulsão melissa+citronela+pimenta longa (44-53%), e com coeficiente de variação de primeira contagem 10,2 e germinação de 9,4, respectivamente (Tabela 1). Para germinação é observado a mesma tendência não havendo diferença estatística para as duas formulações de microemulsão (Tabela 1) com relação a testemunha e nem a concentração de óleos essencial. Esses resultados sugerem que a presença dos diferentes óleos essenciais não influenciou na germinação das sementes de girassol de forma significativa, considerando o intervalo de concentração de óleos essenciais de 1.000 a 7.000 ppm, tendo em vista não ter havido diferença estatística nos resultados (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultados de primeira contagem de germinação e germinação de plântulas de girassol tratadas com microemulsões de óleos essenciais.

Concentração (ppm)	Cidreira+Citronela+Pimenta longa		Melissa+Citronela+Pimenta longa	
	1ª contagem	Germinação	1ª contagem	Germinação
0	53ª	84ª	53ª	84ª
1.000	52ª	76ª	53ª	84ª
2.000	47ª	84ª	53ª	77ª
3.000	50ª	84ª	50ª	79ª
4.500	54ª	84ª	46ª	81ª
7.000	54ª	87ª	44ª	73ª
Coeficiente de variação	10,2	9,4	10.2	9,4

Nota: Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Duncan à 5% de probabilidade.
Fonte: os autores.

Nos estudos reportados por Dias *et al.* (2021) com óleo essencial de citronela a 1% (10.000 ppm) utilizando tween 80 como emulsificante mostram uma redução na primeira contagem de germinação e na germinação das sementes de milho (*Zea mays* L.).

Olinto *et al.* (2023), analisaram o efeito de óleo essencial de citronela na concentração 1.000 ppm usando tween como emulsificante, na qualidade fisiológica de sementes de espécies nativas como craibeira (*Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore), ipê rosa (*Handroanthus heptaphyllus*) e jurema-branca (*Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke), sendo observado que o óleo essencial não influenciou na germinação das sementes de forma significativa.

Os resultados obtidos para as sementes de girassol (Tabela 1) indicam que as microemulsões não afetaram significativamente a qualidade fisiologica, vigor e a viabilidade das sementes. Além disso, analisando a literatura o efeito de óleos essenciais sobre a qualidade fisiologica, vigor e viabilidade pode ser diferente dependo do tipo/espécie de sementes. E neste estudo não foram observadas interferências negativas dos óleos essencias nas sementes de girassol (Silva *et al.* 2019; Dias *et al.* 2021; Olinto *et al.* 2023).

Os resultados de índice de velocidade de emergência em solo e emergência em solo para as sementes de girassol tratada com as formulaões de microemulsão cidreira+citronela+pimena longa e melissa+citronela+pimenta longa na faixa de contração de 1.000 a 7.000 ppm são apresentados na Tabela 2.

Os valores de coenficiente de variação para velocidade de emergência em solo foi de 17,5% e emergência em solo de 11,9%. O índice de velocidade de emergência não apresentou diferença significativa para as sementes de girassol tratadas com as duas formulações em relação a testemunha que recebeu somente água (Tabela 2). Contanto, a emergência em solo teve diferença significativa para as sementes tratadas com a concentração 3.000 ppm de óleos essenciais para as duas formulações, sendo que as demais contrações não diferiram singnificativamente da testemunha que recebeu somente água destilada (Tabela 2).

Tabela 2 – Resultados de índice de velocidade de emergência e emergência de plântulas de girassol tratadas com microemulsões de óleos essenciais.

Concentração (ppm)	Cidreira+Citronela+Pimenta longa		Melissa+Citronela+Pimenta longa	
	Índice de vel. de emerg. (%)	Emergência em solo (%)	Índice de vel. de emerg. (%)	Emergência em solo (%)
0	5,7^{a}	61,5^{ab}	5,7^{a}	61,5^{ab}
1.000	5,4^{a}	58,8^{b}	5,8^{a}	63^{ab}
2.000	6,6^{a}	70,8^{ab}	5,3^{a}	60,1^{b}
3.000	5,5^{a}	60,1^{b}	5,6^{a}	62,1^{ab}
4.500	6,0^{a}	65,3^{ab}	6,5^{a}	69,9^{ab}
7.000	6,0^{a}	65,6^{ab}	6,6^{a}	73,9^{a}
Coeficiente de variação	17,5	11,9	17,5	11,9

Nota: Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Duncan à 5% de probabilidade.
Fonte: os autores.

Estudos realizados por Duarte (2018) com óleo essencial de citronela 500 µL/100 mL de água destilada esterilizada e 3 gotas de tween concentrado (cerca de 5.000 ppm) mostram uma redução significativa no índice de

velocidade de germinação para as cultivares de girassol BRS 324 de 24,76% para 8,54%, Aguará 4 de 24,66% para 0,89% e CF 11 de 25,00% para 5,26%, respectivamente.

Silva *et al.* (2019), avaliaram o efeito no vigor de sementes de arroz caiapó (*Oryza ativa* L.) quando tratadas com óleo essencial de cintronela, melissa e a combinação cintronela-melissa à 5.000 ppm utilizando 1.000 ppm de tween 80 como emulsificante. Os resultados mostraram que os óleos essenciais cintronela, melissa e a combinação cintronela-melissa matou completamente as sementes de arroz caiapó.

Os resultados obtidos para o tratamento utilizando a combinação de óleos essenciais se mostram relevante ao considerarmos que o índice de velocidade de emergência (IVE) e a emergência em solo mostram o vigor das sementes tratadas e o potencial de estabelecimento desta cultura que pode influenciar diretamente na produtividade das plantas e principalmente porque somente nas concentrações 2.000 e 3.000 ppm foram observadas diminuição destes parâmetros (Tabela 2). Além disso, é necessário considerar que cada cultura possui suas especificidades e sensibilidade à presença de óleos essenciais como mostram diferentes estudos (Duarte, 2018; Silva *et al.* 2019; Dias *et al.* 2021; Olinto *et al.* 2023; Oliveira *et al.* 2024).

Os resultados do índice de massa seca aérea e radicular obtidas com sementes de girassol são apresentados na Tabela 3. Esses resultados de massa seca aérea variaram de 25,8 (mg/planta) a 29,0 (mg/planta), e para massa seca radicular os resultados variaram de 11,5 (mg/planta) a 14,2 (mg/planta), com coeficiente de variação de massa seca aérea e radicular de 9,6 e 13,4, respectivamente, no intervalo de concentração de óleos essenciais de 1.000 a 7.000 ppm. Os dados de massa seca aérea e radicular mostram que não houve diferença estatistica significativa entre os tratamentos com as duas formulações de óleos essenciais e em relação à testemunha que recebeu somente água. De modo que os resultados (Tabela 3) indicam que as formulações de óleos essenciais na concentração de 1.000 a 7.000 ppm não interferiram de forma significativa no crescimento das plântula de girassol, tendo em vista que não houve diferença singificativa em relação à testemunha, que recebeu somente água destilada durante os estudos.

Tabela 3 – Resultados médios dos testes de massa seca aérea e radicular de plântulas de girassol tratadas com microemulsões de óleos essenciais.

Concentração (ppm)	Cidreira+Citronela+Pimenta longa		Melissa+Citronela+Pimenta longa	
	Aérea (mg/planta)	Radicular (mg/planta)	Aérea (mg/planta)	Radicular (mg/planta)
0	26,3$_a$	11,6^a	26,3^a	11,6^a
1.000	26,9$_a$	13,2^a	28,8^a	13,5^a
2.000	25,8$_a$	13,7^a	29,0^a	14,2^a
3.000	28,0$_a$	11,5^a	27,5^a	13,3^a
4.500	28,2$_a$	13,0^a	27,0^a	12,4^a
7.000	26,6$_a$	11,6^a	27,0^a	12,9^a
Coeficiente de variação	9,6	13,4	9,6	13,4

Nota: Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Duncan à 5% de probabilidade.
Fonte: os autores.

Silva et al. (2019) avaliaram o vigor de sementes de arroz da cultivar caiapó (*Oryza ativa* L.) tratadas com óleo essencial de citronela, melissa e a combinação citronela-melissa na concentração de 5.000 ppm com 1.000

ppm do emulsificante tween 80. Os resultados mostraram uma redução significativa no comprimento da parte aérea e radicular na presença de óleo essencial de citronela e melissa e a completa inibição do desenvolvimento da parte área na presença do óleo essencial de citronela. No tratamento, usando a combinação citronela-melissa os resultados foram melhores, tendo em vista que tanto a parte aérea, como a radicular das plântulas de arroz caiapó se desenvolveram de modo que não diferiram de forma significativa com relação a testemunha.

É oportuno ressaltar que os resultados obtidos com as combinações dos óleos essenciais cidreira+ citronela+ pimena longa e melissa+citronela+pimenta longa representa um passo significativo no conhecimento sobre os efeitos em sementes de interesse comercial como é o caso da semente de girassol. Tendo em vista que os óleos essenciais são substâncias naturais importantes para o tratamento de sementes, especialmente, para plantações orgânicas e sustentáveis porque são agentes fitossanitários naturais com eficiência contra patógenos fungicos como *Sclerotinia sclerotiorum* e *Sclerotium rolfsii* e bactérias como a *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* e *Escherichia coli*, podendo substituir produtos químicos sintéticos (Andrade et al. 2012; Queiroz *et al.*, 2020; Chen; Viljoen, 2022). Além disso, os óleos essenciais são considerados uma alternativa promissora porque apresentam alta capacidade de controle de patógenos, com baixa toxicidade ao meio ambiente e ao ser humano, e com uma baixa possibilidade para desenvolvimento de resistência pelos patógenos (Martins, 2005).

As atividades antipatogênicas dos óleos essenciais estão associadas à presença de moléculas bioativas nos óleos a saber: cintronela possui beta-citronelal, geraniol e beta-citronelol (Scherer *et al.* 2009), pimenta longa possui safrol, monoterpenos α-pineno, δ-3-careno, α-terpinoleno (Nascimento *et al.* 2008), citronela contem citral, linalol, nerol, geraniol e acetato (Silva *et al.* 2006) e melissa que contem gerencial, neral e acetato de nerila (Reis *et al.* 2009). Esses compostos são reconhecidos como eficientes no controle de diferentes patógenos e são responsáveis pela eficácia dos óleos essenciais (Silva *et al.* 2006; Nascimento *et al.* 2008; Scherer *et al.* 2009; Reis *et al.* 2009). Essas moléculas bioativas dos óleos essenciais possuem mecanismos de ação sobre patógenos como fungos e bactérias pela destruição da integridade da membrana celular e alteração da morfologia de fungos e pela destruindo da estrutura funcional da célula bacteriana (Andrade *et al.* 2012; Chen; Viljoen, 2022).

4 CONCLUSÃO

A avaliação da aplicação de microemulsões com óleos essenciais de pimenta-longa (*Piper hispidinervum*), melissa (*Lippia alba*), cidreira (*Cymbopogon citratus* Stapf) e citronela (*Cymbopogon nardus* L.) em semente de Girassol (*Helianthus annuus*) nas combinações de óleos essenciais sendo a primeira composta por pimenta-longa+melissa+citronela e a segunda composta por pimenta-longa+cidreira+citronela, na faixa de concentração de 1.000 a 7.000 ppm, mostrou resultados promissores, por não interferir signifitavimante na germinação e vigor sementes. Por fim, os resultados alcançados representam um avanço importante no uso de óleos essenciais no tratamento de sementes, podendo ser um produto alternativo à base de substâncias naturais para tratar sementes, tendo em vista que não mostrou interferir signifitavimente no desenvolvimento de sementes de girassol.

Agradecimentos (opcional)

Os autores agradecem à Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), ao Centro Tecnológico de

Mato Grosso (CTMAT), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT), pelo apoio estrutural e suporte financeiro à pesquisa.

Conflitos de interesses

Os autores declaram que não há conflitos de interesse. Todos os autores estão cientes da submissão.

Contribuições dos autores

Todos os autores contribuíram na execução de todas as etapas do desenvolvimento do trabalho.

REFERÊNCIAS

Alves, F. V., Sá Junior, A., Santana, D. G., & Santos, C. M. D. (2012). Composição química e qualidade fisiológica de sementes de girassol de plantas submetidas à competição intraespecífica. *Revista Brasileira de Sementes*, 34(3), 457-465. https://doi.org/10.1590/S0101-31222012000300013

Andrade, M. A., Cardoso, M. D. G., Batista, L. R., Mallet, A. C. T., & Machado, S. M. F. (2012). Óleos essenciais de Cymbopogon nardus, Cinnamomum zeylanicum e Zingiber officinale: composição, atividades antioxidante e antibacteriana. *Revista Ciência Agronômica*, 43(2), 399-408. https://doi.org/10.1590/S1806-66902012000200025.

Castro, C.; Castiglioni, V.B.R. & Balla. A (1996). *A cultura do girassol: tecnologia de produção.* (2. ed.). Londrina: Embrapa.

Chen, W., & Viljoen, A. M. (2022). Geraniol–A review update. *South African Journal of Botany*, 150, 1205-1219. https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.09.012.

Brasil. (2009). *Regras para análise de sementes*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretária de Defesa Agropecuária. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Dias, F. H. C., Nunes, M. S., Silva, E. C., Silva, E. G. F., Silva, H. F., & Nascimento, L. C. (2021). Efeito dos óleos essenciais na qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho crioulo. *Scientific Electronic Archives*, 14(9). https://doi.org/10.36560/14920211349

Duarte, I. G. (2018). *Qualidade de sementes de girassol (Helianthus annus l.) tratadas com óleos essenciais*. (Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, Universidade Federal da Paraíba). https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/4545/1/IGD19072018.pdf

Gomes, D. P., de Campos, R. M. V. B., Moraes, M. F. H., Kronka, A. Z., & Torres, S. B. (2008). Sanidade de sementes de girassol provenientes de três municípios do Estado do Maranhão. *Revista Caatinga*, 21(1), 55-63. https://www.redalyc.org/pdf/2371/237117576008.pdf.

Gomes, K. D., Biscassi, L. F., Chiquini, L. C., de Oliveira, J. G., Lagassi, K. A., & Guimarães, J. E. R. (2024). Sanidade na germinação de sementes de girassol. *Revista Delos*, 17(61), e2681-e2681. https://doi.org/10.55905/rdelosv17.n61-108.

José, S. C. B. R., Salomão, A. N., Costa, T. D. S. A., Silva, J. T. T. T. D., & Curi, C. C. D. S. (2010). Armazenamento de sementes de girassol em temperaturas subzero: aspectos fisiológicos e bioquímicos. *Revista Brasileira de Sementes*, 32(4), 29-38. https://doi.org/10.1590/S0101-31222010000400004

Machado, A.A. & Conceição, A. R. (2005). *WinStat: sistema de análise estatística para Windows*. Versão Beta. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, Oliveira, A.C.B. Guia prático do cultivo do girassol. Brasília, DF : Embrapa, 2013. Acessado em 17 de fevereiro de 2026 https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1002841/1/Guia-pratico-do-cultivo-do-girassol-final-web.pdf.

Maguire, J.D. (1962) Speed of germination—aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor 1. *Crop Science*, [S.l.], v. 2, n. 2, p. 176-177. http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183x000200020033x.

Martins, M. K. Variabilidade genética de isolados de Fusarium spp. e estudo da interação com a planta hospedeira. 2005, 110f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2005.

Monteiro, J. R., Silva, S. S., Christ, A. J., Pascuali, L. C., Porto, A. G., & Carvalho, J. W. P. (2020). Sanitary and physiological quality of corn seeds (*Zea mays*) treated with essential oil emulsion. *Scientific Electronic Archives*, 13(12), 31-35. https://doi.org/10.36560/131220201247

Nascimento, F. R., Cardoso, M. G., Souza, P. E., Lima, R. K., Salgado, A. P. S. P., & Guimarães, L. G. L. (2008). Efeito do óleo essencial de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC) e do emulsificante Tween® 80 sobre o crescimento micelial de Alternaria alternata (Fungi: Hyphomycetes). *Acta Amazonica*, 38(3), 503-508. https://doi.org/10.1590/S0044-59672008000300015

Oliveira, F. N. D., Torres, S. B., Vieira, F. E. R., Paiva, E. P. D., & Dutra, A. S. (2012). Qualidade fisiológica de sementes de girassol avaliadas por condutividade elétrica. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 42(3), 279-287. https://doi.org/10.1590/S1983-40632012000300007

Oliveira, W. R., Pascuali, L. C., Sousa, S., Porto, A. G., Christ, A. J., & Carvalho, J. W. P. (2024). Influência de extratos vegetais na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-de-corda (*Vigna unguiculata (L.) Walp.*). *Caderno Pedagógico*, 21(4), e3760-e3760. https://doi.org/10.54033/cadpedv21n4-091

Olinto, F. A., Oliveira, V. S, Nunes, M. S., da Silva, H. F., Porcino, M. M., & do Nascimento, L. C. (2023). Óleos essenciais no tratamento de sementes florestais nativas do semiárido brasileiro. *Revista Principia*, 60(2), 610-633. https://doi.org/10.18265/1517-0306a2021id6299

Pascuali, L. C., Carvalho, J. W. P., Souza, A. A., Gonçales, L. R. B., & da Silva Filho, A. (2018). Atividade de bioextratos no desenvolvimento de *Phomopsis phaseoli* var. sojae, *Fusarium* sp. e no tratamento de sementes de soja. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 11(2), 457-478. https://doi.org/10.17765/2176-9168.2018v11n2p457-478

Pinheiro, K. D., Rezende, K. F., & Krinski, D. (2022). Efeito ovicida de óleo essencial de folhas e frutos de Piper fuligineum (*Piperaceae*) sobre ovos de Spodoptera frugiperda (*Lepidoptera*). *Journal of Education Science and Health*, 2(3), 1-10. https://doi.org/10.52832/jesh.v2i3.147

Queiroz, T. N., Pascuali, L. C., Prado Silva, A. C., Porto, A. G., & Carvalho, J. W. P. (2020). Extratos e óleos essenciais como alternativa no controle de *Sclerotinia sclerotiorum* e *Sclerotium rolfsii* isolados de soja (*Glycine max* L.). *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 13(2), 737-753. https://doi.org/10.17765/2176-9168.2020v13n2p737-753.

Reis, E. S., Pinto, J. E. B. P., Rosado, L. D. S., & Corrêa, R. M. (2009). Teor e composição química do óleo essencial de Melissa officinalis L. in vitro sob influência do meio de cultura. *Acta Scientiarum Agronomy*, 31(2), 331-335. https://doi.org/10.4025/actasciagron.v31i2.765

Rodrigues, L. M. de S., Santos, N. C., Ferreira, J. S., Silva, S do N., & Gomes, J. P. (2018). Influência do tempo de secagem nas propriedades físicas de grãos de girassol. *Anais do Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia e 75° Semana Oficial da Engenharia e da Agronomia.*

Santos, Z. M. (2018). *Cultivo de girassol em diferentes épocas no norte fluminense: Características morfológicas, produtivas e teor de óleo.* (Tese de Doutorado, Universidade Estadual do Norte Fluminense).

https://uenf.br/posgraduacao/producao-vegetal/wp-content/uploads/sites/10/2015/03/TESE-FINAL-Ziraldo-.pdf.

Scherer, R., Wagner, R., Duarte, M. C. T., & Godoy, H. T. (2009). Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da-índia, citronela e palmarosa. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, 11(4), 442-449. https://doi.org/10.1590/S1516-05722009000400013

Silva, I. N., Christ, A. J., Silva, S. S., Carvalho, J. W. P., & Pascuali, L. C. (2019). Qualidade fisiológica de sementes de arroz tratadas com óleos essenciais e extratos vegetais. *Destaques Acadêmicos*, 11(3), 259–271. https://doi.org/10.22410/issn.2176-3070.v11i3a2019.2333

Silva, N. A., Oliveira, F. F., Costa, L. C. B., Bizzo, H. R., & Oliveira, R. A. (2006). Caracterização química do óleo essencial da erva cidreira (*Lippia alba* (Mill.) NE Br.) cultivada em Ilhéus na Bahia. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, 8(3), 52-55.

Turchetto, R., Trombetta, L. J., Rosa, G. M., Volpi, G. B., & Barros, S. (2021). Production components of sunflower cultivars at different sowing times. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 51, e68137. https://doi.org/10.1590/1983-40632021v5168137