

Associação Propagadora Esdeva
Centro Universitário Academia – UniAcademia
Curso de Ciências Biológicas
Trabalho de Conclusão de Curso – Artigo

AVALIAÇÃO DO EFEITO ALELOPÁTICO DA HORTELÃ-PIMENTA SOBRE A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Lactuca Sativa* (L.)

*Victor Henrique Balthar Panthauer de Carvalho*¹
Centro Universitário Academia, Juiz de Fora, MG

*Fernando Teixeira Gomes*²
Centro Universitário Academia, Juiz de Fora, MG

*Moisés Henrique Almeida Gusmão*³
Universidade Federal de Juiz de Fora, MG

Linha de Pesquisa: Meio Ambiente e Biodiversidade.

RESUMO

Os óleos essenciais são substâncias derivadas do metabolismo secundário das plantas, fundamentais na sua sobrevivência exercendo diversos papéis metabólicos e de defesa. A produção desses compostos ocorre em resposta a eventos de estresse, podendo variar de acordo com as condições de crescimento. Conhecer o efeito do óleo de hortelã-pimenta abre possibilidade para controle químico de espécies invasoras sem a utilização de agrotóxicos que afetam negativamente o solo e polinizadores. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos alelopáticos do óleo essencial de hortelã-pimenta na germinação de sementes de alface, em condições de laboratório. O experimento foi conduzido em placas de Petri forradas com papel filtro estéreis, umedecidos com 4 ml de óleo essencial de hortelã-pimenta, emulsionados com Tween 80 e diluídos em água destilada para obtenção das concentrações de 0,05; 0,1; 0,15 e 0,2% v/v. Os parâmetros utilizados para avaliar o efeito alelopático do óleo sobre as sementes de alface foram: PG (Porcentagem de Germinação), IVG (Índice de Velocidade de Germinação) e CR (Comprimento da radícula). Os resultados mostram que o óleo essencial de hortelã-pimenta influenciou negativamente a PG, IVG e CR principalmente na concentração 0,2% se mostrando diferente dos demais tratamentos. Conclui-se que o óleo avaliado neste experimento apresentou efeito fitotóxico sobre sementes de alface, sendo este efeito mais notório na concentração 0,2%.

Palavras-chave: Aleloquímicos. Índice de velocidade de germinação. Menta.

¹ Discente do Curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário Academia – UniAcademia. Endereço: Rua José Lourenço 739, celular: (32)9 8426-2296 E-mail: vhbpc13@gmail.com.

² Docente do Curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário Academia – UniAcademia. Orientador.

³ Discente do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação da Natureza da Universidade Federal de Juiz de Fora. Co-orientador.

1 INTRODUÇÃO

Os aleoquímicos são compostos produzidos pelas plantas com diversas finalidades, destacando-se a defesa contra herbívoros, insetos, fungos, bactérias, vírus, nematóides e outras plantas, além de servir como atrativos de insetos polinizadores, auxiliar na comunicação com outros organismos e agir na proteção das plantas contra estresses abióticos, como elevada quantidade de radiação ultravioleta e falta de água (DUKE *et al.*, 2002; WINK, 1999).

Esses compostos são sintetizados nos diferentes órgãos dos vegetais podendo ser liberados no ambiente, seja por meio de substâncias gasosas volatilizadas no ar, ou pela decomposição de resíduos vegetais, e/ou lixiviados pela água e geralmente absorvidos pelo sistema radicular (OLIVEIRA *et al.*, 2002; WANDSCHEER; PASTORINI, 2008). Dentre estas biomoléculas sobressai os óleos essenciais que podem influenciar processos fisiológicos tais como: fotossíntese, síntese proteica, respiração, atividade de diversas enzimas, perda de nutrientes pelas alterações na permeabilidade da membrana celular e assimilação de nutrientes (CARVALHAL *et al.*, 2019; FERREIRA, 2004).

A alelopatia é definida como qualquer efeito direto ou indireto, danoso ou benéfico que uma planta exerce sobre outra, pela produção de compostos do metabolismo especial, podendo interferir no crescimento e desenvolvimento de outras espécies (ROCHA *et al.*, 2018). Sendo assim, a ação alelopática pode atuar diretamente na conservação, dormência e germinação das sementes, no crescimento de plântulas e no vigor vegetativo de plantas adultas (OLIVEIRA *et al.*, 2002; WANDSCHEER; PANTORINI, 2008).

As sementes, apesar de parecerem inertes, apresentam os embriões das espécies vegetais e quando sua dormência é quebrada é iniciado o processo de germinação e posteriormente o desenvolvimento dos órgãos vegetativos como raiz, caule e folhas.

A hortelã-pimenta (*Mentha x piperita* L.) é uma planta herbácea, aromática pertencente à família Lamiaceae que se espalha a partir de estolhões. Não possui uma

origem geográfica exata por ser um híbrido triplo, produto do cruzamento de *Mentha spicata* (*Mentha longifolia* x *Mentha rotundifolia*) e *Mentha aquática* (FERNANDES, 2018). Chegaram ao Brasil juntamente com a colonização portuguesa, sendo cultivada em todos os estados (OLIVEIRA *et al.*, 2011). É conhecida popularmente como hortelãzinho, hortelã de panela e hortelã comum, sendo usada como flavorizantes e aromatizantes na indústria alimentícia e farmacêutica. A composição química de seu óleo essencial é constituída principalmente por mentol, mentona e neo-mentol (PAVLIC *et al.*, 2020). Possui propriedades antimicrobiana, antiparasitária e antiemético (DOS ANJOS; ISAAC, 2020; FEARRINGTON *et al.*, 2019; NAVAB SAFA *et al.*, 2020; TULLIO *et al.*, 2019).

Conhecer os efeitos dos aleloquímicos de espécies vegetais pode auxiliar na busca por compostos com potencial alelopático para uso no controle de plantas invasoras, como uma alternativa aos agroquímicos sintéticos (CRUZ-SILVA *et al.*, 2015; GUSMAN *et al.*, 2011). Sendo assim, o controle químico por meio destes compostos surge como um importante campo a ser explorado, devido seus efeitos serem considerados menores ao meio ambiente do que formas de controle utilizadas atualmente e também pelo potencial produto sugerido ao controle biológico (MORANDI *et al.*, 2009).

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito alelopático de diferentes concentrações do óleo essencial de hortelã-pimenta na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa*).

2 METODOLOGIA

O bioensaio foi realizado no Laboratório de Fisiologia Vegetal do Centro Universitário Academia, Juiz de Fora (UniAcademia), Campus Arnaldo Janssem no município de Juiz de Fora – MG, no mês de outubro com temperatura e umidade média de 25,7°C e 73,8%, respectivamente.

Para a realização do experimento foram utilizadas sementes de alface Boston branca (lisa) da marca Isla®, lote (155714-000) e óleo essencial de hortelã-pimenta da

marca ViaAroma® de lote (07103), adquiridos no mercado local. O alface é considerado um vegetal modelo para ensaios de germinação *in vitro*, visto que esta espécie possui germinação rápida e uniforme (FERREIRA *et al.*, 2000; GABOR *et al.*, 1981).

O óleo essencial de hortelã-pimenta foi emulsionado com Tween 80, na proporção 1:1 (v/v) e dissolvido em água destilada para obtenção de soluções nas concentrações de 0,05; 0,1; 0,15 e 0,2%. Para o grupo controle foi utilizado uma solução de Tween 80 a 1,0% v/v com água destilada. As sementes foram imersas e homogeneizadas em erlenmeyers com as diferentes soluções por meio de agitação contínua por 5 minutos (Figura 1).

As sementes foram dispostas em placas de Petri autoclavadas contendo duas folhas de papel filtro estéril. Cada tratamento foi umedecido com 4 ml da emulsão correspondente às diferentes concentrações.

FIGURA 1: Sementes de alface submetidas a diferentes tratamentos com a emulsão do óleo essencial de hortelã-pimenta.

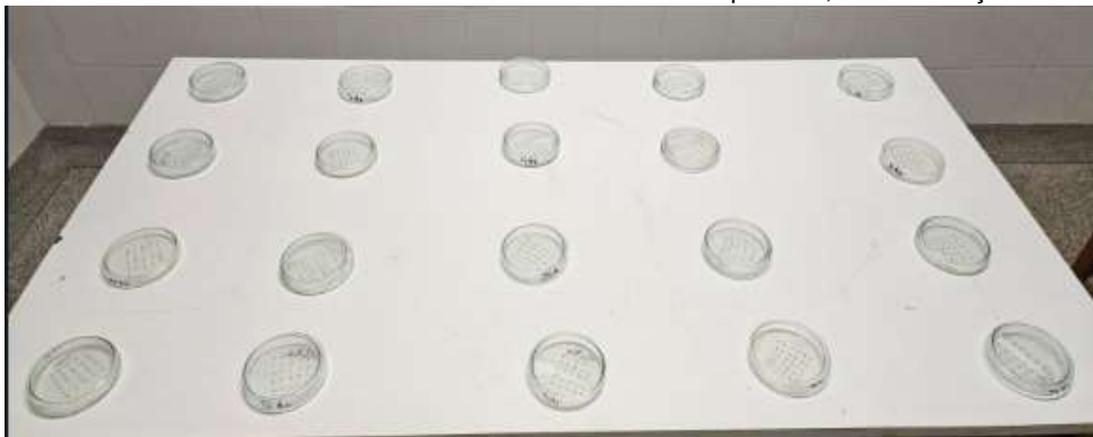


Fonte: Acervo pessoal.

Em cada placa foram distribuídas 30 sementes em fileiras (Figura 2). As placas permaneceram aleatoriamente em uma bancada sob luz de lâmpadas fluorescentes mantidas acesas pelo período de 72 horas à temperatura ambiente com fotoperíodo de

24 horas (TOLEDO *et al.*, 2016).

FIGURA 2: Distribuição aleatória das placas de Petri contendo sementes de alface submetidas a diferentes tratamentos com a emulsão do óleo essencial de hortelã-pimenta, sob iluminação artificial.



Fonte: Acervo pessoal.

O teste de germinação seguiu as recomendações e os critérios estabelecidos pelo Ministério da Agricultura. As variáveis utilizadas para analisar o efeito alelopático foram porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da radícula (CR). Para calcular o índice de velocidade de germinação foi utilizada a fórmula: $IVG = [N1/1 + N2/2 + N3/3 + \dots Nn/n]$, em que “N” é o número de sementes germinadas e “n” o número de dias da semeadura (BRASIL, 2009). A PG e o IVG foram obtidos por meio da contagem diária do número de sementes germinadas (Figura 3). Foram consideradas como germinadas as sementes que apresentavam radícula com 2 mm de comprimento. O CR foi mensurado ao término do período experimental (72 horas) com auxílio de régua milimetrada.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições. As variáveis analisadas foram submetidas ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, seguido por análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas utilizando o teste Tukey de significância ($p < 0,05$) utilizando o software estatístico GraphPad Prism 8, também utilizado para realizar os gráficos.

FIGURA 3: Contagem do número de sementes germinadas a cada 24 horas.



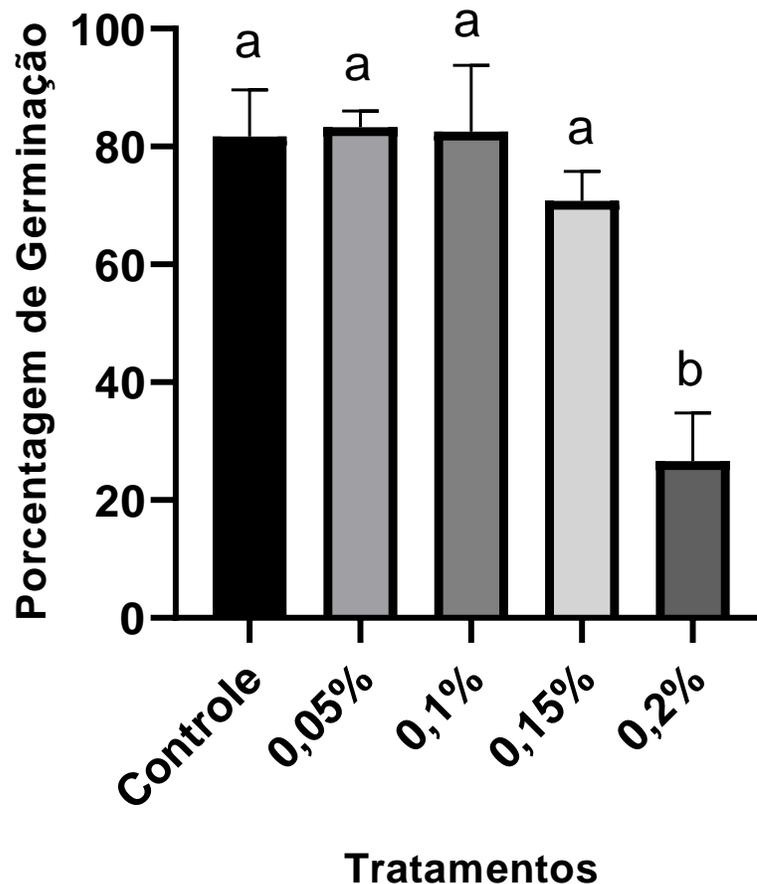
Fonte: Acervo pessoal.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho mostraram que diferentes concentrações do óleo essencial de hortelã-pimenta demonstraram efeito fitotóxico na germinação das sementes de alface.

A concentração 0,2% apresentou diferença em relação aos demais tratamentos evidenciando um decréscimo significativo na porcentagem de germinação (Gráfico 1), indicando que em concentrações elevadas o óleo de hortelã-pimenta interfere negativamente no processo de germinação de sementes de alface. Segundo Oliveira *et al.* (2012) o extrato de hortelã (*Mentha sp*) influenciou na germinação de sementes de alface, a presença do hortelã-pimenta pode comprometer a emergência de plântulas de alface pelo efeito alelopático, afetando a disponibilidade de reservas nutritivas da semente (MAIA *et al.*, 2008).

GRAFICO 1: Porcentagem de germinação de sementes de alface tratadas com a emulsão do óleo essencial de hortelã-pimenta nas concentrações 0%, 0,05%, 0,1%, 0,15% e 0,2%.



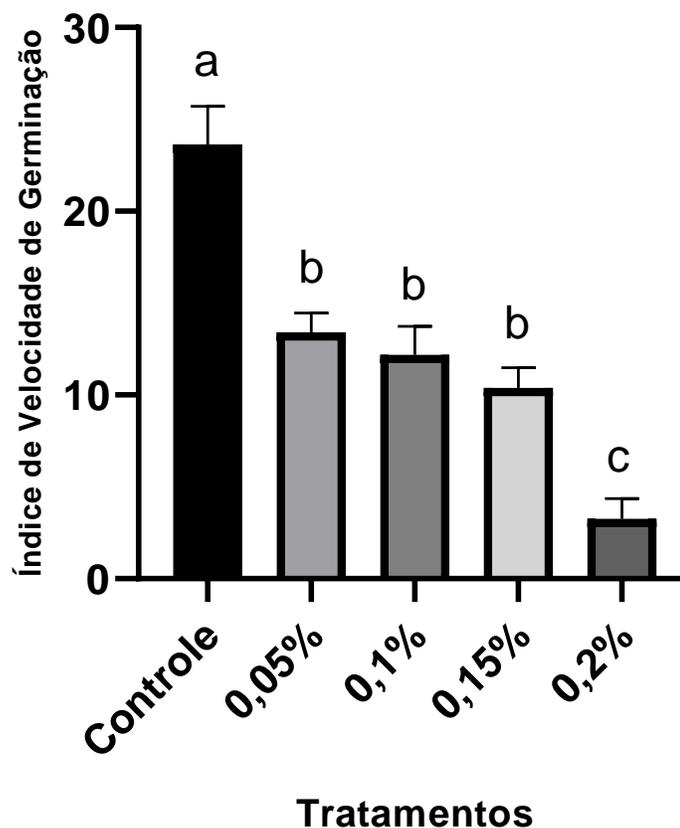
Médias seguidas da mesma letra minúscula, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Em relação à porcentagem de germinação a concentração 0,2% se mostrou diferente de todos os tratamentos, os demais grupos não tiveram diferença entre si (Gráfico 1). Estudos com sementes de milho apresentaram resultados semelhantes ao utilizar baixas concentrações do extrato de hortelã, manjericão e cebola (COSTA *et al.*, 2012) indicando que a concentração 0,2% pode ser considerada alta.

O índice de velocidade de germinação foi afetado em todos os tratamentos quando comparados com o controle. Porém, na concentração de 0,2% o efeito do óleo essencial apresentou diferença significativa em relação aos demais tratamentos

avaliados (Gráfico 2). Os tratamentos de 0,05; 0,1 e 0,15% não apresentaram diferenças significativas entre si, sugerindo que as concentrações neste intervalo apresentam comportamento semelhante na germinação de sementes de alface. Os efeitos alelopáticos causados pelo óleo essencial produzido pelas plantas podem variar de acordo com a quantidade de aleloquímicos presentes na solução. Maraschin-Silva *et al.*, (2006) sugerem que, concentrações variadas do aleloquímico podem apresentar respostas diferentes na germinação de sementes.

GRÁFICO 2: Índice de velocidade de germinação de sementes de alface tratadas com a emulsão do óleo essencial de hortelã-pimenta nas concentrações 0%, 0,05%, 0,1%, 0,15% e 0,2%.



Médias seguidas da mesma letra minúscula, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O comprimento da radícula de sementes de alface submetidas ao óleo essencial de hortelã-pimenta foi estatisticamente significativo entre os tratamentos, apresentando

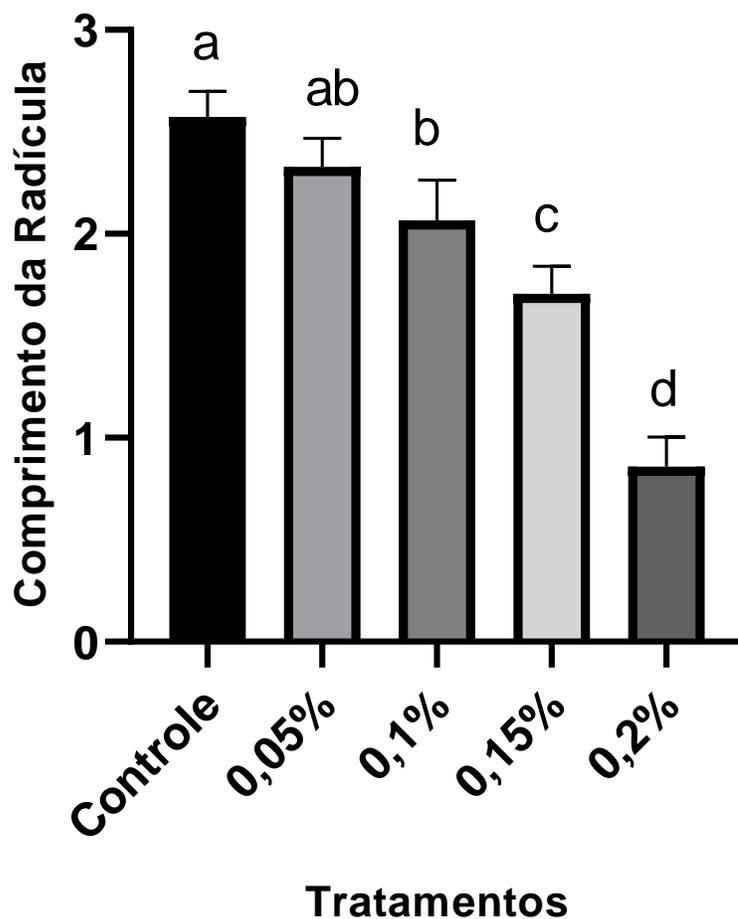
resposta inversamente proporcional às concentrações aplicadas (Gráfico 3). Embora não tenham sido observadas diferenças estatísticas entre o tratamento 0,05% e o controle e 1% respectivamente, foi observado que à medida que a concentração do óleo essencial de hortelã-pimenta aumentou houve diminuição nos valores do CR.

Neste ensaio, o contato direto das radículas com os aleloquímicos presentes na emulsão do óleo essencial proporcionou um efeito negativo na divisão celular e, conseqüentemente no crescimento e desenvolvimento da radícula, corroborando os resultados obtidos por Chung *et al.* (2001). As alterações na taxa de germinação podem resultar de alterações na permeabilidade de membranas, na transcrição e tradução do DNA, no funcionamento de mensageiros secundários, na respiração, devido ao sequestro de oxigênio, na conformação de enzimas e receptores, ou ainda pela combinação destes fatores (FERREIRA *et al.*, 2000). Sendo assim, o baixo desenvolvimento da radícula conseqüentemente influencia na absorção de água e nutrientes, o que pode impactar na sobrevivência e manutenção das plântulas logo após a germinação.

As variáveis PG e IVG nos tratamentos 0,05; 0,1 e 0,15% não apresentaram diferenças significativas, porém, o CR sob as mesmas condições foi afetado. A radícula é mais sensível às condições externas do que as sementes (TOLEDO *et al.*, 2016), processo de colheita, condicionamento e transporte das sementes também são fatores que influenciam no processo de germinação, o que pode justificar os resultados encontrados.

Os tratamentos 0,1; 0,15 e 0,2% apresentaram menor comprimento da radícula, indicando que os compostos químicos do óleo essencial de hortelã-pimenta foram tóxicos para a alface e afetou significativamente o início da vida da planta, propiciando a redução e enfraquecimento das raízes (MARASCHIN-SILVA *et al.*, 2006). Isso mostra que os parâmetros considerados saudáveis não são eficientes, já que, com menor tamanho de radícula a probabilidade da raiz primária seguidos de pelos de absorção, terminação em uma extremidade afinada, raízes secundárias e mais de uma raiz seminal (BRASIL, 2009), não seriam alcançados pela plântula.

GRÁFICO 3 - Comprimento da radícula de sementes de alface tratadas com diferentes concentrações de óleo essencial de hortelã-pimenta nas concentrações 0%, 0,05%, 0,1%, 0,15% e 0,2%.



Médias seguidas da mesma letra minúscula, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

4 CONCLUSÃO

O óleo de hortelã-pimenta apresentou efeito alelopático interferindo estatisticamente na porcentagem de germinação das sementes da alface na concentração de 0,2%. O índice de velocidade de germinação não apresentou diferença estatística nas concentrações 0,05; 0,1; 0,15% em relação ao controle, a concentração 0,2% diferiu de forma significativa entre os demais tratamentos. O

comprimento da radícula foi afetado pelas diferentes concentrações em relação ao controle, exceto para a concentração 0,05%. A concentração que mostrou melhor efeito alelopático dentro todos os parâmetro foi a de 0,2%. Os resultados obtidos neste estudo servem de base para estudos mais aprofundados do tema, bem como para produtores rurais e pesquisadores que buscam alternativas biológicas ao controle de plantas invasoras e de outros seres vivos.

ABSTRACT

Essential oils are substances derived from the secondary metabolism of plants, crucial for their survival by performing various metabolic and defense roles. The production of these compounds occurs in response to stress events, which can vary according to growth conditions. Understanding the effect of peppermint oil opens up possibilities for the chemical control of invasive species without the use of agrochemicals that negatively impact soil and pollinators. The objective of this study was to evaluate the allelopathic effects of peppermint essential oil on lettuce seed germination under laboratory conditions. The experiment was conducted on Petri dishes lined with sterile filter paper, moistened with 4 ml of peppermint essential oil, emulsified with Tween 80 and diluted in distilled water to obtain concentrations of 0.05, 0.1, 0.15, and 0.2% v/v. The parameters used to evaluate the allelopathic effect of the oil on lettuce seeds were: PG (Germination Percentage), IVG (Germination Speed Index), and CR (Radicle Length). The results indicate that peppermint essential oil negatively influenced PG, IVG, and CR, especially at the concentration of 0.2%, showing a distinct effect compared to other treatments. It is concluded that the oil evaluated in this experiment exhibited phytotoxic effects on lettuce seeds, with this effect being more pronounced at the 0.2% concentration.

Keywords: Allelochemical. Germination speed index. Mint.

REFERÊNCIAS

ALVES, T.A; ITO, M.; SCHWA, V.V.; FONTES, M.M.P. Fitotoxicidade do extrato aquoso de *Piper amalago* em bioensaio vegetal. SEAGRO: **Anais...**Semana Acadêmica do Curso de Agronomia do CCAE/UFES, v. 3, n. 1, 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009.

BRITO, D.R. *et al.* Efeito dos óleos de citronela, eucalipto e composto citronelal sobre micoflora e desenvolvimento de plantas de milho. **Journal of Biotechnology and**

Biodiversity, Gurupi, v. 3, n. 4, p. 184-192, 2012.

BORGES, F.C. *et al.* Potencial alelopático de duas neoglignanas isoladas de folhas de *Virola surinamenses* (Myristicaceae). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 51-59, 2007

CARVALHAL, V.H.B.P. *et al.* Avaliação do efeito alelopático do limão siciliano e citronela sobre sementes de *Lactuca sativa* (L.). **Analecta**, Juiz de Fora, v. 5, n. 5, p. 1-15, 2019.

COSTA, L.F.S. *et al.* Efeito alelopático de extratos de hortelã, manjeriço, cebola, guaco e alho na germinação de sementes de milho. *In: Congresso Internacional de Ciência Tecnologia e Desenvolvimento*, UNITAU. 2012.

CHUNG, I.M.; AHN, J.K.; YUN, S.J. Assessment of allelopathic potential of barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) on rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. **Crop protection**, v. 20, n. 10, p. 921-928, 2001.

CRUZ-SILVA, C.T.A. *et al.* Allelopathy of *Bidens sulphurea* L. aqueous extracts on lettuce development. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 17, n. 4 suppl 1, p. 679-684, 2015.

DOS ANJOS, A.C.P.; ISAAC, A. The efficacy and dosage of *Mentha piperita* essential oil in the control of Monogenean parasites in *Oreochromis niloticus*. **Journal of parasitic diseases: official organ of the Indian Society for Parasitology**, v. 44, n. 3, p. 597-606, 2020.

DUKE, S.O. *et al.* Chemicals from nature for weed management. **Weed Science**, Lawrence, v.50, n.2, p.138-151, 2002.

FERENANDES, L. Aspectos químicos, farmacológicos e biotecnológicos de *Mentha x piperita* L. Londrina - PR, p. 1 – 40, 2018.

FERREIRA, A.G.; AQÜILA, M.E.A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. Campinas, v. 12 (Edição especial), p. 175-204. 2000

FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. Interferência: competição e alelopatia. **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 251- 262.

GABOR, W.E.; VEATCH, C. Isolation of phytotoxin from quackgrass (*Agropyron repens*) rhizomes. **Weed Science**, v.29, n. 2, p.155-159, 1981.

GUSMAN, G.S.; VIEIRA, L.R.; VESTENA, S. Alelopatia de espécies vegetais com importância farmacêutica para espécies cultivadas. **Biotemas**, Florianópolis, v. 25, n. 4,

p. 37-48. 2012.

MAIA, J.T.L.S. *et al.* Influência alelopática de hortelã (*Mentha x villosa* Huds.) sobre emergência de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 13, n. 3, p. 253–257, 2011.

MARASCHIN-SILVA, F.; AQÜILA, M.E.A. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Acta Botânica Brasilica**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 61–69, 2006.

MORANDI, M.A.B. *et al.* Controle biológico de doenças de plantas no Brasil. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, p. 7-14, 2009.

NAVAB SAFA, N. *et al.* Decontamination of peppermint distillate using spark plasma: microbiological and physico chemical evaluation. **Journal of Food Science and Technology**, v. 57, n. 9, p. 3314–3322, 2020.

OLIVEIRA, A.R.M.F. de *et al.* Potencial alelopático, produção de biomassa e óleo essencial de alevante (*Mentha x piperita* var. *citrata* (Ehrh.) Briq.) em cultivo solteiro e consorciado com cebolinha (*Allium schoenoprasum* L.) e chicória (*Chicorium endívia* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.9, n.4, p.497-501, 2011.

OLIVEIRA, N.S. *et al.* Efeitos alelopáticos do extrato aquoso e etanólico de jatobá do cerrado. **Unimontes Científica**, Montes Claros, v. 4, n. 2, p. 143-151, 2002.

OLIVEIRA, E.P. *et al.* Determinação do efeito alelopático, índice mitótico e utilização do boldo, capim-cidreira e hortelã no bairro Boa Vista em Mandaguari (PR). **Diálogos & Saberes**, Mandaguari, v. 8, n. 1, p. 41-53, 2012.

PAVLIĆ, B. *et al.* Antioxidant and enzyme-inhibitory activity of peppermint extracts and essential oils obtained by conventional and emerging extraction techniques. **Food chemistry**, v. 338, n. 127724, 2021.

PERES, F.E, MOREIRA, J.C. Saúde e ambiente em sua relação com o consumo de agrotóxicos em um polo agrícola do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Caderno Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v. 23, n. 4, p. 612-621, 2007.

ROCHA, V.D *et al.* Efeito alelopático de extratos aquosos de *Solanum paniculatum* L. na germinação e no crescimento inicial de alface. **Revista de Ciências Agroambientais**. Alta Floresta, v. 16, n. 1, p. 72-9, 2018.

SANTOS, R.I. Metabolismo básico e origem dos metabolismos secundários. *In*: SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. (orgs.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 3. ed. Porto

Alegre/Florianópolis: Ed. Universidade/UFRGS/ Ed. da UFSC, 2007. p. 209-216.

TOLEDO, A.M.O. *et al.* Interferência alelopática do chá de boldo-do-chile (*Peumus boldus* Molina, Monimiaceae) sobre sementes de alface e pepino. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 15, n. 3, p.180-187, 2016.

TULLIO, V. *et al.* Evaluation of the antifungal activity of *Mentha x piperita* (Lamiaceae) of Pancalieri (Turin, Italy) essential oil and its synergistic interaction with azoles. **Molecules** (Basel, Switzerland), v. 24, n. 17, p. 3148, 2019.

WANDSCHEER, A.C.D.; PASTORINI, L.H. Allelopathic interference of *Raphanus raphanistrum* L. on the germination of *Lactuca sativa* L. and *Solanum lycopersicon* L. **Ciência Rural**, Santa Maria v. 38, n. 4, p. 949-953, 2008.

WINK, M. **Biochemistry of plant secondary metabolism**. Mansion House: Sheffield Academic Press, 1999. 358p