



IMPACTO ALELOPÁTICO DOS EXTRATOS DE *Crotalaria juncea* NA GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE *Lactuca Sativa*: COMPARATIVA ENTRE EXTRATOS DE MATERIAIS VEGETAIS FRESCOS E SECOS

ALLELOPATHIC IMPACT OF CROTALARIA JUNCEA EXTRACTS ON GERMINATION AND GROWTH OF LACTUCA SATIVA: COMPARISON BETWEEN FRESH AND DRIED PLANT MATERIAL EXTRACTS

Myrella Katlhen da Cunha de Araujo

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0579-6901>

E-mail: myrellakaraujo@gmail.com

Alan de Sousa Sousa

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-0658-6505>

E-mail: alanagronomo4@gmail.com

Edson Pimenta Moreira

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-6133-5101>

E-mail: moreira.edson.p@gmail.com

Vanessa Cristine Serra Pereira

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6445-0412>

E-mail: vserra97@gmail.com

Robert Filipe Costa Nunes

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-6840-4916>

E-mail: robertfilipecostanunes@gmail.com

Maria Rosangela Malheiros Silva

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2973-9127>

E-mail: romalheir@gmail.com

Submetido: 27 set. 2024.

Aprovado: 27 jan. 2025.

Publicado: 7 mai. 2025.

E-mail para correspondência:

myrellakaraujo@gmail.com

Resumo: As plantas espontâneas podem reduzir a produtividade agrícola ao competir com culturas por recursos e ao servirem como hospedeiras de pragas e doenças. O uso intensivo de herbicidas para controlar plantas espontâneas tem levado à resistência e fitotoxicidade, que afeta a saúde e o ecossistema. Este estudo avaliou o efeito alelopático de extratos de



Crotalaria juncea (frescos e secos, em diferentes concentrações) na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). Os resultados indicaram que concentrações moderadas de extrato promovem crescimento normal das plântulas, enquanto concentrações mais altas causam aumento de plântulas anormais e redução na qualidade geral. A forma do material vegetal e a concentração do extrato foram fatores significativos na influência sobre a germinação e o desenvolvimento das plântulas.

Palavras-chave: Alelopatia. Fitotoxicidade. Resistência a Herbicidas.

Abstract: Spontaneous plants can reduce agricultural productivity by competing with crops for resources and serving as hosts for pests and diseases. The intensive use of herbicides to control spontaneous plants has led to resistance and phytotoxicity, which affects health and the ecosystem. This study evaluated the allelopathic effect of *Crotalaria juncea* extracts (fresh and dry, at different concentrations) on the germination of lettuce seeds (*Lactuca sativa* L.). The results indicated that moderate extract concentrations promote normal seedling growth, while higher concentrations cause an increase in abnormal seedlings and a reduction in overall quality. The form of the plant material and the extract concentration were significant factors in influencing germination and seedling development.

Keywords: Allelopathy. Phytotoxicity. Herbicide Resistance.

Introdução

As plantas espontâneas são responsáveis por reduzirem a produtividade de algumas culturas agrícolas, uma vez que competem diretamente com as espécies vegetais cultivadas por fatores de crescimento, tais como água, luz, espaço e nutrientes. Além dessa competição, podem atuar como hospedeiras de pragas e doenças, dificultar o manejo da água e da colheita das plantas cultivadas no agroecossistema, exercer efeitos alelopáticos, produzir substâncias tóxicas para animais e para o homem, reduzir o valor da terra, reduzir a biodiversidade, propagar incêndios e provocar efeitos prejudiciais causados pelos métodos de controle químico ^(1,2).

As plantas espontâneas levam a perdas econômicas significativas, que depende da espécie, densidade, distribuição e sistema de cultivo. Na soja, uma das principais culturas do Estado do Maranhão, a produtividade pode sofrer reduções entre 40% e 80% ⁽³⁾. Entre os produtores do Brasil e do mundo, uma das formas mais recorrentes de controle para conter o avanço e a disseminação de plantas espontâneas é o uso de herbicidas, adotado há vários anos pelos produtores ⁽⁴⁾. Entretanto, o uso excessivo de herbicidas resultou na evolução de



biótipos de plantas espontâneas resistentes e na fitotoxicidade das culturas, com implicações prejudiciais ao ecossistema e à saúde humana ⁽⁵⁾.

Devido às inúmeras consequências negativas dos herbicidas sintéticos, formas alternativas são testadas com o objetivo de reduzir o uso desses produtos e desenvolver uma agricultura mais sustentável ⁽⁶⁾. Entre as alternativas, destaca-se o uso do extrato de crotalária (*Crotalaria juncea*), planta de cobertura comum na agricultura, possui efeito alelopático, inibe o crescimento de outras plantas através de substâncias presentes em suas folhas e raízes⁽⁷⁾.

Este trabalho tem como objetivo comparar o efeito de extratos de crotalária sobre a germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.), avaliando o potencial alelopático dessa planta. Pretende-se investigar e comparar a eficácia dos extratos preparados com material vegetal fresco e seco, para determinar qual tipo de extrato possui maior impacto na germinação das sementes.

Metodologia

Os experimentos de germinação com sementes de alface foram realizados em São Luís / MA, no laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual do Maranhão (2°35'27.60" S 44°12'43.90" O). Os testes de germinação, foram realizados em 23 de abril de 2024 experimento e 14 de junho de 2024 experimento.

Com base na metodologia de Carvalho *et al.* ⁽⁹⁾, os tratamentos em concentrações de extratos provenientes de folhas frescas (experimento I) e folhas secas (experimento II) de crotalária em concentrações de 0%, 2,5%, 5% e 10%. Os experimentos foram conduzidos no delineamento de inteiramente casualizados (DIC), com cinco repetições. As unidades experimentais foram constituídas de cinco fileiras com 10 sementes de alface em caixas gerbox (50 sementes).

Para produção do extrato no experimento I, plantas de crotalária foram coletadas no campo. Em seguida, o material foi levado ao laboratório para a preparação dos extratos, para isso as folhas foram separadas dos caules. O material foi picado em fragmentos de 1 cm, pesou-se 10 g e adicionou-se 100 mL de água destilada (solução 10% p/v a frio). A mistura permaneceu em repouso por 4 horas em temperatura ambiente e no escuro (para evitar fotodegradação), posteriormente filtrada através de tecido foi obtido o extrato de maior



concentração (10%). Este extrato foi diluído para as concentrações de 5% e 2,5% e aplicado imediatamente nas caixas gerbox ⁽⁹⁾.

Para o bioteste de germinação e crescimento inicial foram utilizados aquênios de alface (*Lactuca sativa* L. cv. Vera) sem tratamento químico, adquiridos no comércio local. Foram realizados testes preliminares em laboratório para verificar a germinação dos aquênios, conforme Nery ⁽⁴⁾ e Carvalho *et al.* ⁽⁹⁾.

No experimento II, foi realizado os mesmo procedimento que no experimento I, com diferencial, que as plantas depois de coletadas foram secas em estufa de circulação de ar forçado a 70° até atingir a massa constante.

Os testes foram conduzidos em caixas gerbox transparentes, forradas com duas folhas de papel mata-borrão autoclavadas a 120 °C por uma hora. A quantidade de extrato por gerbox foi calculada multiplicando-se o peso do papel mata-borrão por 2,5, totalizando 4,1 mL por gerbox. Utilizaram-se câmaras tipo B.O.D., ajustadas para temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas de luz, mantido por quatro lâmpadas fluorescentes brancas de 25W, tipo luz do dia.

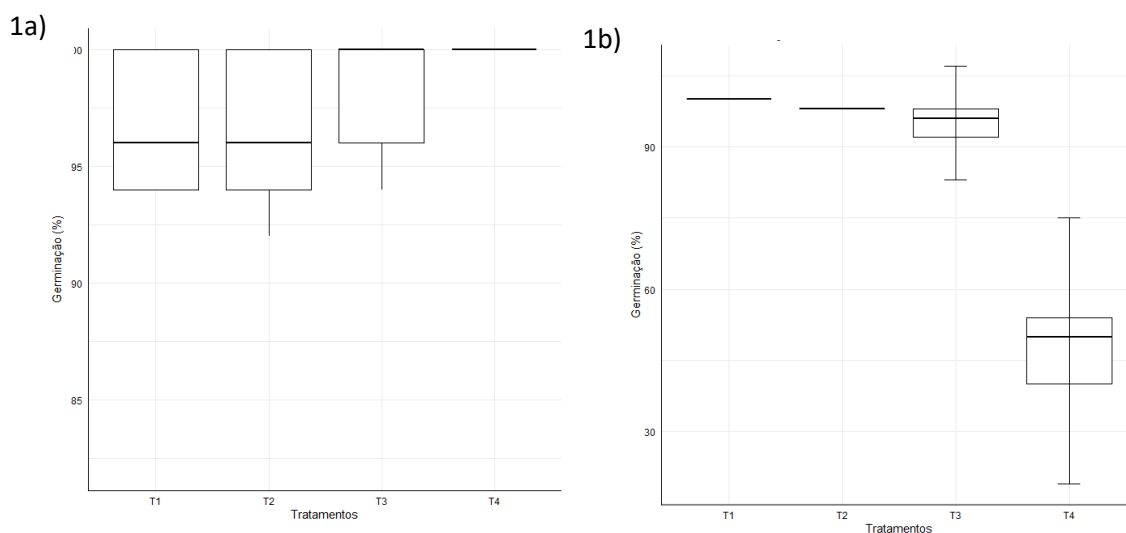
As características avaliadas foram: porcentagem de germinação (G%), plantas normais, plantas anormais, comprimento da radícula (CR, em cm) e massa fresca da parte aérea das plântulas (MFPA, em g). Para determinar a germinação foram realizados contagem das plântulas emergidas. Nesses dias, foi observado também as plântulas normais e anormais. O CR, foi mesurado com auxílio de um paquímetro manual em dez plântulas ao acaso. A MFPA foi determinada através da pesagem de todas as plântulas das caixas gerbox com auxílio de balança digital.

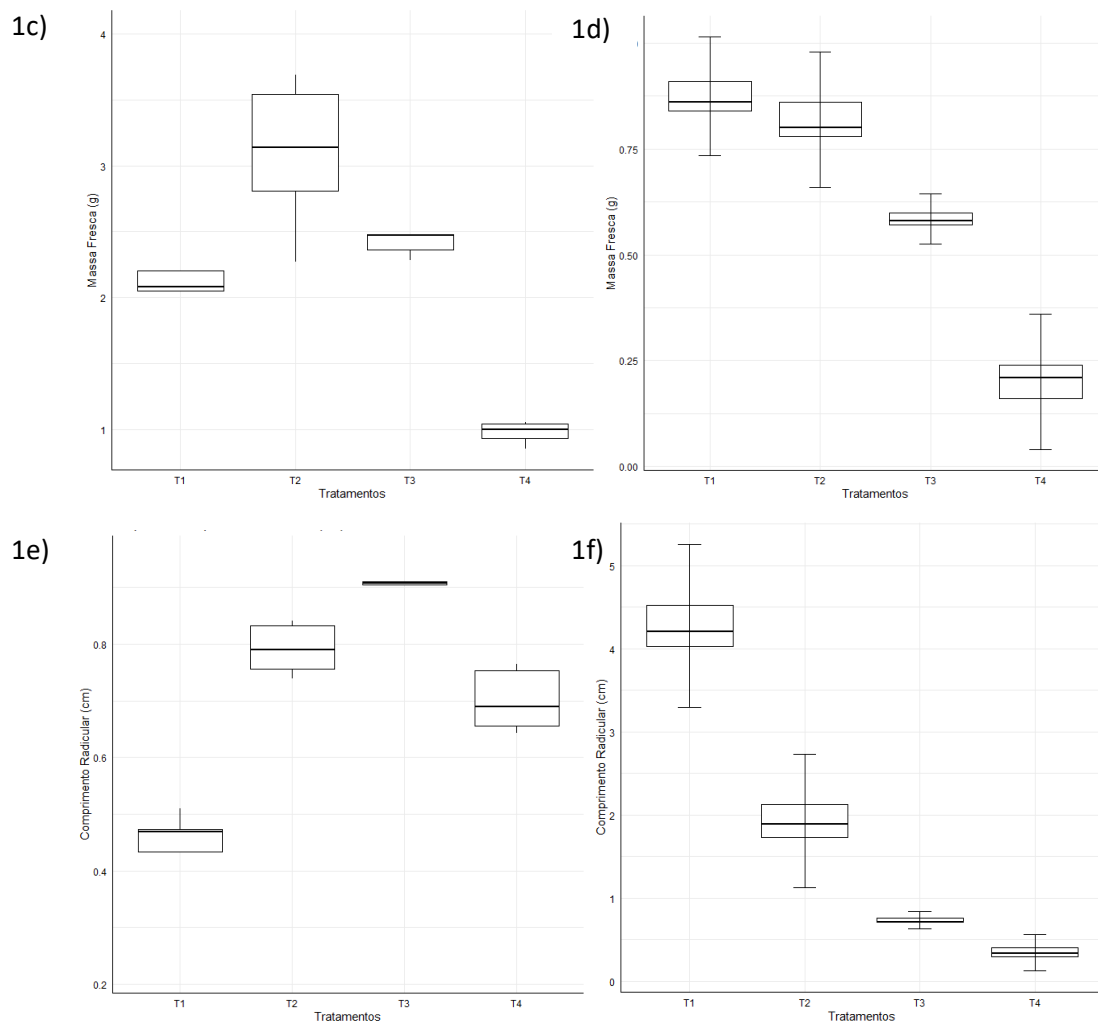
Para analisar os dados, foi verificado se eles seguiam uma distribuição normal e se as variâncias eram homogêneas, utilizando os testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Caso ambas as condições fossem atendidas, aplicou-se a ANOVA, seguida pelo teste de Tukey para comparar os tratamentos ⁽¹⁰⁾. Se os dados não atendessem a essas premissas, utilizou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Todas as análises foram realizadas no software R, com um nível de significância de 5% ⁽¹¹⁾.

Resultados

Os resultados dos experimentos indicaram que tanto o extrato fresco quanto o seco de *Crotalaria* influenciaram aspectos do crescimento das plântulas, com efeitos conforme a concentração do extrato e o tratamento do material vegetal utilizado. As baixas concentrações do extrato promoveram o crescimento e massa fresca da parte aérea das plântulas (Figura 1c e 1d). Em contraste, concentrações mais elevadas demonstraram efeitos adversos, como o aumento na porcentagem de plântulas anormais e a redução na qualidade geral.

Figura 1 - Valores dos tratamentos T1: 0% de extrato, T2: 2,5% de extrato T3: 5% de extrato e T4: 10% de extrato em função dos tratamentos 1 (material vegetal fresco) e experimento 2 (material vegetal seco). a) Germinação (G%) dos tratamentos no experimento 1, b) Germinação (G%) dos tratamentos no experimento 2, c) Massa fresca da parte aérea das plântulas (MFPA, em g) dos tratamentos no experimento 1, d) Massa fresca da parte aérea das plântulas (MFPA, em g) dos tratamentos no experimento 2, e) Comprimento radicular (CR, em cm) das plântulas dos tratamentos no experimento 1 e f) Comprimento radicular (CR, em cm) das plântulas dos tratamentos no experimento 2.





Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Essas observações sugerem a necessidade de otimização das concentrações do extrato para maximizar os benefícios associados ao uso de crotalária no estímulo ao crescimento das plântulas. Além disso, ressaltam a importância de considerar a forma do material vegetal (fresco ou seco) para obter resultados mais eficazes. A seguir, as variáveis apresentadas serão distribuídas em experimento 1 (extrato vegetal fresco) e experimento 2 (extrato vegetal seco):

Germinação:

Experimento 1:



Não houve diferenças significativas na porcentagem de germinação entre os tratamentos ($p= 0,1916$), o que sugere que as concentrações de extrato vegetal não influenciaram a capacidade de germinação das plântulas.

Os dados sobre infecção secundária também não mostraram diferenças significativas entre os tratamentos ($p= 0,4221$), indica que as concentrações de extrato vegetal não afetaram a incidência de infecções secundárias. Entretanto, houve diferença significativa na porcentagem de plântulas anormais entre os tratamentos ($p= 0,0042$). O tratamento T4 (10% de extrato) apresentou porcentagem maior de plântulas anormais em comparação com T1 (0% de extrato) e T2 (2,5% de extrato). Esses resultados indicam que concentrações mais altas de extrato vegetal têm efeito adverso sobre a qualidade das plântulas, e aumentam a porcentagem de plântulas anormais.

Quanto as plântulas normais, os valores mostraram que o tratamento T4 (10% de extrato) resultou em uma quantidade significativamente menor de plântulas normais em comparação com T1 (0% de extrato), T2 (2,5% de extrato) e T3 (5% de extrato). Isso sugere que concentrações mais elevadas de extrato vegetal reduzem a proporção de plântulas normais.

Experimento 2:

A germinação das plântulas apresentou diferenças significativas nas variâncias entre os tratamentos ($F=4,2716$; $p=0,02144$). O tratamento T1 (0% de extrato) mostrou porcentagem de germinação superior as demais. Quanto à infecção secundária, os dados não seguiram uma distribuição normal ($W=0,7011$; $p=0,0001$), mas não houve diferenças significativas entre os tratamentos. A porcentagem de plântulas anormais também apresentou não normalidade ($W=0,6644$; $p=0,0001$).

Massa fresca da parte aérea das plântulas (MFPA)

Experimento 1:

A massa fresca da parte aérea das plântulas (MFPA) apresentou diferenças significativas ($p < 0,001$). Os tratamentos T2 (2,5% de extrato) e T4 (10% de extrato) diferiram significativamente de T1 (0% de extrato). O tratamento T2 apresentou MFPA significativamente maior que T1, enquanto T4 teve MFPA menor, indica que concentrações



moderadas de extrato podem ter um efeito positivo na massa fresca, enquanto concentrações mais altas têm efeito negativo.

Experimento 2:

Para a massa fresca das plântulas, o teste indicou distribuição normal dos dados ($W=0,9124$; $p=0,0707$), e homogeneidade de variâncias ($F=0,8149$; $p=0,5043$). Houve diferenças significativas entre os tratamentos ($F=46,39$; $p=4,06 \times 10^{-8}$), com T1 apresentando diferenças marcantes em comparação aos demais tratamentos.

Comprimento radicular (CR):

Experimento 1:

O comprimento das raízes das plantas foi significativamente afetado pelos tratamentos com extrato vegetal ($p < 0,001$). As plantas tratadas com 2,5% (T2) e 5% (T3) de extrato apresentaram raízes mais longas em comparação com as plantas que não receberam extrato (T1). Além disso, mesmo a concentração mais alta de 10% (T4) resultou em raízes maiores do que o grupo de controle (T1). Esses resultados indicam que o extrato vegetal, em concentrações moderadas, estimula o crescimento das raízes.

Experimento 2:

O comprimento radicular ($W=0,8309$; $p=0,002598$) não seguiu distribuição normal. Houve diferenças nas variâncias entre os tratamentos, em que T1 mostrou diferenças notáveis em comparação aos demais tratamentos.

Resultados e Discussão

Os estudos de Skinner *et al.* ⁽¹²⁾ e Cruz-Silva *et al.* ⁽¹³⁾ exploraram os efeitos alelopáticos dos extratos de crotalária em diversas culturas. Skinner *et al.* ⁽¹²⁾ investigaram os efeitos dos extratos aquosos de folhas de crotalária na germinação de vegetais e ervas espontâneas, e observou a inibição na germinação de espécies. No entanto, nosso estudo demonstrou que, nas concentrações de 2,5%, 5% e 10%, os extratos de crotalária não inibiram a germinação, que sugere efeitos menos severos comparado ao estudo de Skinner *et al.* ⁽¹⁰⁾.

O estudo de Arruda e Silva ⁽¹⁴⁾ focou no efeito alelopático de extratos de Crotalaria e Milheto (*Panicum miliaceum*) em sementes de tomate (*Solanum lycopersicum*). Os valores de germinação para a concentração de 0% ($G=90,3\%$) foram semelhantes aos nossos resultados do Experimento 2. No entanto, nossas germinações foram inferiores em



comparação com a concentração de 25% ($G = 83,2\%$) e demais concentrações utilizadas no estudo de Arruda e Silva ⁽¹²⁾. Esse resultado é consistente com a nossa observação de que concentrações mais altas tendem a exercer efeitos inibitórios maiores.

No que tange ao comprimento das raízes (CR), os resultados de Arruda e Silva ⁽¹⁴⁾ para a concentração de 0% (3,57 cm) foram próximos aos nossos resultados do Experimento 2. As demais concentrações apresentaram valores inferiores em comparação a concentração de 25% (2,77 cm) e concentrações superiores. O estudo de Araújo *et al.* ⁽¹⁵⁾ também indicou a redução significativa no comprimento das raízes do feijão em todas as sementes germinadas, com uma redução de 50% no tamanho.

Em relação ao desenvolvimento inicial das plântulas, o estudo de Cruz-Silva *et al.* ⁽¹³⁾ sobre extratos aquosos de crotalária no milho (*Zea mays*) revelou que o índice de velocidade de germinação, o comprimento das raízes e dos brotos foram significativamente afetados pelos extratos, especialmente em concentrações mais altas (15% e 30%). Apesar disso, a concentração de 7,5% teve efeitos estimulantes no comprimento das raízes. Isso demonstra que, além dos efeitos inibitórios das altas concentrações, existe um intervalo onde o extrato pode ter efeito positivo.

As alterações no padrão de germinação podem ser atribuídas a fatores como, permeabilidade das membranas, respiração, conformação de enzimas e receptores, entre outros ⁽¹⁶⁾. Esses efeitos podem variar conforme a forma de obtenção e a concentração do extrato, como observado na germinação e desenvolvimento do milho ⁽¹⁷⁾.

É importante ressaltar que a resposta às substâncias alelopáticas pode variar entre espécies vegetais. Araújo *et al.* ⁽¹⁵⁾ indicaram que o feijão, uma leguminosa, demonstrou maior susceptibilidade ao extrato de Crotalária, mesmo em menores concentrações, em comparação com o milho. Isso pode ser atribuído às diferenças na fisiologia e a sensibilidade a compostos alelopáticos entre as espécies. O feijão, por ser uma leguminosa, pode interagir mais intensamente com compostos presentes no extrato, como alcaloides e flavonoides, que afetam negativamente a germinação e o crescimento. Em contraste, o milho, uma gramínea, pode possuir mecanismos de defesa mais robustos contra esses compostos, que resulta em menor impacto na germinação e crescimento.

A pesquisa destacou a importância de ajustar a concentração do extrato para maximizar seus benefícios. Concentrações excessivas podem ser prejudiciais, enquanto moderadas têm o potencial de estimular o crescimento e melhorar a saúde das plântulas.



Além disso, a forma do material vegetal (fresco ou seco) influenciou a eficácia do extrato, com diferenças significativas observadas entre os tratamentos.

Assim, nossos achados são consistentes com a literatura que aponta efeitos alelopáticos dos extratos de crotalária em algumas culturas. No entanto, também destacam a necessidade de um ajuste fino nas concentrações e formas dos extratos para otimizar os resultados. Estudos futuros devem explorar mais detalhadamente o intervalo de concentrações que oferece os melhores resultados e investigar o mecanismo pelo qual os extratos afetam o desenvolvimento das plântulas.

Considerações finais

Os extratos de crotalária demonstraram efeitos alelopáticos significativos sobre a germinação e crescimento das plântulas de alface. Concentrações moderadas de extrato favoreceram o desenvolvimento saudável das plântulas, enquanto concentrações mais elevadas resultaram em maior incidência de plântulas anormais e redução na qualidade geral.

A forma do material vegetal (fresco ou seco) também influenciou a eficácia do extrato. Estes resultados confirmam o potencial dos extratos de crotalária como alternativa aos herbicidas químicos, destacando a importância de ajustar a concentração e a forma do extrato para otimizar seus benefícios e minimizar efeitos negativos

Referências

- 1 Mota EA, Sousa Junior FJC, Santos CDG. Weed reaction to parasitism by the guava root-knot nematode, *Meloidogyne enterolobii*. *Diversitas Journal*, 2023;8(1):33-41.
- 2 Vasconcelos MCC, Silva AFA, Silva RL. Interferência de plantas daninhas sobre plantas cultivadas. *Agropecuária Científica no Semi-Árido*, 2012;8(1):01-06.
- 3 Gazziero DLP, Vargas L, Roman ES. Manejo e controle de plantas daninhas em soja. In: Vargas, L.; Roman, E. S. Manual de manejo e controle de plantas daninhas Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004;595-636.
- 4 Nery, ED. Diferentes herbicidas no controle de plantas daninhas. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, São Paulo, 2023;9(1).
- 5 Matloob A, Safdar ME, Abbas T, Aslam F, Khaliq A, Tanveer A, Rehman, A, Chadhar, AR. Challenges and prospects for weed management in Pakistan: A review. *Crop Protection*, 2020;134:134.



- 6 Bunkoed W, Wichittrakarn P, Laosinwattana C. Allelopathic potential of essential oil from bottle brush (*Callistemon lanceolatus* DC.) on the germination and growth of *Echinochloa crus-galli* L. International Journal of Agricultural Technology, 2017;13(7):2693-2701.
- 7 Antunes FC. Extrato foliar de crotalaria na germinação de sementes de plantas daninhas. 2023. 37 p. Trabalho de conclusão de curso (Monografia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Santa Helena, PR, 2023.
- 8 Bundit A, Ostlie M, Prom-U-Thai C. Sunn hemp (*Crotalaria juncea*) weed suppression and allelopathy at different timings. Biocontrol Science and Technology, 2021;31(7):694-674.
- 9 Carvalho WP, Carvalho GJ, Abbade Neto DO, Teixeira LGV. Alelopatia de extratos de adubos verdes sobre a germinação e crescimento inicial de alface. Biosci. J., 2014;30:1-11.
- 10 Zaros LG, Medeiros HR. Bioestatística. 2011; 214.
- 11 R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, 2023. Disponível em: <https://www.R-project.org/>
- 12 Skinner EM, Díaz-Pérez JC, Phatak SC, Schomberg HH, Vencill W. Allelopathic effects of sunnhemp (*Crotalaria juncea* L.) on germination of vegetables and weeds. HortScience, 2012;47(1):138-142.
- 13 Cruz-Silva CTA, Mattiazzi EB, Pacheco FP, Nóbrega LPH. Allelopathy of *Crotalaria juncea* L. aqueous extracts on germination and initial development of maize. Idesia (Arica), 2015;33(1):27-32.
- 14 Arruda AGM, Silva VN. Efeito alelopático de extratos de *Crotalaria* e Milheto em sementes de tomate. Revista Fitos, Rio de Janeiro, 2022;16(4):456-464.
- 15 Araújo ÉO, Santana CN, Espírito Santo CL. Potencial alelopático de extratos vegetais de *Crotalaria juncea* sobre a germinação de milho e feijão. Revista Brasileira de Agroecologia, 2011;6(1):108-116.
- 16 Ferreira AG, Aquila MEA. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, 2000;12:175-204.
- 17 Cruz-Silva CTA, Mattiazzi EB, Pacheco FP, Nóbrega LPH. Allelopathy of *Crotalaria juncea* L. aqueous extracts on germination and initial development of maize. Idesia (Arica), 2014;33(1):27-32.



10.31072/rcf.v16i1.1476

Este é um trabalho de acesso aberto e distribuído sob os Termos da *Creative Commons Attribution License*. A licença permite o uso, a distribuição e a reprodução irrestrita, em qualquer meio, desde que creditado as fontes originais.



Open Access