

TOXICIDADE DE ADJUVANTES COMERCIAIS EMPREGADOS NA AGRICULTURA NA GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Lactuca sativa* L.

João Vitor Barbosa Calvelli ¹

Esthefany Scalco Oliveira ²

Lislie Gomes dos Reis Pereira ³

Anelise Vieira Rosa Fernandes da Silva ⁴

Alexandra dos Santos Ambrósio ⁵

Sandro Barbosa ⁶

Sistemas de produção sustentável

Resumo

Os adjuvantes são conhecidos por aumentar a eficiência de defensivos agrícolas e fertilizantes. Contudo, compreende-se pouco sobre seus efeitos adversos aos cultivos e ao meio ambiente. *Lactuca Sativa* L. é um indicador efetivo de toxicidade ambiental devido à sua sensibilidade e rápida resposta aos contaminantes. Diante disso, o presente estudo tem como objetivo verificar se 3 adjuvantes comerciais causam efeito sobre a germinação e a morfologia de plântulas de alface. As sementes foram dispostas em placas de Petri e umedecidas com os adjuvantes, separadamente, em suas concentrações comerciais 0,5 mL L⁻¹. Analisaram-se protrusão radicular 24 horas, alongamento da raiz e comprimento da parte aérea. Os três adjuvantes deflagraram na redução dos valores de todos parâmetros quando comparados ao controle. Apesar da toxicidade observada, não foi possível verificar a origem da mesma, já que seus rótulos comerciais não possuem a constituição exata da solução.

Palavras-chave: Parâmetros de crescimento; Ecotoxicidade; Alface; Fertilizantes.

¹Prof. Me. Universidade Federal de Alfenas - Doutorado do Programa de Ciências Ambientais, Instituto de Ciências da Natureza, jvcalvelli@outlook.com

²Graduanda em Farmácia. UNIFAL-MG – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, esthefany.oliveira@sou.unifal-mg.edu.br

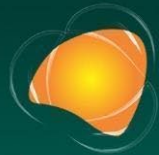
³Graduanda em Ciências Biológicas. UNIFAL-MG – Instituto de Ciências da Natureza, lislie.pereira@sou.unifal-mg.edu.br

⁴Graduanda em Ciências Biológicas, Lic. - UNIFAL-MG, anelise.fernandes@sou.unifal-mg.edu.br

⁵Mestra em Ciências Ambientais. UNIFAL-MG – Instituto de Ciências da Natureza, alexandra_dsa@hotmail.com

⁶Professor Associado IV – UNIFAL-MG, Instituto de Ciência da Natureza, sandro.barbosa@unifal-mg.edu.br

REALIZAÇÃO



INTRODUÇÃO

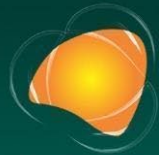
A utilização de adjuvantes comerciais na agricultura tornou-se uma prática comum que tem como objetivo aumentar a eficiência das aplicações de defensivos agrícolas e fertilizantes. Os adjuvantes apresentam diferentes funcionalidades, sendo considerados modificadores das propriedades da superfície alvo ou das condições físicas dos princípios ativos, potencializando a ação de produtos fitossanitários, entre outros (McWorther, 2018). Contudo, apesar dos benefícios associados à sua utilização, há uma crescente preocupação sobre os impactos desses produtos no meio ambiente, especialmente no que diz respeito à toxicidade para organismos não-alvo, como abelhas melíferas, e aos riscos à saúde dos trabalhadores agrícolas (Mesnage; Antoniou, 2018).

Embora a toxicidade dos agroquímicos, especialmente os herbicidas, seja amplamente conhecida e estudada, os adjuvantes que os acompanham recebem significativamente menos atenção científica. Seus potenciais efeitos tóxicos ainda carecem de investigação aprofundada, pois são popularmente considerados inertes e sem efeitos colaterais, muitos deles são comercializados como fertilizantes foliares (Nobels *et al.*, 2011). Essa lacuna de conhecimento é preocupante, pois os adjuvantes podem influenciar diretamente a toxicidade dos produtos fitossanitários.

O alface (*Lactuca sativa* L.), pertencente à família das Asteráceas, é popularmente conhecido por ser um alimento cultivado em grande escala ou até mesmo dentro de residências (Sace; Natividade Jr, 2015). Devido a sua sensibilidade e rápida resposta em biotestes laboratoriais, é considerado modelo importante para avaliar os efeitos de substâncias químicas utilizadas na agricultura (Govêa *et al.*, 2020), onde os efeitos de agroquímicos sobre a germinação e o desenvolvimento inicial dessa planta podem fornecer informações valiosas sobre o impacto de diferentes formulações no ecossistema agrícola.

Assim, diante da escassez de informações sobre a toxicidade desses produtos, o objetivo deste trabalho é verificar se 3 adjuvantes comerciais causam efeito sobre a germinação e a morfologia de plântulas de alface.

METODOLOGIA



Os adjuvantes testados foram comprados em comércio agropecuária especializada, foram selecionados 3 adjuvantes (Nomeados como: A; B e C), indicados pelo agrônomo responsável, como os mais utilizados para consorciação com herbicidas. A concentração teste utilizada foi padronizada para a faixa média indicada nos rótulos, com a faixa de aplicação variando de 20 a 100 mL/100 L de água, e a concentração utilizada foi de 0,5 mL L⁻¹. Os adjuvantes avaliados estão inseridos em duas categorias de acordo com a sua forma de comercialização e registro: A - Adjuvante de múltiplo espectro; B e C - Fertilizante foliar empregado consorciado a herbicidas.

Como bioteste foram utilizadas sementes de *Lactuca sativa* (cv. baba de verão). As mesmas foram dispostas em placas de Petri 70 mm de diâmetro contendo duas folhas de papel Germitest[®] umedecidas com 3 mL das soluções teste e água destilada foi usada como controle negativo. Foi distribuído uniformemente 30 sementes por repetição, onde o cada tratamento foi composto de 4 repetições. As placas foram mantidas em câmara de germinação do tipo BOD – Demanda Biológica de Oxigênio (Ethiktechnology[®] 411FPD) – a 25°C, com fotoperíodo de 12 horas. As variáveis analisadas foram: protrusão radicular 24 horas, alongamento da raiz e comprimento da parte aérea (Calvelli *et al.* 2023).

As variáveis germinativas e morfológicas foram submetidas à análise de variância (ANOVA), e as médias foram comparadas utilizando o teste de Scott-Knott a um nível de significância de 5%. Ambas as análises empregaram o software Sisvar versão 5.8 (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando comparados ao controle, sementes de *L. sativa* expostas aos tratada com o adjuvante A obtiveram a mesma porcentagem de protrusão radicular. Enquanto o adjuvante B, nota-se menor porcentagem, a qual também é igual ao tratamento C. Embora tenha causado efeito sobre a protrusão radicular, a germinação final (7º dia) não apresentou diferença estatística ($p < 0,05$), com germinação média de 98%. De acordo com os rótulos comerciais, A é o único adjuvante constituído de magnésio na forma de cloreto de magnésio (MgCl₂), elemento essencial para a formação de proteínas importantes para o crescimento celular (Barros et al., 2020), o que corrobora com os dados mostrados na Figura 1.

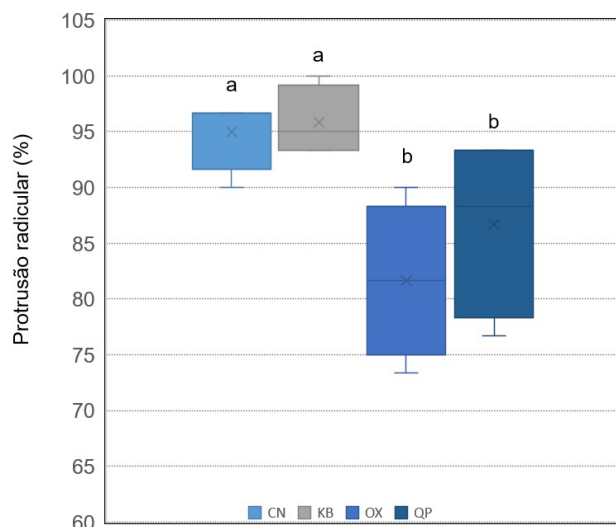
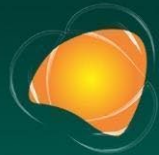
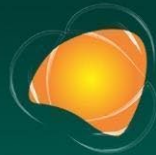


Figura 01: Comparação da protrusão radicular entre controle e os diferentes coadjuvantes.

A toxicidade dos adjuvantes testados foi acentuada sobre as variáveis morfológicas das plântulas de *L. sativa*, acarretando em redução do desenvolvimento de raízes e da parte aérea (Figura 2). Embora o adjuvante A não tenha causado atraso na germinação nas primeiras 24 horas, este foi o que causou maiores danos ao desenvolvimento das plântulas, com redução média de 43 e 68,5% do comprimento de parte aérea e raiz. Enquanto que os adjuvantes B e C foram igualmente prejudiciais para o bioteste.

Assim como o ocorrido, Nurliana e colaboradores (2022) observaram que o estresse hídrico acarretou na redução de todos os parâmetros de crescimento em *Lactuca sativa* L. A presença do sal do adjuvante A pode ter deflagrado em um estresse osmótico, reduzindo a água no interior das plântulas, o que limitou seu crescimento quando comparado ao controle e outros tratamentos. Entretanto, como todos os parâmetros estão reduzidos em relação ao controle, talvez A não seja o único adjuvante que seja constituído de um sal.

O rótulo dos três adjuvantes testados não possuem sua constituição exata, ou seja, na maioria dos casos são quantificados apenas os compostos benéficos às plantas e omitidos os compostos tóxicos ao meio ambiente. É possível visualizar a toxicidade de toda a solução preparada com o adjuvante no experimento, porém não compreende-se a causa, já que os constituintes e suas concentrações não são



informadas.

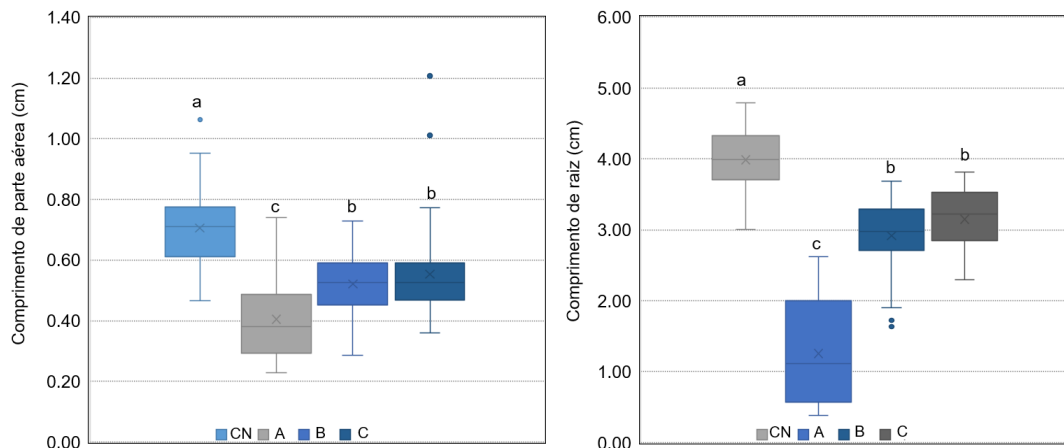


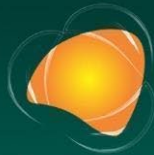
Figura 02: Comprimento da parte aérea (à esquerda) e comprimento da raiz (à direita) de *Lactuca sativa* L. controle e com os diferentes adjuvantes aplicados.

Apesar de serem comercializados como fertilizantes, todos os adjuvantes se mostraram tóxicos à *Lactuca sativa* L. mesmo quando utilizados nas concentrações comerciais. Ademais, o adjuvante A inclui avisos de advertência à contaminação de corpos aquáticos em seu rótulo, enquanto o adjuvante C afirma “respeitar o meio ambiente”, apesar de tudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados mostraram que os três adjuvantes testados foram tóxicos à *Lactuca Sativa* L. ao promover a redução dos valores de parâmetros de crescimento mesmo quando aplicados em concentração comercial. A restrição de informações sobre a constituição desses produtos impossibilitou uma análise precisa de qual componente, em específico, promoveu tais respostas das plântulas. A omissão de tais dados nos rótulos dos produtos comerciais pode gerar dúvidas em relação a sua nocividade para com os seres vivos.

AGRADECIMENTOS



Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) [Funding Code 001], CAPES/BRASIL PDPG No. 1026/2022, CAPES/BRASIL PDPG-POSDOC No. 2930/2022, CAPES/BRASIL MEC/SESu/FNDE/ PET. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) for their financial support and research scholarships.

REFERÊNCIAS

- ABDEL BAR, Fatma; FATAH, Nouran; AMEN, Yhiya; HALIM, Ahmed; SAAD, Hassan-Elrady. Genus *Lactuca* (Asteraceae): A Comprehensive Review. **Records of Natural Products**, v. 1, p. 1-32, 2022. DOI: 10.25135/rnp.350.2205-2474.
- BARROSO, Fernanda de Lima; MILAGRES, Carla do Carmo; FONTES, Paulo Cezar Rezende; CECON, Paulo Roberto. Magnesium-influenced seed potato development and yield. *Journal of Plant Nutrition*, v. 44, n. 2, p. 296-308, 2020.
- GOVÊA, Kamilla Pacheco; PEREIRA, Rafaella Sueko Tomita; ASSIS, Mateus Donizetti Oliveira de; ALVES, Pâmela Ingrid; TRINDADE, Luciene de Oliveira Ribeiro; BARBOSA, Sandro. Response of *Lactuca sativa* L. 'Babá de verão' exposed to different substrates. **Pakistan Journal of Botany**, v. 52, n. 5, 2020.
- MCWHORTER, Chester. G. The physiological effects of adjuvants on plants. In **Weed Physiology** (pp. 141-158). CRC Press, 2018.
- MESNAGE, Robin; ANTONIOU, Michael N. Ignoring adjuvant toxicity falsifies the safety profile of commercial pesticides. **Frontiers in public health**, v. 5, p. 361, 2018.;
- NOBELS, Ingrid; SPANOGHE, Pieter; HAESAERT, Geert ROBBENS, Johan; BLUST Ronny. Toxicity ranking and toxic mode of action evaluation of commonly used agricultural adjuvants on the basis of bacterial gene expression profiles. **PLOS ONE**, v. 6, n. 11, 2011.
- NURLIANA, S.; FACHRIZA, S.; HEMELDA, Niarsi Merry; YUNIATI, Ratna. Chitosan application for maintaining the growth of lettuce (*Lactuca sativa*) under drought condition. In: **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 980, n. 1, p. 012013, 2022. IOP Publishing.
- SACE, Chito.; NATIVIDAD JR, Elmer. Economic Analysis of an Urban Vertical Garden for Hydroponic Production of Lettuce (*Lactuca sativa*). **International Journal of Contemporary Applied Sciences**, v. 2, n. 7, p. 42-56, 2015.