

A INTERAÇÃO ENTRE ÓLEO DE NEEM E GLIFOSATO CAUSA DEFORMAÇÕES MORFOLÓGICAS NAS RAÍZES DE *Allium cepa* L.

Joice Silva Batista¹, Ivandilson Pessoa Pinto de Menezes²

RESUMO: Este estudo avaliou os efeitos da interação entre óleo de neem (*Azadirachta indica*) e glifosato no desenvolvimento vegetal, utilizando o teste *Allium cepa* L. como modelo bioindicador. Os bulbos de cebola foram expostos às substâncias, e foram observadas, inicialmente, deformações morfológicas externas no meristema das raízes. Os ensaios foram realizados no laboratório de Biologia e Química do IFCE Campus Acopiara-Ce, durante o primeiro semestre de 2024. Entre as principais anormalidades encontradas, destacam-se desorientação das raízes, caracterizado por um crescimento desorganizado; o aumento do diâmetro da parte apical, com hipertrofia celular na região meristemática; e a perda de firmeza dos tecidos radiculares, indicando desintegração ou degradação celular. Esses resultados sinalizam um efeito fitotóxico, que pode comprometer o desenvolvimento inicial das plantas. Entretanto, a análise cito-genotóxicas ainda serão realizadas para complementar os resultados já alcançados.

PALAVRAS-CHAVE: óleo de neem, glifosato, anormalidades, herbicidas, bioformulações naturais.

THE INTERACTION BETWEEN NEEM OIL AND GLYPHOSATE CAUSES MORPHOLOGICAL DEFORMATIONS IN THE ROOTS OF *Allium cepa* L.

ABSTRACT: This study evaluated the effects of the interaction between neem oil (*Azadirachta indica*) and glyphosate on plant development, using the *Allium cepa* L. test as a bioindicator model. Onion bulbs were exposed to the substances, and initial observations revealed external morphological deformities in the root meristem. The experiments highlighted significant abnormalities, including root disorientation characterized by disorganized growth, an increase in apical diameter with cellular hypertrophy in the meristematic region, and tissue softening, suggesting cellular disintegration or degradation. These results indicate a phytotoxic effect that could impair early plant development. Cytogenotoxic analyses will be conducted to complement these findings.

KEYWORDS: neem oil, glyphosate, abnormalities, herbicides, natural bioformulations.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o uso intensivo de agrotóxicos na agroindústria é uma preocupação relevante para o meio ambiente e a saúde pública (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2023). Entre os mais comercializados, o glifosato se destaca (MORAES, 2019), sendo amplamente utilizado em diversas culturas agrícolas. Seu uso crescente, especialmente em função da expansão da soja geneticamente modificada, e a resistência de algumas plantas daninhas têm contribuído para a sua maior aplicação (VAN BRUGGEN *et al.*, 2018).

¹ Graduanda em Ciências Biológicas, Instituto Federal do Ceará, Campus Acopiara, (88)99635-6738, joice.silva06@aluno.ifce.edu.br.

² Professor Dr. em Genética e Biologia Molecular, IFCE - Campus Acopiara, (64)99279-9708, ivandilson.menezes@ifce.edu.br

A persistência residual do glifosato no ambiente aumenta o risco de contaminação em áreas próximas e distantes, afetando nascentes, reservas ambientais e até comunidades humanas (MESNAGE et al., 2015). Além disso, ele pode se acumular em tecidos vegetais e animais, expondo organismos não alvos, como seres humanos e animais selvagens, direta ou indiretamente (BARGANSKA, NAMIESNIK, 2010). Embora a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) tenha concluído que o glifosato não é carcinogênico, mutagênico ou teratogênico, a exposição ocupacional inadequada e o uso indevido do produto podem representar riscos à saúde dos trabalhadores rurais e ao meio ambiente, especialmente em casos de deriva ou má aplicação (ANVISA, 2022).

O óleo de neem tem ganhado destaque no mercado de biopesticidas, especialmente após o isolamento da azadiractina, seu principal composto bioativo (MORAES et al., 2016; NEVES et al., 2003). Esse destaque como inseticida natural também se deve à presença de mais de 140 compostos ativos no óleo, conferindo-lhe um amplo espectro de ação contra diversas pragas agrícolas (VENZON et al., 2016).

No entanto, Campos et al. (2016) alertam para as limitações de seu uso na agricultura, especialmente quando comparado a outros produtos à base de neem, devido ao seu efeito residual relativamente curto, que varia entre 5 a 7 dias. Isso pode levar a uma maior frequência de aplicações e ao uso excessivo das doses recomendadas (SCHUMUTTERER, 1990). Esse problema é frequentemente agravado pela percepção errônea de que, por ser um produto natural, o óleo de neem pode ser utilizado sem restrições, o que resulta em um aumento de sua presença no ambiente e intensificação de seus efeitos adversos nas plantas, que podem variar dependendo da quantidade aplicada e da espécie vegetal envolvida (VENZON et al., 2016).

Os efeitos das interações entre os compostos residuais do neem e outros poluentes, como o glifosato, em organismos não-alvos, mesmo após exposições breves, ainda são pouco estudados. Além disso, nosso trabalho é pioneiro, uma vez que, em nossas pesquisas, não encontramos estudos que explorem a combinação dos compostos residuais do neem com outros poluentes, como o glifosato, deixando uma lacuna importante na literatura científica sobre os efeitos sinérgicos ou aditivos dessas substâncias.

O teste de *Allium cepa* L. é um modelo experimental eficiente e de rápida aplicação, sendo adequado para a avaliação de efeitos fitotóxicos. O objetivo deste trabalho foi investigar se a interação entre o óleo de neem e o glifosato causa deformações morfológicas nas raízes de *Allium cepa* L., resultando em um efeito fitotóxico mais pronunciado.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados no laboratório de Biologia e Química do IFCE Campus Acopiara, durante o primeiro semestre de 2024. Utilizou-se a variedade de cebola baia periforme, escolhida por sua estrutura adequada para estudos genotóxicos e fácil acesso. Os bulbos, jovens, saudáveis e com peso entre 20 a 30g, foram adquiridos de um único lote no comércio local, garantindo uniformidade e minimizando possíveis variações na resposta experimental. Para o delineamento experimental da avaliação fitotóxica, os bulbos passaram por uma limpeza inicial em água potável e corrente, seguida de uma raspagem superficial no disco basal com bisturi. Em seguida, foram enraizados em água destilada por 48 horas até o desenvolvimento de raízes de 1 a 2 centímetros, permitindo o início das análises.

Os bulbos foram divididos em cinco tratamentos, cada com três repetições, totalizando 15 bulbos (n=3 por tratamentos/replicação), separadamente para cada tempo de exposição de 24 e 48 horas. Os tratamentos foram seguintes: Controle Negativo (TCN) formado apenas por água destilada; Controle Positivo (TCP), solução de sulfato de cobre a 0,63 mg/L, conforme descrito por Mitteregger Júnior (2007); Glifosato (TGI), solução aquosa contendo 650 g/L de glifosato, dez

vezes mais a menor concentração reconhecidamente fitotóxica conforme estabelecido pela Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA-Brasil), que define os padrões de qualidade para corpos d'água doce; Óleo de Neem (TNEEM), solução contendo 5% de óleo de neem comercial, concentração considerada fitotóxica (Venzon *et al.*, 2016); e por fim, o tratamento Glifosato e Óleo de Neem (TGI-NEEM), uma combinação entre TGI e TNEEM.

Os bulbos foram suspensos de modo que as raízes permanecessem imersas nas respectivas soluções, dispostas em caixas de polietileno com dimensões de 36 cm de comprimento, 16 cm de largura e 13 cm de altura. Antes e depois de 24 e 48 horas de exposição, as raízes foram avaliadas quanto aos aspectos morfológicos com ênfase nas mudanças macroscópicas, que incluem deformações nas raízes, crescimento das raízes e assanhamento irregular. Em seguida, foram medidas com o auxílio de um paquímetro digital, coletadas e conservadas a 4 °C em solução Carnoy 3:1 (etanol PA: ácido acético glacial PA, v/v) para análises futuras cito-genotóxicas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 24 horas de exposição, foram observadas alterações morfológicas no crescimento e desenvolvimento das raízes no teste *A. cepa*. No TCN-24h, as raízes cresceram normalmente, sem sinais de alterações. No TCP-24h foi observado efeitos claros de toxicidade, com perda de firmeza

A desorganização no crescimento radicular, observada em *A. cepa*, aponta para uma interferência no processo mitótico, afetando o desenvolvimento normal das raízes. Esse efeito, combinado ao amolecimento das raízes e à perda de rigidez e firmeza dos tecidos, pode estar

comprometendo sua capacidade de absorção de nutrientes que, por sua vez, pode comprometer a dinâmica e manutenção das populações naturais. Contudo, dados complementares ainda serão analisados em nosso trabalho, a exemplo dos parâmetros citogenotóxicos e mutagênicos, para testar os efeitos visuais acentuados da interação do óleo de neem e o glifosato, inicialmente observado, no desenvolvimento morfológico e externo das raízes de *A. cepa*.

A toxicidade tanto do glifosato quanto do óleo de neem é uma preocupação crescente, dado o impacto potencial desses produtos no meio ambiente e na saúde humana. O glifosato, amplamente utilizado como herbicida, tem sido associado a efeitos adversos como a contaminação de ecossistemas e risco à saúde humana, com estudos sugerindo a possibilidade de desenvolvimento de doenças crônicas, incluindo câncer (MESNAGE *et al.*, 2015; BARGANSKA & NAMIESNIK, 2010). Sua persistência no ambiente e capacidade de se acumular em organismos não-alvos reforçam os riscos do seu uso indiscriminado.

Por outro lado, o óleo de neem, embora considerado uma opção mais ecológica, também apresenta riscos, especialmente quando utilizado em excesso. Seu efeito residual é curto, mas o uso contínuo pode levar ao acúmulo no ambiente, prejudicando organismos benéficos, como parasitoides naturais, e afetando negativamente as plantas, dependendo da dose aplicada e da espécie (MORAES *et al.*, 2016; VENZON *et al.*, 2016). Ambos os produtos destacam a importância de um manejo adequado para mitigar os impactos ambientais e de saúde associados ao seu uso.

CONCLUSÕES

Embora o óleo de neem tenha menor toxicidade para organismos não-alvo, sua combinação com glifosato pode intensificar os efeitos fitotóxicos, como inicialmente observado no teste *A. cepa*. As alterações, como hipertrofia do meristema apical e desorganização do crescimento das raízes, apontam para induções de anormalidades nos processos celulares.

REFERÊNCIAS

BARGANSKA, Z; NAMIESNIK, J. Pesticide analysis of Bee and Bee product samples, **Crit. Rev. Anal. Chem.**, v. 40, p. 159–171, 2010.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Glifosato prossegue sob análise na Anvisa**. Disponível em: www.gov.br/anvisa. Publicado em 04 jul. 2022. Acesso em: 20 nov. 2024.

HENNEBERG, R.; SANCHES, M. P. **O impacto ambiental e os riscos à saúde associados ao uso de herbicidas na agricultura brasileira**. Revista Brasileira de Saúde e Ambiente, v. 15, n. 3, p. 45-60, 2020.

MESNAGE, R.; DEFARGE, N. et al. Potential toxic effects of glyphosate and its commercial formulations below regulatory limits. **Food and Chemical Toxicology**. v.84, p. 133-153, 2015.

MITTEREGGER JÚNIOR, H. et al. Evaluation of genotoxicity and toxicity of water and sediment samples from a Brazilian stream influenced by tannery industries. **Chemosphera**. v.67. p.1211-1217, 2007.

MORAES, R. F. **Agrotóxicos no Brasil: Padrões de uso, políticas de regulação e prevenção da captura regulatória**. Brasília: Ipea, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9371>. Acesso em: 28 ago. 2024.

VAN BRUGGEN A. H. C. et al. Environmental and health effects of the herbicide glyphosate. **Sci Total Environ**. v.616–617, p.255–268, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969717330279?via%3Dihub>. Acesso em: 07 out. 2024.