TOXICIDADE DA ABAMECTINA EM SUBDOSES, DOSES DE CAMPO E SUPERDOSAGEM: EFEITOS NA SOBREVIVÊNCIA DE *EISENIA ANDREI*

Lucas Rodrigues Fraga, Victor Ventura de Souza, Francisco Almança Trujillo, Flavia Azevedo Barbosa da Silva, Letícia Nunes Marques, Tatiana da Silva Souza

Universidade Federal do Espírito Santo, Campus de Alegre, Alto Universitário, s/n, Bairro Guararema – 29500-000 – Alegre-ES, Brasil, lucas.r.fraga@edu.ufes.br, victor.ventura@ufpe.br, francisco454748@gmail.com, flavia.a.silva@ufes.edu.br, leticia.n.marques@edu.ufes.br, tatiana.s.souza@ufes.br

Resumo
Este estudo avaliou a toxicidade aguda do nematicida abamectina sobre a sobrevivência da minhoca *Eisenia andrei* em solo natural. Os organismos foram expostos por 14 dias a cinco concentrações de abamectina correspondentes a ¼, ½, 1×, 2× e 4× a dose de campo recomendada para a cultura do café (0,018 g i.a./L), além do controle. Os resultados indicaram que a abamectina não causou mortalidade significativa nas frações menores e na dose de campo. Contudo, observou-se efeito letal significativo nas concentrações de superdosagem. Conclui-se que, embora a dose recomendada não seja letal a curto prazo, o acúmulo do agrotóxico representa grave risco ecológico à macrofauna edáfica, evidenciando a necessidade de futuras investigações sobre efeitos subletais e crônicos.

Palavras-chave: Agrotóxico, Ecotoxicologia Terrestre, Nematocida, Mortalidade.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias – Agronomia

Introdução

A abamectina figura entre os agrotóxicos mais comercializados no Espírito Santo, sendo empregada no controle de ácaros, tripes, nematóides e insetos sugadores em culturas de relevância econômica, como café, pimenta-do-reino e hortaliças (IBAMA, 2023). Apesar de sua eficiência agronômica, o composto apresenta toxicidade e efeitos adversos documentados sobre organismos não-alvo. Souza e Guimarães (2022) relatam que a abamectina induz alterações fisiológicas, citogenéticas e oxidativas em plantas, incluindo inibição do crescimento radicular, formação de micronúcleos e aberrações cromossômicas. Em invertebrados edáficos, o inseticida afeta parâmetros populacionais, reduzindo a oviposição, aumentando a mortalidade de imaturos e causando efeitos subletais neurotóxicos que interrompem a alimentação, locomoção e reprodução.

Além dos efeitos sobre a fauna e flora, a abamectina altera a estrutura e o funcionamento da comunidade microbiana do solo. O composto modifica a composição de filos dominantes, desestabiliza redes microbianas e estimula a expansão de genes de resistência a antibióticos (Qiu et al., 2022). Tais evidências indicam a necessidade de avaliar seu comportamento e toxicidade em solos tropicais, especialmente em áreas de intensa atividade agrícola, como o Sul do Espírito Santo.

Nesse contexto, a realização de testes de mortalidade (toxicidade aguda) constitui uma etapa primária para a avaliação de risco ambiental sobre a sobrevivência da fauna edáfica. Além de estabelecer parâmetros de letalidade nas condições específicas dos solos expostos ao nematicida para a cultura do café, os dados de mortalidade são necessários para definir as concentrações adequadas para a investigação de efeitos subletais e crônicos, fornecendo subsídios quantitativos para o manejo agrícola e a regulamentação ambiental.

Para a condução desses ensaios, a minhoca da espécie *Eisenia andrei* é adotada como organismo-modelo padrão. A escolha desta espécie fundamenta-se em diretrizes internacionais (OECD, ISO) e nacionais (ABNT), devido à sua alta sensibilidade a contaminantes e facilidade de padronização em laboratório. Ecologicamente, as minhocas são essenciais para a manutenção da qualidade do solo, atuando na ciclagem de nutrientes e na estruturação da terra. Como possuem uma epiderme altamente permeável e ingerem grandes quantidades de solo, a *E. andrei* fica diretamente exposta aos agrotóxicos presentes na matriz edáfica. Portanto, sua utilização em testes de ecotoxicologia terrestre

fornece respostas rápidas e confiáveis sobre a biodisponibilidade e o impacto letal de compostos como a abamectina, servindo como um excelente bioindicador da saúde do ecossistema.

Metodologia

Concentração do agrotóxico e ensaio de mortalidade

O composto utilizado nos ensaios foi o nematicida Vertimec 18 EC®, formulado com o ingrediente ativo abamectina na proporção de 18 g/L (1,8% m/v). A definição das concentrações-teste baseou-se na recomendação de bula para a cultura do café, que preconiza a aplicação de 400 mL do produto comercial por hectare diluídos em um volume de calda de 400 L/ha, estabelecendo a concentração de campo de referência em 0,018 g de ingrediente ativo por litro (g i.a./L). A partir desta dose de referência, o delineamento experimental foi estruturado com cinco concentrações aquosas crescentes para avaliar a curva de dose-resposta: ¼ da dose de campo (0,0045 g i.a./L), ½ da dose de campo (0,0090 g i.a./L), a dose de campo recomendada (0,0180 g i.a./L), 2× da dose de campo (0,0360 g i.a./L) e 4× a dose de campo (0,0720 g i.a./L), além do controle negativo que não consistia em solo contaminado com agrotóxico.

O solo utilizado nos ensaios foi um Latossolo Vermelho-Amarelo coletado em uma área de referência sob manejo agroecológico (Latitude 20°45’49” S, Longitude 41°31’57” W), sem histórico de aplicação de agrotóxicos há mais de 40 anos. O ensaio de toxicidade foi conduzido em estrita conformidade com as diretrizes das normas ASTM E1676-04 e ABNT NBR 15537. O delineamento experimental consistiu no preenchimento de recipientes plásticos circulares com 200 g de solo (teste ou controle), formando uma camada de 6 cm de altura. Em cada recipiente, foram introduzidas dez minhocas, utilizando-se quatro réplicas independentes por tratamento. O monitoramento dos organismos foi realizado no 14º dia de exposição, momento em que se procedeu à quantificação dos indivíduos sobreviventes em cada réplica para a determinação da taxa de mortalidade.

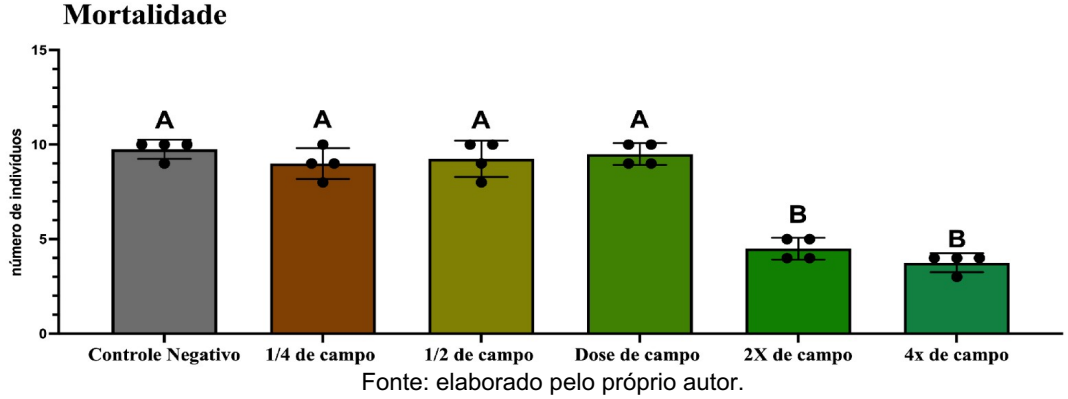
Análise estatística

A análise estatística dos dados obtidos nos ensaios com *E. andrei* foi iniciada com o teste de Shapiro-Wilk para avaliar a normalidade das distribuições. Em seguida, aplicou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, seguido pelo teste de comparações múltiplas de Dunn ($p < 0,05$). A análise foi conduzida comparando as taxas de sobrevivência de cada concentração testada com o respectivo grupo controle, com o objetivo de identificar diferenças estatisticamente significativas. Todas as análises estatísticas e a confecção dos gráficos foram realizadas utilizando o software GraphPad Prism, versão 9.5 (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, EUA).

Resultados

Os resultados obtidos são apresentados na Figura 1.

Figura 1. Efeito da toxicidade aguda da abamectina sobre a sobrevivência de minhocas da espécie *E. andrei* após 14 dias de exposição no solo. Letras distintas (A e B) sobre as colunas denotam diferenças estatísticas significativas entre os grupos, conforme determinado pelo teste de comparações múltiplas de Dunn ($p < 0,05$).



Fonte: elaborado pelo próprio autor.

A análise estatística revelou que as concentrações de ¼ da dose, ½ da dose e a dose de campo não induziram mortalidade significativa em relação ao controle negativo (p > 0,9999). Nesses tratamentos (¼, ½ e dose de campo), a taxa de sobrevivência dos organismos manteve-se alta e estatisticamente igual à do grupo controle.

Em contrapartida, observou-se um efeito letal significativo nas maiores concentrações testadas. A exposição ao dobro da dose de campo (2×) reduziu de forma significativa o número de indivíduos vivos (p = 0,0364). O efeito tóxico foi ainda mais pronunciado na concentração equivalente a 4× da dose de campo, que apresentou a maior taxa de mortalidade do ensaio (p = 0,0069).

Discussão

Os resultados demonstram que a abamectina, na dose de campo e em suas frações (¼ e ½), não apresenta toxicidade aguda para *E. andrei*. Esse padrão assemelha-se ao de outros defensivos, como o biopesticida *Bacillus thuringiensis* (Soares et al., 2020) e a cipermetrina (Sousa e Andréa, 2011), que também não registraram mortalidade de minhocas em concentrações agrícolas. Em contraste, compostos como o metamidofós (Córdova e Deira, 2018) e o clorpirifós (Hrženjak et al., 2009) apresentam elevada toxicidade aguda, causando mortalidade significativa mesmo em doses ambientalmente realistas.

Contudo, a ausência de mortalidade nas menores concentrações não descarta potenciais impactos ambientais, uma vez que a sobrevivência, isoladamente, pode não revelar efeitos subletais decorrentes da exposição à abamectina. Sousa e Andréa (2011) alertam que a cipermetrina, mesmo sem causar mortalidade, induz comportamento de fuga nas minhocas. Além disso, a exposição a doses não letais de organofosforados e outros pesticidas comerciais pode inibir enzimas vitais e comprometer o sucesso reprodutivo de *E. andrei* (Velki e Hackenberger, 2013; Lončarić et al., 2024).

Apesar da segurança aparente na dose recomendada, observou-se um risco agudo severo em cenários de superdosagem. A redução significativa na sobrevivência das minhocas nas concentrações equivalentes ao dobro (2×) e ao quádruplo (4×) da dose de campo evidencia que o acúmulo de abamectina no solo decorrente de aplicações sucessivas ou sobreposição de caldas pode ser fatal para a macrofauna não-alvo.

Conclusão

O presente estudo conclui que a abamectina não apresenta toxicidade aguda letal para a espécie *E. andrei* quando exposta à dose de campo recomendada e às suas respectivas frações ((¼ e ½). Contudo, o agrotóxico demonstra um risco ecológico severo em cenários de superdosagem, causando mortalidade significativa nas concentrações equivalentes ao dobro (2×)) e ao quádruplo (4×) da dose de bula. Esses achados evidenciam que práticas inadequadas de manejo agrícola, que resultem no acúmulo do composto no solo, podem comprometer diretamente a sobrevivência da macrofauna edáfica. Além disso, conclui-se que a sobrevivência dos organismos nas doses agrícolas não assegura a ausência de impactos ambientais, tornando imprescindível a realização de estudos complementares focados em efeitos subletais e crônicos para uma avaliação de risco ecotoxicológico completa.

Referências

Córdova, K. D. P. (2018). Evaluación de riesgo ambiental de los pesticidas metamidofos, alfa-cipermetrina y su mezcla en *Eisenia andrei* [Dissertação].

Hrženjak, R., Zidar, P., Celestina, T. V., et al. (2009). Toxicity of the organophosphorous insecticide chlormephos to the earthworm *Eisenia andrei* and the terrestrial isopod *Porcellio scaber*.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Relatórios de comercialização de agrotóxicos: boletim 2023. Brasília, DF: Ibama, 2023. Disponível em: www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/quimicos-e-biologicos/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos. Acesso em: 25 ago. 2026.

Lončarić, Ž., Lackmann, C., Bjedov, D., et al. (2024). Chronic effects of commercial pesticide preparations on biomarkers and reproductive success in earthworm *Eisenia andrei*. **Environmental Sciences Europe**. doi.org/10.1186/s12302-024-00940-7

OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development. Guideline for testing of chemicals, 222: Earthworm Reproduction Test (*Eisenia fetida*/*Eisenia andrei*). Washington, DC.: OECD, 2016a.

Soares, K. W. P., Mariano, W. d. S., & Paulino, M. G. (2020). Teste de fuga com minhocas (*Eisenia andrei*) em solo natural tratado com biopesticida à base de *Bacillus thuringiensis* para avaliação da qualidade do solo. **Research, Society and Development**, 9(8). doi.org/10.33448/RSD-V9I8.5774

Sousa, A. P. A. d., & Andréa, M. M. (2011). Earthworm (*Eisenia andrei*) Avoidance of Soils Treated with Cypermethrin. **Sensors**, 11(12). doi.org/10.3390/S111211056

Velki, M., & Hackenberger, B. K. (2013). Inhibition and recovery of molecular biomarkers of earthworm *Eisenia andrei* after exposure to organophosphate dimethoate. **Soil Biology & Biochemistry**. doi.org/10.1016/J.SOILBIO.2012.09.018

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES), por meio do fomento PROINFRA (Processo nº 2026-LKG1D). Os autores também agradecem à Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em especial ao Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde (CCENS), pelo apoio institucional e pela infraestrutura disponibilizada para a realização desta pesquisa.