



Avaliação da toxicidade dos agroquímicos Roundup, Gramosil e Fusilade para *Eisenia fetida*

Evaluation of the toxicity of Roundup, Gramosil and Fusilade agrochemicals to *Eisenia fetida*

Guilherme Henrique Berton¹, Anna Karolina Gomes Oliveira², Patricia Aline Bressiani³,
Elisangela Düsman⁴, Eduardo Michel Vieira Gomes⁵

RESUMO

O solo é um recurso essencial para a vida na Terra, mas pode ser degradado por práticas agrícolas intensivas. Agroquímicos como o Glifosato (Roundup®), o Fusilade e o Paraquat (Gramosil®) são usados para aumentar a produtividade agrícola, mas podem causar problemas devido a sua toxicidade. As minhocas, que acumulam e excretam compostos tóxicos, são usadas como um bioindicador para estudar a citotoxicidade do solo. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a toxicidade das concentrações de 0,01%, 0,025% e 0,05% dos agroquímicos Roundup®, Fusilade e Gramosil®, utilizando o teste de fuga com o bioindicador *Eisenia fetida*. As análises estatísticas indicaram toxicidade do Glifosato nas concentrações de 0,01% e 0,025%, do Fusilade na concentração de 0,025% e do Paraquat na concentração de 0,05%. Não foi possível estabelecer um efeito dose-resposta da exposição a estes agroquímicos. Por isso, sugere-se estudos com outras doses a fim identificar os mecanismos de toxicidade destes agroquímicos a este bioindicador animal.

PALAVRAS-CHAVE: Bioindicador, Minhoca, Solo, Teste de Fuga.

ABSTRACT

Soil is an essential resource for life on Earth, but it can be degraded by intensive agricultural practices. Agrochemicals such as Glyphosate (Roundup®), Fusilade and Paraquat (Gramosil®) are used to increase agricultural productivity, but can cause problems due to their toxicity. Earthworms, which accumulate and excrete toxic compounds, are used as a bioindicator to study soil cytotoxicity. The aim of this study was to evaluate the toxicity of 0.01%, 0.025% and 0.05% concentrations of the agrochemicals Roundup®, Fusilade and Gramosil®, using the escape test with the bioindicator *Eisenia fetida*. Statistical analyses indicated the toxicity of Glyphosate at concentrations of 0.01% and 0.025%, Fusilade at 0.025% and Paraquat at 0.05%. It was not possible to establish a dose-response effect of exposure to these agrochemicals. Therefore, studies with other doses are suggested in order to identify the mechanisms of toxicity of these agrochemicals to this animal bioindicator.

KEYWORDS: Bioindicator, Earthworm, Soil, Escape Test.

¹ Bolsista do programa PIPIC da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil. E-mail: gberton@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 1795461488984660.

² Mestranda em Engenharia Ambiental: Análise e Tecnologia Ambiental pela UTFPR (PPGEA). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil. E-mail: annoli@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 2077709013393753.

³ Mestranda em Engenharia Ambiental: Análise e Tecnologia Ambiental pela UTFPR (PPGEA). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil. E-mail: pbressiani@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 6244294104014856.

⁴ Docente no Departamento Acadêmico De Química E Ciências Biológicas. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil. E-mail: edusman@utfpr.edu.br. ID Lattes: 0834228211589445.

⁵ Docente no Departamento Acadêmico Física, Estatística E Matemática. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil. E-mail: eduardogomes@utfpr.edu.br. ID Lattes: 0834228211589445.



INTRODUÇÃO

Devido a taxa populacional crescente, existe a necessidade de uma maior produção de alimentos para atender a humanidade, assim o uso intensivo do solo, incluindo monoculturas e o uso de fertilizantes químicos e agroquímicos, pode levar à degradação da terra (MARCIEL *et al.*, 2017).

Agroquímicos como o Glifosato (Roundup®), Fusilade e Paraquat (Gramosil®) são amplamente utilizados na agricultura. Entretanto, além do seu complexo mecanismo de ação, existem resultados de estudos ambíguos, fazendo com que existam a necessidade mais estudos sobre eles (SUPPA *et al.*, 2020; DINIS-OLIVEIRA *et al.*, 2008).

As minhocas são excelentes bioindicadores para o estudo da citotoxicidade de agroquímicos devido à sua capacidade de acumular e excretar compostos orgânicos tóxicos presentes no solo. Assim, um estudo do comportamento de fuga deste bioindicador fornece uma análise sensível para a avaliação de riscos ecotoxicológicos que os agroquímicos apresentam para o solo (AZEVEDO e CORONAS, 2019; COTTA *et al.*, 2020).

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a toxicidade dos agroquímicos Roundup®, Fusilade e Gramosil® usando o teste de fuga com o bioindicador *Eisenia fetida*.

METODOLOGIA

O princípio do ensaio de fuga é baseado na inserção de dez minhocas adultas num recipiente de ensaio de duas seções onde ficam expostas simultaneamente ao solo de controle e ao solo contaminado (que contém os agroquímicos).

PREPARO DO SOLO ARTIFICIAL

Foi misturado para a formação de um solo artificial: 70% de areia fina peneirada, que previamente foi lavada e seca, 20% de argila de caulim, 10% de fibra coco com formato chips (OECD, 1984). Este solo artificial foi depositado em um recipiente de polipropileno com dimensões de 115x175x132 mm protegido da luz, com uma divisória plástica separando 600 g do solo em duas partes iguais e uma tampa furada.

PREPARO DO SOLO TESTE E CONTROLE

Cada recipiente teve uma parte de seu solo artificial (300 g) molhado com água filtrada para se tornar o solo controle negativo (CO-) e sua outra metade (300 g), separada pela divisória plástica, teve a umidade ajustada para 60% da capacidade de retenção do solo com uma solução dos agroquímicos em estudo, nas concentrações de 0,01% [v/v]; 0,025% [v/v] e 0,05% [v/v]. Além do solo teste com o agroquímico, foi realizado um solo controle positivo (CO+) onde foi utilizado o mesmo solo artificial descrito anteriormente e adicionado uma solução de ácido bórico (1 g H₃BO₃ Kg⁻¹ de solo).

Também foi realizado o teste de controle dual, onde o solo controle negativo foi disposto nas duas seções do recipiente. Esse processo verifica o atendimento a um dos critérios de validação do ensaio: a distribuição homogênea dos organismos nos recipientes-teste, na ausência de contaminantes.



TESTE DE FUGA COM O BIOINDICADOR *Eisenia fetida*

O ensaio de fuga com a minhoca *E. fetida* foi realizado segundo a norma NBR ISO 17512-1 (ABNT, 2011) onde não se fez necessária a aprovação previa do Comitê de Ética. Após o solo artificial controle e teste prontos foi retirada a divisória dos solos e adicionada 10 minhocas da espécie *E. fetida* exatamente na divisão dos solos para que o bioindicador escolha onde ficar. O experimento foi realizado em duplicata.

Depois do período de incubação de 48 horas, o solo teste e o solo de controle são separados novamente através do divisor de plástico e o número de minhocas é determinado em cada seção dos recipientes de ensaio.

A análise dos dados foi realizada em porcentagem da fuga do bioindicador (Equação 1) por amostra de agroquímico.

$$Fuga = \left(\frac{\text{Minhocas encontradas no solo controle} - \text{Minhocas encontradas no solo teste}}{\text{Total de minhocas utilizadas no teste de fuga}} \right) \times 100 \quad (1)$$

O solo é considerado tóxico quando mais que 80% dos organismos expostos preferem o solo controle (fuga >60%). Respostas negativas (ou seja, as minhocas preferem o solo-teste) são consideradas como 0% de fuga.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para averiguar uma significância da resposta dos bioindicadores na fuga foi utilizado o teste estatístico de Fisher unicaudal, utilizando os dados da média juntamente com o desvio padrão do número de organismos encontrados em cada solo do recipiente de cada tratamento e do controle.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

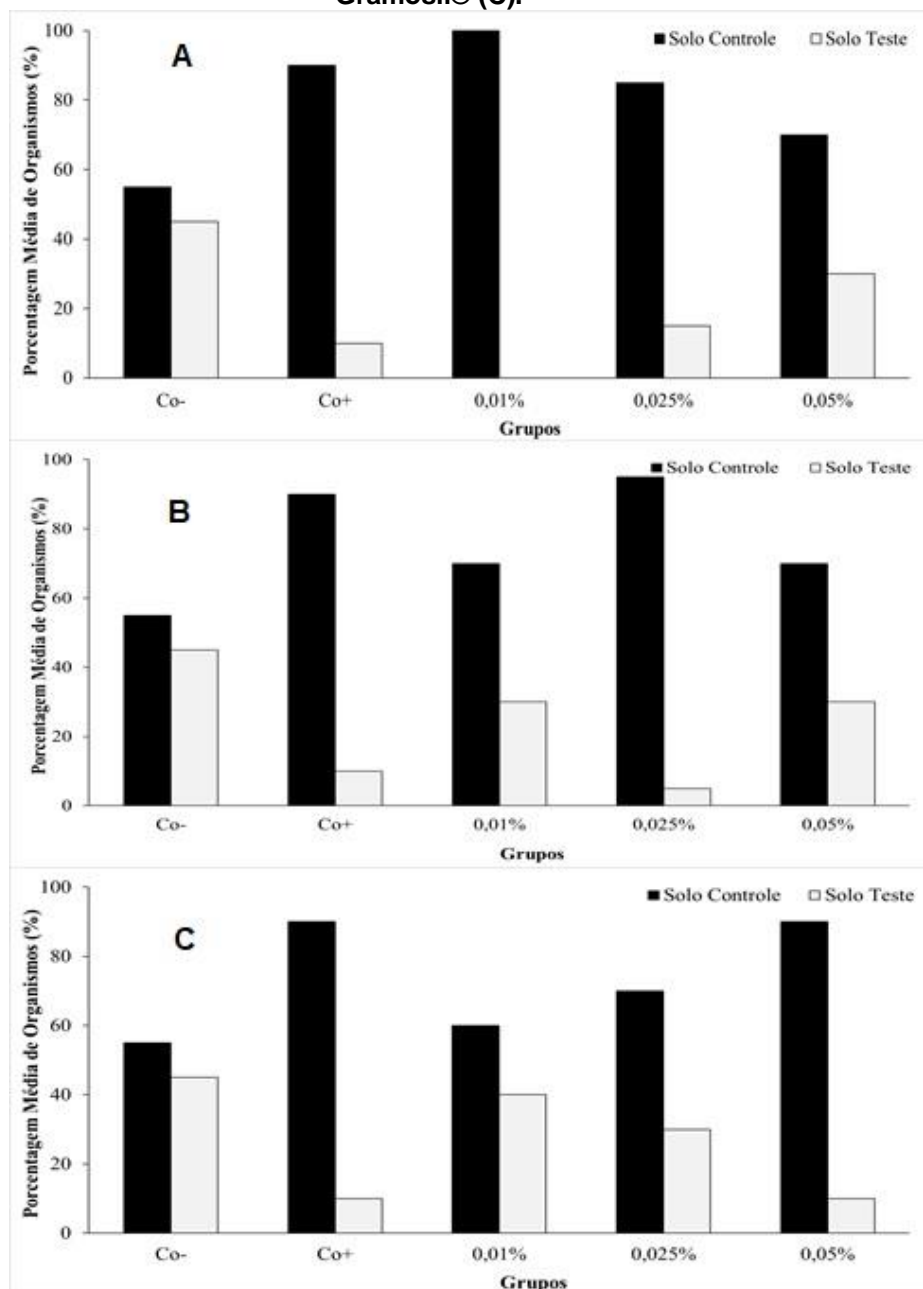
De acordo com os dados da Figuras 1 os experimentos com os diferentes agroquímicos podem ser validados, porque houve distribuição homogênea das minhocas no solo controle negativo (entre 40% e 60%).

De acordo com os dados do teste de fuga dos agroquímicos (Figura 2) nota-se que as menores concentrações avaliadas (0,01% e 0,025%) do Roundup® foram tóxicas, com taxa de fuga acima de 60%. Inclusive, para a concentração de 0,01%, 100% das minhocas fugiram do solo teste, indicando perda de habitat para esta solução. Entretanto, diferente do apresentado por outros autores, como Buch *et al.* (2013), a maior concentração avaliada (0,05%) não apresentou toxicidade (taxa de fuga de 40%) e o experimento não apresentou efeito tóxico dependente da dose.

Para o agroquímico Fusilade a concentração de 0,025% apresentou toxicidade, com taxa de fuga de 90%. Contudo não foi possível estabelecer uma dependência do efeito tóxico com a dosagem pois, a menor concentração testada (0,01%) obteve uma taxa de fuga estatisticamente igual ao da maior concentração (0,05%) com 40% de fuga. De acordo com Gorch-Lira *et al.* (1997) o Fusilade e o Glifosato causaram efeito bacteriostático e fungistático no solo florestal enferrujado em condições de laboratório, com efeito dependente da concentração.



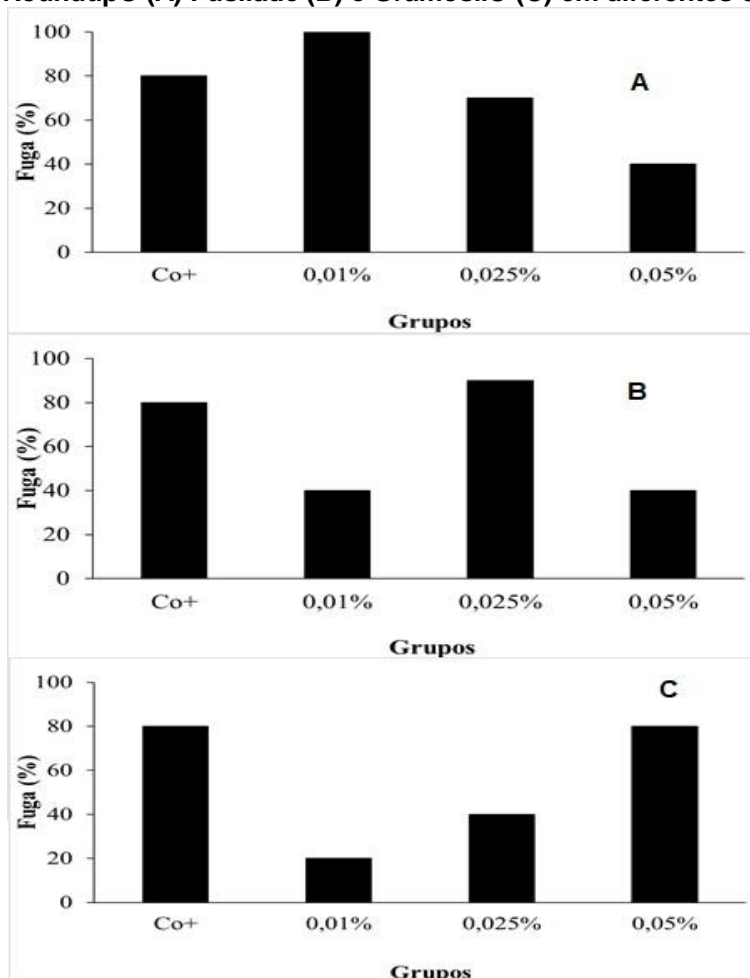
Figura 1 – Porcentagem média de organismos distribuídos nos solos controle e teste para o experimento com as diferentes concentrações do agroquímico Roundup® (A), Fusilade (B) e Gramosil® (C).



Fonte: Autoria própria

Para o Gramocil® estudos mostram sua toxicidade para animais terrestre trazendo a dose média letal para animais como cães, gatos, suínos, bovinos e outros. A ação deste agroquímico é via mecanismos de indução de stress oxidativo e a produção de radicais livres e, este mecanismo o torna eficiente no combate de vegetais sem distinção (ALMEIDA et al., 2007). Assim, é possível estabelecer uma correlação entre a concentração de agroquímico com a fuga da *E. fetida*, tendo a maior concentração (0,05%) uma taxa de fuga de 80%, se igualando ao controle positivo, o que corrobora com os estudos que alertam sobre o perigo ambiental que é o uso de tal agroquímico sem responsabilidade.

Figura 2 – Fuga (%) do bioindicador *Eisenia fetida* da solução de ácido bórico (Co+) e do agroquímico Roundup® (A) Fusilade (B) e Gramosil® (C) em diferentes concentrações.



Fonte: Autoria própria

CONCLUSÃO

Os dados do presente estudo indicam toxicidade dos agroquímicos pelo teste de fuga com o bioindicador *E. fetida* do Roundup® (concentrações de 0,01% e 0,025%), Fusilade (concentração de 0,025%) e Gramosil® (concentração de 0,05%). Sugere-se estudos com outras doses a fim identificar os mecanismos de toxicidade destes agroquímicos a este bioindicador animal.

Agradecimentos

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná por fomentar este trabalho através do Programa PIBIC.

Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.



REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 17512-1. Qualidade do solo – Ensaio de fuga para avaliar a qualidade de solos e efeitos de substâncias químicas no comportamento. Parte 1: Ensaio com minhocas (*Eisenia fetida* e *Eisenia andrei*). Rio de Janeiro: ABNT, 26p., 2011.
- ALMEIDA, G. L.; SCHMITT, G. C.; BAIROS, A. V.; EMANUELLI, T.; GARCIA, S. C. Os riscos e danos nas intoxicações por paraquat em animais domésticos. **Ciência Rural**, v. 37, n. 5, 2007.
- AZEVEDO, A. R.; CORONAS, M. V. Use of avoidance tests with earthworms *Eisenia andrei* e *Eisenia fetida* for identification of pesticides toxicity in Brazil: a brief review of the literature. **Ciência e Natura**, v. 40, p. 18–26, 2019.
- BUCH, A. C.; BROWN, G. G.; NIVA, C. C.; SAUTTER, K. D.; SOUSA, J. P. Toxicity of three pesticides commonly used in Brazil to *Pontosclex corethrurus* (Müller, 1857) and *Eisenia andrei* (Bouché, 1972). **Applied Soil Ecology**, v. 69, p. 32-38, 2013.
- COTTA, J. A. O., LEMOS, G. S., LIMA, E. N. Ensaios ecotoxicológicos de solo contaminado por diesel submetido à degradação pela espécie *Eisenia fetida*. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 2, 2020.
- DINIS-OLIVEIRA, R.J. et al. Paraquat poisonings: mechanisms of lung toxicity, clinical features, and treatment. **Critical reviews in toxicology**, v. 38, n. 1, p. 13-71, 2008.
- GORLACH-LIRA, K.; STEFANIAK, O.; SLIZAK, W.; OWEDYK, I. The response of forest soil microflora to the herbicide formulations Fusilade and Roundup. **Microbiological Research**, v. 152, n. 4, p. 319-329, 1997.
- MARCIEL, R., DUTRA, S., MENDONÇA, M., DE SOUZA, O. Impactos Negativos Do Uso De Agrotóxicos À Saúde Humana. **Revista Brasileira de Geografia Médica e Da Saúde-Hygeia**, v. 13, n. 24, 127–140, 2017.
- OECD - ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT –. Guidelines for the testing of chemicals nº 207: Earthworm acute toxicity test. Paris: OECD. 1984.
- SUPPA, A. et al. Roundup causes embryonic development failure and alters metabolic pathways and gut microbiota functionality in non-target species. **Microbiome**, v. 8, n. 170, 2020.