

AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE AMBIENTAL DO AGROTÓXICO GLIFOSATO EM SOLO UTILIZANDO COMO BIOINDICADOR MINHOCAS DA ESPÉCIE *EISENIA andrei*

BETTINA RODRIGUES MACHADO¹; VANESSA SACRAMENTO CERQUEIRA²

¹Universidade Federal de Pelotas – be_rmachado@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – vscerqueira2@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Em meados da década de 1970, o governo instalou o Plano Nacional de Defensivos Agrícolas, condicionando o crédito rural ao uso obrigatório de agrotóxicos. Rapidamente a maioria dos produtores rurais passou a só produzir com base nesses produtos químicos (CARNEIRO et al., 2012), tornando o sistema de produção agrícola atual dependente da utilização de produtos químicos.

A intensa utilização desses produtos trouxe consigo a preocupação com a contaminação ambiental, visto que, menos de 10% dos agrotóxicos aplicados por pulverização atingem seu alvo e que muitos desses produtos demonstram persistência no ambiente e se acumulam ao longo das cadeias alimentares, alcançando concentrações altas e tóxicas (ALVES FILHO, 2002; FAY e SILVA, 2004). Em vista disto, a avaliação ambiental se faz de suma importância tanto na preservação da qualidade do ambiente como na saúde dos organismos terrestres.

Dentre as formas de se avaliar a contaminação ambiental por produtos químicos, como por exemplo os agrotóxicos, estão os métodos analíticos tradicionais, sendo realizados normalmente por cromatografia (LACORTE e BARCELÓ, 1995; YUN-SUK et al., 1997). Porém, estes métodos exigem mão de obra especializada e apresentam elevado custo operacional, tornando inviável o emprego destas técnicas em larga escala em pequenos laboratórios e/ou para instalações laboratoriais de campo (PERES e MOREIRA, 2003). Assim, a busca por métodos mais simples, de baixo custo e de resposta rápida torna-se extremamente necessária. Os métodos de avaliação ambiental utilizando bioindicadores, tornam-se uma interessante ferramenta, uma vez que podem ser facilmente reproduzidos em larga escala em pequenos laboratórios, fornecem resultados rápidos e não necessitam de grandes quantidades de recursos financeiros. Em específico, o ensaio de comportamento é proposto para testar a qualidade de solos e a toxicidade de substâncias químicas utilizando o organismo terrestre *Eisenia fetida* ou *Eisenia andrei* (minhoca). Esse ensaio pode ser aplicado como um método rápido para determinar a biodisponibilidade de substâncias químicas ou de contaminantes no solo para *E. fetida/ andrei*, em que o comportamento de fuga é usado como indicador (KANASHIRO, 2015).

Assim, o presente trabalho buscou avaliar a toxicidade do herbicida glifosato em solos bem como a menor concentração capaz de causar o comportamento de fuga nos indivíduos-teste *Eisenia andrei*.

2. METODOLOGIA

O ensaio de evitamento tem como finalidade a exposição dos organismos concomitantemente ao solo teste (contaminado) e ao solo controle (não contaminado). O ensaio de evitamento foi realizado conforme a ISO 17512-1

(2007) – *Soil quality- Avoidance test for testing the quality of soils and effects of chemical on behavior. Part 1: Test with earthworms.*

Foi utilizado solo natural, o qual foi coletado no Município de Rio Grande/RS em área sem histórico de aplicação de agrotóxico. O solo foi homogeneizado e peneirado em peneira com 2,00 mm de abertura. Posteriormente, o solo foi desfaunado sob três ciclos de congelamento e descongelamento de 48h/ciclo (LUZ et al., 2008).

A fim de avaliar a toxicidade de solos contaminados com glifosato foram idealizados experimentos com diferentes dosagens. As dosagens de glifosato aplicadas às amostras de solo, foram determinadas com base na bula do produto (Roundup original) e na Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ). Foram montados 4 tratamentos com doses crescentes de glifosato e 2 tratamentos controles (negativo e positivo), conforme mostrado na Tabela 1.

Tratamento	Dose aplicada (mg/Kg)
Controle negativo	0
Controle positivo (H_3BO_3)	0
T1	4000
T2	6000
T3	8000
T4	10000

Tabela 1- Relação das doses de glifosato aplicadas nos ensaios

O tratamento controle negativo consiste em utilizar, em ambos os lados do recipiente, solo sem contaminação, permitindo assim observar a distribuição dos organismos no recipiente e inferir se existem outros fatores que possam estar influenciando a distribuição dos organismos além da substância tóxica. O tratamento denominado controle positivo, utiliza a substância tóxica de referência estabelecida pela ISO 17512-1 (2007), o ácido bórico (H_3BO_3) na concentração de 750 mg.Kg^{-1} em um dos lados do recipiente.

Para a montagem das unidades experimentais, foi inicialmente colocado um divisor de plástico no centro do recipiente e posteriormente foram colocados de um lado do recipiente o solo controle (não contaminado) e do outro o solo teste (contaminado). Em seguida, o divisor foi retirado e 10 minhocas todas adultas e previamente aclimatadas ao solo, com clitelo e peso entre 300 - 600mg foram colocadas na linha divisória entre os dois substratos.

Os tratamentos foram realizados em quintuplicata e mantidos durante 48 horas em condições controladas de temperatura ($20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$), luminosidade (600 lux) e fotoperíodo (12 h luz e 12 h escuro).

Após 48 horas, o divisor foi novamente introduzido nos recipientes e foi feita a contagem do número de minhocas em cada um dos lados. Para determinar a taxa de evitamento foi utilizada a equação proposta pela ISO (2007):

Equação 1

$$A = \left(\frac{C - T}{N} \right) \times 100$$

onde: A = fuga (avoidance), em porcentagem (%); C = número de minhocas no solo controle; T= número de minhocas na amostra; N= número total de minhocas inoculadas (10 em cada recipiente).

A amostra de solo é considerada tóxica para os organismos (habitat limitado) se, mais de 80% dos indivíduos estiverem no compartimento controle (ou

menos de 20% estiverem no solo teste), o que corresponde a mais de 60% de evitamento (Equação 1).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A norma ISO 17512-1 (2007) estabelece que devam ser realizados controles negativo e positivo e que os resultados devem estar dentro da faixa preconizada como aceitável. Assim como, a taxa de mortalidade nas réplicas não deve ser superior a 10%.

No tratamento controle negativo, as minhocas se distribuíram de forma satisfatória visto que apresentaram distribuição de 60%:40% para cada lado. Neste caso considera-se que não houve a manifestação do comportamento de fuga, comprovando não haver preferência por parte das minhocas por um dos lados do recipiente. O controle positivo apresentou distribuição de 80%:20% caracterizando a amostra de solo como tóxica aos organismos.

Quanto aos ensaios com glifosato, todas as concentrações foram configuradas como habitat limitado, conforme mostrado na Figura 1.

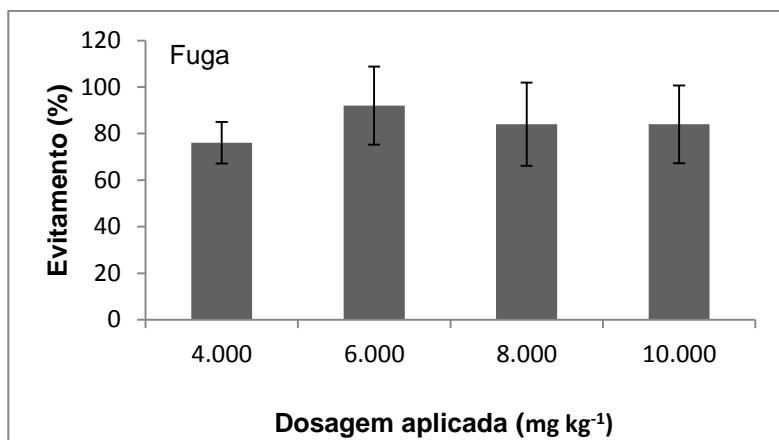


Figura 1- Relação entre a dosagem aplicada de glifosato e a taxa de fuga (média dos tratamentos \pm desvio padrão amostral)

Pode-se notar que o comportamento de fuga não acompanhou o aumento das dosagens aplicadas em solo, tendo a concentração de glifosato de $6.000 \text{ mg. kg}^{-1}$ de solo apresentado a maior taxa de evitamento (92%). As concentrações de 8.000 mg.kg^{-1} e $10.000 \text{ mg.kg}^{-1}$ apresentaram o mesmo índice de fuga ao contaminante (84%). A concentração de 4.000 mg.kg^{-1} foi a que apresentou o menor valor de evitamento ao contaminante (76%).

Foi possível notar mudança comportamental nas minhocas quanto maiores as dosagens de glifosato aplicadas no solo. As minhocas submetidas a menor concentração ($4.000 \text{ mg de glifosato.kg}^{-1}$ de solo) se mostraram mais ativas e dispersas no recipiente. Os organismos presentes nas unidades 8.000 mg kg^{-1} e $10.000 \text{ mg kg}^{-1}$, em sua maioria mostraram ausência ou lentidão nos movimentos e agrupamento em ponto específico.

4. CONCLUSÕES

Os organismos da espécie *Eisenia andrei* demonstraram sensibilidade ao agrotóxico glifosato, evidenciando sua capacidade de detectar e evitar esta substância química quando presente no solo, deste modo podem ser utilizadas para auxiliar no monitoramento ambiental de áreas contaminadas.

A menor concentração testada capaz de causar o comportamento de fuga aos organismos *Eisenia andrei* e que atende aos critérios estabelecidos pela ISO 17512-1 (2007) de habitat limitado foi a concentração de 4.000 mg.kg⁻¹ de solo.

As concentrações de 8.000 mg kg⁻¹ e 10.000 mg kg⁻¹, causaram alterações significativas no comportamento das minhocas *Eisenia andrei* como ausência de movimentos e aglomeração em pontos específicos.

O teste de evitamento com minhocas da espécie *Eisenia andrei* em solo natural contaminado com glifosato se mostrou uma ferramenta eficiente na avaliação de áreas contaminadas, fornecendo respostas precisas em curto período de tempo além de ser um método de fácil operação e de baixo custo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES FILHO, P.J. **Uso de agrotóxicos no Brasil:** Controle social e interesses corporativos. São Paulo: Annablume; Fapesp, 2002.

CARNEIRO, F. F.; PIGNATI, W.; RIGOTTO, R. M.; AUGUSTO, L. G. S.; RIZOLLO, A.; Muller, N. M.; ALEXANDRE, V. P.; Friedrich, K.; MELLO, M. S. C. Dossiê ABRASCO – **Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde.** ABRASCO, Rio de Janeiro, abril de 2012. 1ª Parte. 98p.

FAY, E.F.; SILVA, C.M.M. de S. Comportamento e destino de agrotóxicos no ambiente solo-água. In: SILVA, C. M. de S. FAY, E. F. (Eds Técs.) **Agrotóxicos e ambiente.** Brasília: Embrapa informação Tecnológica, 2004. p. 108-143.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. **17512-1.** Soil quality: Avoidance test for testing the quality of soils and effects of chemicals on behavior. Part 1: test with earthworms (*Eisenia fetida* and *Eisenia andrei*). Geneva, ISO, 2007.

KANASHIRO, M.M. **Avaliação da toxicidade do glifosato e da deltametrina em solo.** 2015. 66 f. Monografia. Engenharia Ambiental, Universidade de São Paulo. São Carlos-SP.

LACORTE, S.; BARCELÓ, D. Determination of organophosphorus pesticides and their transformation products in river waters by automated on-line solidphase extraction followed by thermospray liquid chromatography-mass spectrometry. **Journal of Chromatography**, Vol. 712, nº 1, p. 103-112, 1995.

NATAL DA LUZ, T.; AMORIM, M.J.; ROMBKEC, J.; SOUSA, J. P. Avoidance tests with earthworms and springtails: Defining the minimum exposure time to observe a significant response. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, Vol.71, p. 545-551, 2008.

PERES, F.; MOREIRA, J.C. **É veneno ou é remédio?** Agrotóxicos, saúde e ambiente. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2003.

YUN-SUK, O.; MOONHEE, K.; HO-SANG, S. Simultaneous quantification of insecticides including carbaryl in drinking water by gas chromatography using dual electron-capture and nitrogenphosphorus detection. **Journal of Chromatography**, Vol. 769, p. 285-291, 1997.