

AValiação de Características Ecotoxicológicas e Químicas de Fertilizantes Orgânicos para Aplicação Agrícola

Antunes, R. P.¹; Nunes, M. E. T.²; Massukado, L. M.²; Botta, C. M. R.³ e Salati, E.⁴

¹Mestranda, ²Doutoranda-Programa de Pós Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental-EESC/USP. ³Pesquisadora-Núcleo de Estudos em Ecossistemas Aquáticos-CRHEA/SHS/EESC/USP. ⁴KOLTEC – Consultores Associados – Piracicaba – SP.
rpabio@yahoo.com.br

Palavras-chave: fertilizante orgânico, ecotoxicidade, compostagem.

Introdução

Resíduos orgânicos têm sido amplamente utilizados na agricultura brasileira como fertilizante, melhorando as propriedades físicas e químicas do solo e, conseqüentemente incrementando a produtividade e qualidade dos produtos agrícolas, bem como reduzindo os custos de produção. Segundo o Decreto Federal 4.954 (16/12/2004), o adubo produzido na compostagem da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos enquadra-se na categoria de fertilizante orgânico, sendo esse definido como o “*produto de natureza fundamentalmente orgânica, obtido por processos físico, químico, físico-químico ou bioquímico, natural ou controlado, a partir de matérias-primas de origem industrial, urbana ou rural, vegetal ou animal, enriquecido ou não de nutrientes minerais*”.

Apesar de inúmeros benefícios, esses fertilizantes podem apresentar potencial contaminante, como a introdução de elementos tóxicos e/ou patógenos na cadeia alimentar, contaminação do solo e das plantas por metais pesados (OLIVEIRA et al., 2002), salinização do solo (ABREU Jr., 2000), entre outros efeitos adversos.

A caracterização química fornece uma estimativa dos efeitos que a aplicação do fertilizante orgânico pode causar no solo. Entretanto, essa caracterização não é suficiente quando analisada isoladamente, devido à complexidade das interações e efeitos sinérgicos que ocorrem no solo. Além disso, a adoção dos limites máximos estabelecidos nas legislações pode não assegurar a utilização intermitente desses resíduos na agricultura em longo prazo, pois os níveis críticos preconizados são, geralmente, baseados em estudos isolados de cada elemento químico.

Portanto, é imprescindível que haja outros mecanismos que forneçam mais informações sobre a qualidade do fertilizante orgânico para aplicações agrícolas, levando em conta tanto os aspectos de saúde pública quanto de possíveis danos ao ambiente. Ensaio ecotoxicológicos com diferentes espécies são recomendados como uma ferramenta adicional, permitindo atenuar essas limitações e avaliar os riscos ecológicos em solos e outras matrizes (ALVARENGA et al., 2007; MOREIRA et al., 2008). No Brasil, esse tipo de avaliação não tem sido realizado para fertilizantes orgânicos.

O presente estudo teve como objetivo avaliar os possíveis efeitos ecotoxicológicos da aplicação de dois diferentes fertilizantes orgânicos produzidos pelo processo de compostagem a partir da fração orgânica de resíduos sólidos domiciliares e plantas aquáticas utilizadas para tratamento de esgoto domiciliar.

Material e Métodos

Produção do fertilizante orgânico

A compostagem dos resíduos orgânicos foi conduzida em duas leiras com aproximadamente 1,0 X 1,0 X 1,0 m (comprimento X largura X altura) cada, com os tratamentos consistindo de (em volume): T1 – 100% de plantas aquáticas (*Eichhornia*

crassipes, *Pistia stratiotes* e *Lemna*) provenientes de tratamento de esgoto doméstico e T2 – 58% plantas aquáticas (*E.crassipes*, *P. stratiotes* e *Lemna*), 30% de resíduo sólido domiciliar compostável separado previamente na origem e 12% de folhas. Os períodos totais do processo de compostagem foram de 160 (T1) e 90 dias (T2), durante os quais foram monitorados os parâmetros temperatura, umidade e aeração.

Caracterização química e físico-química

Foram realizadas análises químicas e físico-químicas desses fertilizantes: macro e micronutrientes (N, Ca, Mg, P, K, S, Fe, Mn, Cu, Zn), relação C/N, matéria orgânica, capacidade de troca catiônica (CTC) na Embrapa Instrumentação Agropecuária; metais pesados (As, Cd, Pb, Cr, Hg, Ni, Se, Zn) no Instituto Agrônomo de Campinas. Umidade, pH, granulometria, condutividade elétrica (CE), extrato 1:4 (v:v) em água e capacidade de retenção de água (CRA) foram analisados no laboratório do NEEA/CRHEA/SHS/EESC/USP.

Ensaio ecotoxicológicos

Os ensaios ecotoxicológicos com o fertilizante orgânico foram realizados no laboratório do NEEA/CRHEA/SHS/EESC/USP. Os organismos utilizados nos testes foram a minhoca da espécie *Eisenia andrei* e *Daphnia* spp.

Organismos do solo

Os testes de toxicidade aguda com minhocas *Eisenia andrei* foram baseados nas normas OECD 207 (OECD, 1984), ISO 11262-1 (ISO, 1993) NBR 15537 (ABNT, 2007), adaptando-se a quantidade de substrato (250 g) e o número de organismos (5) por réplica. Foram testadas misturas dos fertilizantes orgânicos com o Solo Artificial Tropical (TAS – sigla do nome em inglês, *Tropical Artificial Soil*), proposto por Garcia (2004), nas concentrações de 0%, 25%, 50% e 100%. Foram realizadas três réplicas para cada concentração. A duração do teste foi de 14 dias. A análise estatística dos dados foi realizada por meio do Teste Exato de Fisher.

Organismos aquáticos

Para avaliar o possível impacto ao ecossistema aquático, foram realizados testes de toxicidade aguda com *Daphnia similis*, utilizando-se lixiviado e percolado dos fertilizantes orgânicos. Os ensaios foram realizados conforme ABNT – NBR 12713 de 30/06/2004: “Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com *Daphnia* spp.(Cladocera, Crustacea). Os resultados dos testes, expressos em CE50, 48h, foram calculados através do método estatístico Trimmed Spearman – Karber (HAMILTON, et al.,1977).

Resultados e Discussão

Caracterização química e físico-química

Tabela 1. Matéria orgânica, relação C/N, macro e micronutrientes dos fertilizantes T1 e T2.

	MO	C	C/N	N	Ca	Mg	P	K	S	Fe	Mn	Cu
	%			g/Kg								
				mg/Kg								
T1	38,48	21,38	13,03	16,41	20,2	1,99	6,84	15,19	1,86	29,7	527	29,32
T2	38,74	21,52	9,81	21,95	22,71	2,12	4,69	19,14	1,6	23	220	25,04
Valor típico	50-60*	-	9-18*	18-35*	14-18*	6-12*	2-6*	4-12*	2-5*	-	-	-

*(KIEHL; PORTA, 1979 apud ABREU Jr. et al., 2005, p. 398).

Tabela 2. Metais pesados nos fertilizantes T1 e T2 e teores permissíveis estabelecidos pelas legislações.

	As	Cd	Pb	Cr	Hg	Ni	Se	Zn
T1	<0,5	<0,5	1,7	26,6	<0,5	2,9	<0,5	58
T2	<0,5	<0,5	1,4	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	58
Limite*	10**	3	150	200	1	70	-	300**

*portaria 49, de 25/04/2005; **(ECO-agri – instrução 2001/688/EEC apud HOGG et al., 2002).

Tabela 3. Características físico-químicas dos fertilizantes T1 e T2 e do TAS.

	pH	CE	CTC (mmol/Kg)	CRA (%)
T1	6,15	7,65 mS/cm	135	315
T2	7,15	13,04 mS/cm	538	105,24
TAS	5,72	171,85 uS/cm*	-	99,17

*Extrato 1:5 (m/v).

Ensaios ecotoxicológicos

Organismos do solo

Nos ensaios ecotoxicológicos com minhocas (*E. andrei*), comparando os resultados da mortalidade após 14 dias de exposição em diferentes concentrações dos dois fertilizantes orgânicos verificou-se que o T2 apresentou efeito tóxico em todas as concentrações (Figura 1). O Teste Exato de Fisher mostrou que o T1 não apresenta diferença significativa ($p = 0,05$) em relação ao controle em nenhuma das concentrações. Conclui-se, portanto, que este não apresenta efeito tóxico para os organismos testados. Em relação ao tratamento 2, houve diferença significativa ($p = 0,05$) em todas as concentrações testadas.

Acredita-se que a toxicidade apresentada pelo fertilizante T2 esteja relacionada à alta condutividade elétrica, corroborando com os resultados encontrados para composto de lixo por Alvarenga et al. (2007).

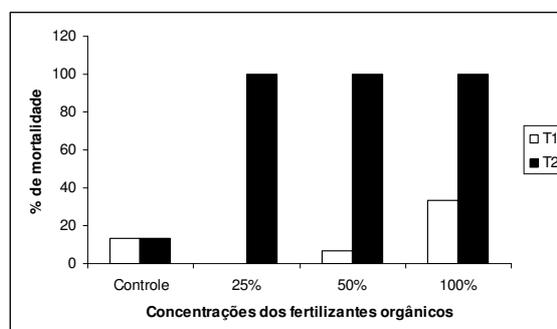


Figura 1. Mortalidade de minhocas *E. andrei* expostas a diferentes concentrações dos fertilizantes orgânicos.

Organismos aquáticos

Nos ensaios realizados com *Daphnia similis* o fertilizante T2 apresentou maior toxicidade em ambas as formas (lixiviado e percolado) em relação ao fertilizante T1 (Figura 2). Os valores de CE50, 48h obtidos para o lixiviado e o percolado do fertilizante T2 foram de 35,35% e 36,6%, respectivamente. Em relação ao fertilizante T1, apenas o percolado apresentou toxicidade aguda, com valor de CE50,48h de 75%.

A condutividade elétrica continua sendo a provável causa dos efeitos adversos nos organismos testados.

Tabela 4. Variáveis medidas para os testes com organismos aquáticos.

	Controle	T1(Percolado)	T2 (Percolado)	T1 (Lixiviado)	T2 (Lixiviado)
pH	7,43	6,78	8,03	7,52	8,41
CE (mS/cm)	1,64	6,66	10,92	6,24	12,24

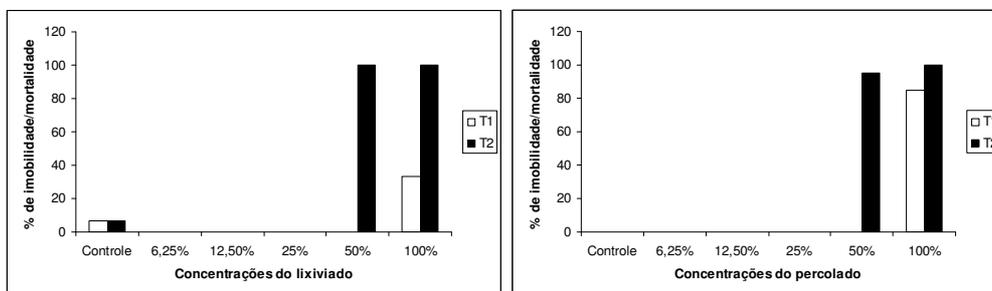


Figura 2. Efeito adverso em *Daphnia similis* expostas às diferentes concentrações do lixiviado (A) e percolado (B) dos compostos orgânico T1 e T2.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15537:** Ecotoxicologia terrestre- Ecotoxicidade aguda - Método de ensaios com minhocas. Rio de Janeiro, 2007. 11p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12713:** Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com *Daphnia* spp (cladocera, crustácea). Rio de Janeiro, 2004. 21p.
- ABREU Jr., C. H. et al. Condutividade elétrica, reação do solo e acidez potencial em solos adubados com composto de lixo. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.24, p.635-647, 2000.
- ABREU Jr., C. H. et al. Uso agrícola de resíduos orgânicos potencialmente poluentes: propriedades químicas do solo e produção vegetal. **Tópicos Ci. Solo**, v.4, p.391-470, 2005.
- ALVARENGA, P. et al. Evaluation of chemical and ecotoxicological characteristics of biodegradable organic residues for application to agricultural land. **Environmental International**, v.33, p.505-513, 2007
- GARCIA, M. **Effects of pesticides on soil fauna: development of ecotoxicological test methods for tropical regions.** 2004. 291f. Tese (Doutorado) – Hohen Landwirtschaftlichen Fakultät, Universidade de Bonn.
- HAMILTON, M. et al. Trimmed Spearman-Kärber method for estimating median lethal concentrations in toxicity bioassays. **Environmental Science Technology**. v.11, n.7, p.714-719, 1997.
- HOGG, D. et al. **Comparison of compost standards within the EU, North American and Australasia.** Oxon, The Waste and Resources Action Programme-WRAP. 97p., 2002.
- ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 11262-1. Soil quality: effects of pollutants on earthworms (*Eisenis fetida*). Part 2: Determination of acute toxicity using soil substrate.** Genebra: ISO. 1993.
- MOREIRA, R.; SOUSA, J. P.; CANHOTO, C. Biological testing of a digested sewage sludge and derived composts. **Bioresource Technology**, 2008. No prelo.
- OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC DEVELOPMENT. **Guideline for Testing of Chemicals n. 207:** Earthworm Acute Toxicity Test. Paris: OECD. 1984.
- OLIVEIRA, F. C. **Disposição de “resíduo orgânico” e composto de lixo urbano num Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar.** 2000. 247f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.