

BIOATIVIDADES DAS PROTEASES E ARILSULFATASES EM SOLOS TRATADOS COM BIODISSÓLIDOS E CULTIVADOS COM GIRASSOL

Magno José Alves¹, Leyser Rodrigues Oliveira¹, Elder Lasmar Gontijo¹, Viviane Tavares Campos¹, Liziane Figueiredo Brito², Valéria Peruca de Melo², Wanderley José de Melo², Gabriel Maurício Peruca de Melo³

Engenharia Ambiental, Centro Universitário de Formiga, Formiga (MG)¹, Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal (SP)², Universidade Camilo Castelo Branco, Descalvado (SP)³.

Recebido em: 15/08/09 Aceito em: 05/10/09 Publicado em: 04/06/10

RESUMO

O uso de biodissólidos têm se mostrado como uma solução adequada do ponto de vista técnico, econômico e ambiental. Os principais riscos ambientais relacionados ao uso de biodissólidos são aqueles representados pelos riscos de poluição das águas e, sobretudo, pelos metais pesados. O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação de biodissólidos sobre as bioatividades das proteases e arilsulfatases, verificando a possibilidade de utilizá-las como indicadoras da qualidade do solo. O estudo foi realizado em um experimento de sete anos de duração com o intuito de se comparar os efeitos de doses crescentes (0; 2,5; 10 e 20 t ha⁻¹) de biodissólidos proveniente da ETE da SABESP de Barueri (SP), sobre a bioatividade enzimática de um Latossolo Vermelho eutrófico (LVE) e de um Latossolo Vermelho distrófico (LVd), cultivados com girassol. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco repetições. Amostras do solo foram coletadas na profundidade 0-0,20 m aos 60 dias após a emergência das plântulas. Os resultados mostraram que as doses crescentes do biodissólidos promoveram o aumento da bioatividade enzimática do solo, decrescendo nas doses maiores em função da toxicidade de metais pesados contidos nestes resíduos.

Palavras-chave. Bioatividade enzimática; qualidade do solo; biodissólidos.

1. Introdução

A concentração de grandes populações urbanas tem gerado uma elevada produção de resíduos domiciliares e industriais, que, via de regra, tem causado deterioração da qualidade do ambiente, aumentando os níveis de poluentes, especialmente no solo. Entretanto, apesar de já existirem grandes áreas contaminadas no mundo, parte destes resíduos, como os biodissólidos, podem ter boas aplicações, desde que se conheçam suas propriedades e se possa estimar qual será seu comportamento no solo. A adição destes resíduos, entretanto, pode comprometer significativamente o desenvolvimento das plantas pela adição de metais pesados, os quais são elementos tóxicos ao meio ambiente. Tais elementos podem alterar a bioatividade de diversas enzimas, como as proteases e arilsulfatases, o que as habilitam como indicadoras da qualidade do solo.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da adição de doses crescentes de biodissólidos sobre as bioatividades das proteases e arilsulfatases, em dois Latossolos cultivados com girassol, utilizando-

os como parâmetros na avaliação da qualidade do solo.

Fundamentação Teórica

Dentre as várias enzimas do solo, as proteases e arilsulfatases destacam-se quanto à sua suscetibilidade em relação às alterações do meio. Assim, vários trabalhos têm mostrado que a bioatividade das proteases varia em função da dose de composto utilizado. Crecchio et al. (2004), por exemplo, verificaram que a bioatividade das proteases aumentou levemente com o uso de 12 t ha⁻¹ de biodissólidos, mas foi significativamente reduzida com a dose de 24 t ha⁻¹, o que, segundo o autor, pode ser atribuído ao efeito tóxico dos metais pesados presentes, anulando qualquer acréscimo da bioatividade enzimática.

Segundo Tabatabai & Bremner (1970), as arilsulfatases são enzimas sintetizadas por microorganismos heterotróficos aeróbicos ou não, fungos e vegetais que as liberam por meio de exsudados radiculares ou após a morte e lise das células das raízes. Em trabalho de revisão, Brito (1999) afirmou que a bioatividade

das arilsulfatases é fundamental do ponto de vista ambiental, uma vez que é responsável pela transformação das formas orgânicas de enxofre em formas inorgânicas, disponíveis para as plantas, influenciando, portanto, no desenvolvimento destas.

2. Materiais e Métodos

O estudo foi conduzido na área experimental da UNESP, campus de Jaboticabal (SP). O experimento foi instalado em um Latossolo Vermelho eutroférico (LVe) e um Latossolo Vermelho distrófico (LVd), ambos cultivados com girassol. Os bio sólidos utilizados no experimento foram obtidos na ETE da SABESP de Barueri (SP). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 4 tratamentos e 5 repetições, sendo instalado em parcelas de 60 m² (6 x 10 m), utilizando-se indicações técnicas para cultivo no Estado de São Paulo (RAIJ et al., 1996). Aplicaram-se os bio sólidos na superfície, incorporando-os ao solo por meio de gradagem leve, adicionando-se, posteriormente, fertilizante mineral nas testemunhas (0 t ha⁻¹). As amo-

stras de TFSA foram retiradas na profundidade 0-0,20 m aos 60 dias após o início da emergência das plântulas, coletando-se 10 amostras simples por parcela, sendo, então, reunidas e homogêneas a fim de constituir a amostra composta utilizada.

A bioatividade das proteases nas amostras foi determinada empregando-se a metodologia proposta por Alef & Nannipieri (1995) e a bioatividade das arilsulfatases, a metodologia desenvolvida por Tabatabai & Bremner (1970). Os dados obtidos foram tabulados, calculados e submetidos à análises estatísticas com o auxílio do software SAS (*Statistical Analysis Systems*). Foram ajustadas equações de regressão entre os valores das bioatividades das proteases e arilsulfatases e as doses de bio sólidos.

3. Resultados

No Quadro 1 estão apresentadas as equações de regressão ajustadas. Em todos os casos, observa-se que houveram correlações lineares.

Quadro 1. Equações de regressão entre a bioatividade enzimática e as doses de bio sólidos para Latossolo Vermelho eutroférico e Latossolo Vermelho distrófico.

ENZIMA	Solo	EQUAÇÃO	R ²
Protease	LVe	$Y = 66,7578 + 5,8259 x - 0,1897 x^2$	56,07
	LVd	$Y = (66,7528 + 14,3004) + 5,8259 x - 0,1897 x^2$	
Arilsulfatase	LVe	$Y = 6,5008 + 0,8016 x - 0,0433 x^2$	48,63
	LVd	$Y = (6,5008 + 5,9110) + 0,3929 x - 0,0330 x^2$	

4. Discussão

No LVd, a bioatividade da proteases e da arilsulfatases foi superior ao LVe, conforme pode ser visto na Figura 1. Vários trabalhos relatam que a bioatividade enzimática pode estar ligada à fertilidade natural do solo, fato este que pode essa diferença no comportamento das enzimas em relação ao solo. Entretanto, Melo et al. (2002) observaram que a aplicação de fertilizante orgânico causou aumento na bioatividade das proteases, principalmente na camada de 0-0,10 m. Esses resultados denotam que existem comportamentos distintos para cada enzima em função do solo e de sua fertilidade, seja esta natural ou promovida pela ação antropogênica. Independentemente do solo, observou-se, neste experimento, uma tendência de aumento na bioatividade enzimática com aumento da dose de bio sólidos, o que corrobora com os resultados obtidos pelos autores anteriormente citados.

O efeito da aplicação das doses crescentes de bio sólidos para a bioatividade da proteases foi o mesmo para ambos os solos. Analogamente aos trabalhos de Crecchio et al. (2004), verificou-se que o aumento da bioatividade das proteases declinou após o

uso de doses acima de 15 t ha⁻¹ para ambos solos, podendo isto ser atribuído ao efeito tóxico dos metais pesados presentes nos bio sólidos utilizados, reduzindo a bioatividade microbiana, apesar da maior adição de matéria orgânica. O maior incremento na bioatividade das proteases foi observado para as doses de bio sólidos situadas entre 10 t ha⁻¹ e 15 t ha⁻¹, declinando sensivelmente nas doses maiores. Para as arilsulfatases, a maior bioatividade foi observada na dose de 5 t ha⁻¹ de bio sólidos, declinando para doses maiores, notadamente no LVd. Entretanto, conforme o Quadro 1, nesta análise deve-se levar em conta o valor de R² significativamente mais baixo que o valor encontrado para as proteases. Os resultados obtidos por Crecchio et al. (2004) e Brito (1999) também foram semelhantes aos obtidos para as arilsulfatases, mostrando efeito positivo da aplicação de bio sólidos sobre a ação destas enzimas, bem como sua susceptibilidade ao efeito tóxico dos metais pesados em doses superiores.

A Figura 1 mostra o efeito da aplicação de doses crescentes de bio sólidos sobre as bioatividades das proteases e arilsulfatases nos dois solos estudados.

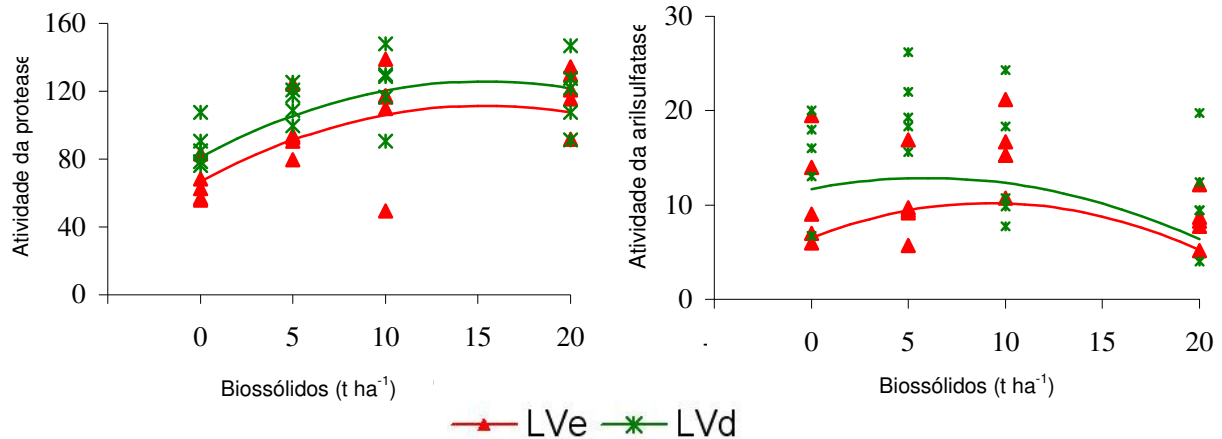


Figura 1. Equações de regressão obtidas entre os valores da bioatividade das proteases (mg tirosina kg⁻¹h⁻¹) (esquerda) e arilsulfatases (mg p-nitrofenol sulfato de K e m kg⁻¹h⁻¹) (direita) e doses de biossólidos (t ha⁻¹) para o Latossolo Vermelho eutroférico e Latossolo Vermelho distrófico.

5. Conclusões

De maneira geral, as doses crescentes de biossólidos promoveram o aumento da bioatividade enzimática do solo. As bioatividades das proteases e arilsulfatases foram sensíveis às alterações do meio, causadas pela toxicidade promovidas pelos metais pesados presentes nos biossólidos, sobretudo nas doses mais elevadas.

6. Referências

ALEF, K. NANNIPIERI, P. Protease activity. In: ALEF, K.; NANNIPIERI, P. (ed.). *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. New York: Academic Press, 1995. p 313-315.

BRITO, O.R. Efeitos da manipueira nas atividades química, biológica e bioquímica do solo e em plantas de milho. Jaboticabal: UNESP, 125 p. 1999. Tese de doutorado.

CRECCHIO, C.; CURCI, M.; PIZZIGALLO, M.D.R.; RICCIUTI, P.; RUGGIERO, P. Effects of municipal solid waste compost amendments on soil enzyme activities and bacterial genetic diversity. *Soil Biology and Biochemistry*, v. 36, n. 10, 2004. 1595-1605 p.

MELO, W.J.; MARQUES, M.O.; FERREIRA, M.E.; MELO, G.M.P.; MELO, V.P. Chemical properties and enzyme activity in a sewage sludge-treated soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, n. 33, v. 9-10, 2002. 1643-1659 p.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2 ed. Campinas: IAC, 1996. p. 56-59 (Boletim Técnico 100).

TABATABAI, M.A., BREMNER, J.M. Arilsuphatase activity of soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, n. 34, 1970. 225-229 p.