



XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

QUALIDADE BIOLÓGICA DO SOLO APÓS ADIÇÃO DE PÓ DE BALÃO E CULTIVO COM EUCALIPTO: I- ATIVIDADE DE FOSFATASE ÁCIDA E ALCALINA

Giovanna Moura Calazans⁽¹⁾; José Carlos Cruz⁽²⁾; Aline Gomes Teixeira⁽¹⁾; Christiane Abreu de Oliveira Paiva^(2,3); Ivanildo Evódio Marriel^(2,3)

⁽¹⁾ Acadêmico de Engenharia Ambiental, Centro Universitário de Sete Lagoas – UNIFEMM. Avenida Marechal Castelo Branco, nº 2765 - Bairro Santo Antônio - CEP: 35701-242, Sete Lagoas, MG; ⁽²⁾ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo – CNPMS, Rodovia MG 424, km 45 CEP 35.701-970 Sete Lagoas, MG – Brasil; ⁽³⁾ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor de Engenharia Ambiental, UNIFEMM. email: imarriel@cpnms.embrapa.br

Resumo – Siderúrgicas não-integradas a carvão vegetal apresentam elevado potencial poluidor, em razão das significativas quantidades de subprodutos geradas. Dentre estes, o resíduo sólido retirado do coletor de gases do alto forno, conhecido como pó de balão ou charco, classificado como perigoso, tem sido recomendado para incorporação no cultivo de eucalipto, na dosagem máxima de 50 t ha⁻¹. Entretanto, ainda são incipientes as informações a respeito do impacto desse uso sobre a qualidade do solo. O objetivo desse estudo foi avaliar a qualidade biológica do solo após adição de pó de balão e cultivo com eucalipto, através da atividade da fosfatase ácida e alcalina, como bioindicadores. Os tratamentos foram constituídos de cinco doses de pó de balão, equivalentes a 0, 25, 50, 75 e 100 t ha⁻¹, na presença de adubação e de um tratamento com aplicação de 50 t ha⁻¹, sem adubação. As amostras analisadas foram coletadas após 60 dias de cultivo das plantas de *Eucalyptus urograndis*. Os resultados obtidos não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos testados, independente das enzimas e das doses testadas de pó de balão. Concluiu-se que a qualidade biológica, determinada pelas enzimas envolvidas na ciclagem de fósforo no solo, não é afetada com a aplicação de pó de balão em dose de até o dobro da recomendada.

Palavras-Chave: charco; bioindicador; *Eucalyptus urograndis*; qualidade do solo

INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca como um dos maiores produtores mundiais de ferro gusa, sendo o Estado de Minas Gerais responsável por 60% da produção total brasileira. Em Sete Lagoas, encontra-se o principal parque guseiro de Minas, produzindo 28% do total de ferro-gusa do estado, contribuindo com parcela significativa da economia local e regional.

A siderurgia não-integrada a carvão vegetal apresenta elevado potencial poluidor devido às emissões de gases de efeito estufa, materiais particulados e de resíduos líquidos e sólidos gerados. A disposição adequada desses resíduos ainda é um

desafio em razão da presença de metais pesados e poluentes perigosos em sua composição (Mota, 2009; Oliveira e Martins, 2003).

O resíduo sólido retirado do coletor de gases do alto forno, conhecido como pó de balão ou charco, é composto por finos de minério, de carvão vegetal e de fundentes utilizados na produção de ferro gusa e é classificado como resíduo perigoso (Classe I) pelo alto teor de fenóis (Almeida e Melo, 2001; Rocha, 2003).

A cadeia produtiva sustentável de ferro gusa, com mitigação dos passivos ambientais, depende do uso ou disposição adequada dos coprodutos gerados durante este processo industrial. Como alternativas, tem-se recomendado o uso desse resíduo na indústria cerâmica e na agricultura (Amaral Sobrinho, 1992; Montanari et al, 2008). Neste último caso, permite-se sua aplicação no cultivo de eucalipto na dosagem máxima de 50 t ha⁻¹ (DN COPAM 115, 2008). Entretanto, ainda são incipientes as informações a respeito do seu potencial como fontes de nutrientes e corretivos e de sua viabilidade econômica e ambiental, em particular, em relação à qualidade do solo.

Enzimas, de origem microbiológica, estão intimamente relacionadas ao funcionamento dos ecossistemas, pois participam efetivamente da decomposição de resíduos, ciclagem de nutrientes, formação da matéria orgânica, biorremediação de poluentes entre outros. Desse modo, justifica-se o uso destas como índices de qualidade do solo (Dick, 1994; Mendes et al, 2009), que apresentam como vantagem a sensibilidade em detectar alterações no ambiente, principalmente por influência de ações antrópicas (Mendes et al, 2003).

A dinâmica de fósforo (P) no solo é mediada pela atividade de enzimas, como as fosfatases, que catalisam a hidrólise de compostos fosfatados orgânicos com a produção de fósforo solúvel (Nahas, 2002). Assim, torna-se importante conhecer o comportamento da atividade de fosfatases no solo para a compreensão da dinâmica de P orgânico e do papel dos microrganismos neste processo (Mendes e Reis Júnior, 2003).

O objetivo desse estudo foi avaliar, mediante a atividade da fosfatase ácida e alcalina no solo, o impacto da aplicação de pó de balão sobre a qualidade biológica do solo cultivado com eucalipto, na presença de nutrientes adicionado ao solo de cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente de telado no campus do Centro Universitário de Sete Lagoas – MG (UNIFEMM) e no Laboratório de Microbiologia e Bioquímica do Solo do Centro Nacional de Pesquisa Milho e Sorgo, entre os meses de agosto e dezembro de 2010.

Utilizaram-se amostras de um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, fase cerrado, coletadas à profundidade de 0 a 20 cm. O solo foi seco à sombra, destorroado e peneirado e adubado de acordo com resultados da análise química do solo. Depois de homogeneizado, a mistura solo-pó de balão foi transferida para vasos de plástico com capacidade para 5,0 dm³. Em seguida, efetuou-se o transplante de uma muda do clone híbrido de eucalipto (*Eucalyptus urograndis*), com 30 dias de idade. Os tratamentos foram constituídos de cinco doses de pó de balão, equivalentes a 0, 25, 50, 75 e 100 t ha⁻¹, na presença de adubação e de um tratamento com aplicação de 50 t ha⁻¹, sem adubação. Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados, com três repetições. Durante o desenvolvimento das plantas, foram efetuadas, a cada quinzena, aplicações de solução nutritiva constituída de macro e micronutrientes nas concentrações (mg kg⁻¹ solo): N, 60; P, 120; K, 62; Ca, 20; Mg, 30; FTEBr12, 10. A umidade do solo foi mantida em torno de 60% da capacidade campo. Aos 60 dias após de cultivo, efetuou-se a colheita das plantas, sendo coletadas e peneiradas amostras de solo para análise enzimática.

A atividade da fosfatase ácida e alcalina foi determinada conforme método preconizado por Tabatabai (1994), baseada na determinação colorimétrica (400nm) do *p*-nitrofenol liberado pela reação enzimática, após incubação do solo em solução tamponada de *p*-nitrofenilfosfato 0,05M. A concentração de *p*-nitrofenol liberado em cada amostra foi estimada a partir de uma curva padrão com os níveis de 0; 2,5; 5; 7,5 e 10 µg *p*-nitrofenol mL⁻¹. Os resultados obtidos foram expressos em µg *p*-nitrofenol h⁻¹ g⁻¹ solo.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F e as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey (P<0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conhecimento dos impactos de pó de balão sobre as características do solo torna-se importante para a gestão ambiental da cadeia produtiva de carvão vegetal visando a siderurgia de ferro gusa. Neste estudo, utilizou-se a atividade de fosfatases como bioindicadores da qualidade biológica do solo na presença de cinco doses deste resíduo.

De acordo com a análise estatística, não foram detectadas diferenças significativas entre as doses de pó de balão testadas, independente da adubação, para as enzimas fosfatase ácida e fosfatase alcalina (Figura 1 e 2). Estes fatos indicam que a dinâmica de fósforo no solo, e, conseqüentemente, a sustentabilidade do ecossistema são pouco afetadas pela utilização de pó de balão no cultivo de eucalipto, em doses de até o dobro da recomendada.

Os resultados obtidos a partir da atividade da fosfatase ácida variaram entre 2742,4 a 3257,9 µg *p*-nitrofenol h⁻¹ g⁻¹ solo (Figura 1). Essa enzima apresentou valores ligeiramente superiores no tratamento com a dose de 50 t ha⁻¹ (18,80%) na presença de adubo, correspondente a dosagem máxima recomendada, em relação ao tratamento com 50 t ha⁻¹ sem adubação (2742,4 µg *p*-nitrofenol h⁻¹ g⁻¹ solo).

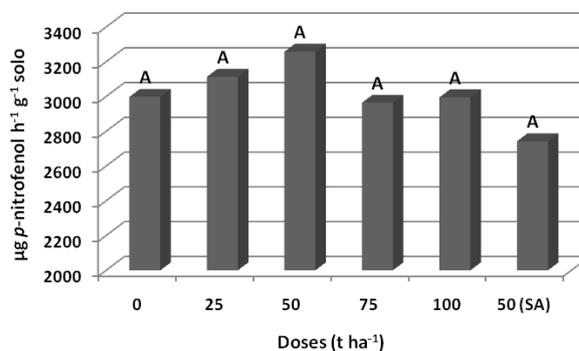


Figura 1. Atividade da fosfatase ácida em cinco doses de pó de balão (0, 25, 50, 75 e 100 t ha⁻¹), na presença de adubação, e em 50 t ha⁻¹, sem adubação (SA). Médias (3 repetições). As médias seguidas pela mesma letra não diferiram pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação à fosfatase alcalina, os valores oscilaram entre 1996,0 a 2267,2 µg *p*-nitrofenol h⁻¹ g⁻¹ solo (Figura 2), sendo este comportamento similar ao observado para a atividade da fosfatase ácida, exceto em relação ao tratamento com a dose de 50 t ha⁻¹ de pó de balão recomendada. Neste caso, observou-se atividade de 2074,5 µg *p*-nitrofenol h⁻¹ g⁻¹ solo, com decréscimo de 2%, em relação ao tratamento sem resíduo.

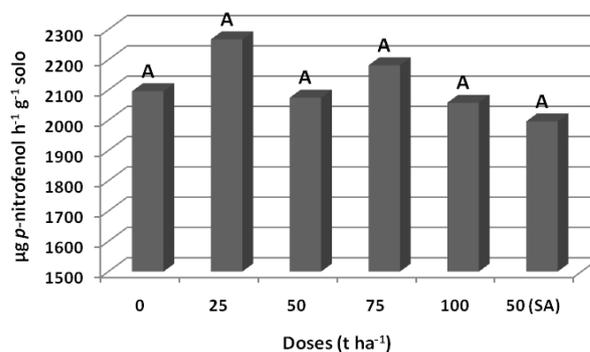


Figura 2. Atividade da fosfatase alcalina em cinco doses de pó de balão (0, 25, 50, 75 e 100 t ha⁻¹), na presença de adubação, e em 50 t ha⁻¹, sem adubação (SA). Médias (3 repetições). As médias seguidas pela mesma letra não diferiram pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De modo geral, os resultados mostram alterações nos valores de atividade das enzimas fosfatase ácida e fosfatase alcalina em solo adubado dependentes da quantidade aplicada. Vale ressaltar que os valores mais elevados para fosfatase ácida foram observados na dosagem equivalente à máxima recomendada (50 t ha⁻¹), todavia sem diferenças

significativas, e com relativa diminuição a partir desta dosagem.

A atividade da fosfatase ácida foi maior que a atividade da fosfatase alcalina, em parte, devido às características de acidez predominante do solo utilizado, de cerrado, como já foi observado por Rojo et al (1990).

Os resultados obtidos nesse estudo corroboram os de Silva (2007), em que não foram detectadas alterações significativas na qualidade de água e de solo em área tratada com pó de balão, com relação aos teores de nutrientes, inclusive de metais pesados. Esses fatos indicam que a utilização do resíduo siderúrgico pó de balão em agroecossistemas florestais constitui-se em forma viável de mitigação de passivo ambiental na indústria siderúrgica, sem provocar alterações significativas na qualidade biológica do solo. Todavia, ainda são necessários estudos pormenorizados dos impactos deste resíduo no ambiente e no crescimento de plantas. Atualmente está bem estabelecido que sistemas de manejo e uso do solo interferem nos atributos do solo, especialmente nos biológicos (Carneiro et al., 2009), cujas alterações são facilmente detectáveis via indicadores microbiológicos, mesmo em curto espaço de tempo após intervenções antrópicas (Brookes, 1995; Mendes et al., 2009).

CONCLUSÕES

A qualidade biológica do solo cultivado com eucalipto, com base na atividade da fosfatase ácida e alcalina como bioindicadores, não sofre impacto negativo do uso de pó de balão, em dose de até o dobro da recomendada.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à FAPEMIG, CNPq, FAPED e Embrapa pelos recursos financiados para a execução do projeto.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. L. B.; MELO, G. C. B. Alternativas de usos e aplicações dos resíduos sólidos das indústrias independentes de produção de ferro-gusa do estado de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21. Anais. João Pessoa, 2001.
- AMARAL SOBRINHO, N.M.B.; COSTA, L.M.; DIAS, I.E.; BARROS, N.F. Aplicação de resíduo siderúrgico em um Latossolo: efeitos na correção do solo e na disponibilidade de nutrientes e metais pesados. REVISTA BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, v.16, p.271-276, 1992.
- BROOKES, D. C. The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals. BIOLOGY AND FERTILITY OF SOILS, Berlin, v. 19, p. 269-279, 1995.
- CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; REIS, E. F. dos; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. de. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. REVISTA BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, v.33, p.147-157, 2009.
- COPAM. Deliberação Normativa nº115. Dispõe sobre a aplicação agrícola do resíduo siderúrgico, denominado

pó de balão, em áreas de plantio de florestas homogêneas de Eucalyptus sp. 2008.

- DICK, R.P. Soil enzymes activities as indicators of soil quality. In: Doran, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A., eds. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison, SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, p.107-124, 1994.
- MENDES, I. C.; HUNGRIA, M.; REIS JÚNIOR, F. B. dos; FERNANDES, M. F.; CHAER, G. M.; MERCANTE, F. M.; ZILLI, J. E. Bioindicadores para avaliação da qualidade dos solos tropicais: utopia ou realidade? Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009.
- MENDES, I. C.; SOUZA, L. V.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C. Propriedades biológicas em agregados de um LE sob plantio convencional e direto no Cerrado. REVISTA BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, v. 27, p.435-443, 2003.
- MENDES, I. C.; REIS JÚNIOR, F. B. Microrganismos e disponibilidade de fósforo (P) nos solos: uma análise crítica. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 26p. (Documentos/Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111; 85)
- MONTANARI, R.; MARQUES JÚNIOR, J.; CAMPOS, M. C. C.; SOUZA, Z. M. de. Caracterização química de resíduos da indústria metalúrgica para fins de uso agrícola. AMBIÊNCIA, v. 4, n.1. Guarapuava, PR: Janeiro/Abril, 2008.
- MOTA, Ana Ceci Franco Vidal. Pólos Mineró-siderúrgicos no Brasil: a contribuição da avaliação ambiental estratégica no caso de Corumbá. Dissertação de mestrado. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2009.
- NAHAS, Ely. Microrganismos do solo produtores de fosfatases em diferentes sistemas agrícolas. BRAGANTIA, v. 61, n. 3, p. 267-275, 2002. ISSN 0006-8705.
- OLIVEIRA, M. R. C.; MARTINS, J. Caracterização e classificação do resíduo sólido "pó do balão", gerado na indústria siderúrgica não integrada a carvão vegetal: estudo de um caso na região de Sete Lagoas/MG. QUÍMICA NOVA, v. 26, n. 1, p.5-9, 2003.
- ROCHA, S. H. F. S. Aproveitamento de resíduos gerados na limpeza dos gases de alto forno através da briquetagem. Belo Horizonte. 150 p. Dissertação Universidade Federal de Minas Gerais, 2003.
- ROJO, M.J.; CARCEDO, S.G.; MATEOS, M.P. Distribution and characterization of phosphatase and organic phosphorus in soil fractions. SOIL BIOLOGY AND BIOCHEMISTRY, Oxford, v.22, n.2, p.169-174, Mar. 1990.
- SILVA, C.S.W. Avaliação ambiental decorrente do uso agrícola de resíduos do sistema de limpeza de gases de uma indústria siderúrgica a carvão vegetal. Viçosa. 98p. Dissertação Universidade Federal de Viçosa, 2007.
- TABATABAI, M. A. Soil enzymes. In: WEAVER, R. W.; ANGLE, J. S.; BOTTOMLEY, P. S. Methods of soil analysis: microbiological and biochemical properties. Madison: SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, p.775-883, 1994.