

Atividade Enzimática em Sistema de Compostagem de Resíduos Agrícolas Associados a Rochas¹

Daiane Cristina Diniz Caldeira², Giovanna Moura Calazans², Ivanildo E. Marriel³

¹ Trabalho Financiado pelo CNPq

² Estudante do Curso de Engenharia Ambiental- UNIFEMM, Bolsistas BIC – JR do Convênio CNPq/Embrapa

³ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo

INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção agrícola brasileiros são eficientes do ponto de vista de produção física, entretanto, são altamente dependentes de insumos importados, e com tendência crescente. Além disso, os fertilizantes químicos utilizam combustíveis fósseis para sua produção, seu transporte e sua distribuição, e, aliados à sua alta solubilidade, apresentam riscos potenciais de contaminação de recursos hídricos superficiais e subterrâneos (ANDRADE et. al, 2009).

Neste contexto, a produção de fertilizantes orgânicos à base de resíduos agrícolas da própria propriedade constitui uma estratégia atraente para obtenção de alta produtividade, com baixo impacto ambiental (FAO, 2004). Esses fertilizantes orgânicos apresentam vantagens comparativas em relação aos químicos nos aspectos físicos e biológicos do solo (KIEHL, 1985), além de facilidade de manejo e de obtenção de matéria-prima de origem animal ou vegetal. Portanto, são relevantes para a produção orgânica e, conseqüentemente, para a agricultura de base familiar, que responde por parcela significativa dos alimentos produzidos no país. Dentre as estratégias para agregar valor aos compostos, destaca-se a fosfocompostagem, que consiste na adição de rochas naturais como fontes de nutrientes durante o processo de compostagem, melhorando a solubilidade e a disponibilidade de fósforo no composto (ALTIERI, 2002; BISWAS; NARAYANASAMY, 2006; BALDOTTO et. al., 2011).

Durante a decomposição de materiais orgânicos, ocorre uma intensa atividade microbiana, que pode ser otimizada por técnica de inoculação com microrganismos selecionados. A atividade microbiana total nestes processos correlaciona-se com a atividade enzimática e o *turnover* de nutrientes no composto (NAHAS et al., 1994; MENDES et. al., 2009). De modo geral, as enzimas de origem microbiana representam um papel fundamental como bioindicadoras de mudanças ambientais (DICK, 1994). Nestes casos, as fosfatases, um grupo de enzimas capazes de catalisar a hidrólise das moléculas de P orgânico, disponibilizam esse nutriente para as plantas (SYLVIA et al., 1999; NANNIPIERI et al., 2011), refletindo o funcionamento eficiente do processo de decomposição de resíduos orgânicos. Este trabalho teve como objetivo avaliar a dinâmica da atividade das enzimas fosfatases ácida e alcalina durante compostagem de bagaço de cana moído, esterco bovino, vinhaça e enxofre elementar adicionado de rochas e inoculantes, como indicadora do *turnover* de fósforo neste processo.

METODOLOGIA

A produção dos compostos organominerais foi realizada em galpão coberto da Embrapa Milho e Sorgo (CNPMS), Sete Lagoas, MG. Os tratamentos foram constituídos a partir de 14 combinações de resíduos agrícolas (bagaço de cana-de-açúcar, esterco bovino, vinhaça, enxofre elementar), com rocha potássica (Verdete do Cedro de Abaeté, MG) e rocha fosfática (Itafós da região de Campos Belos, GO), nas proporções de 50 e 100 Kg m⁻³ e inoculantes de

microrganismos solubilizadores de potássio e fósforo (comercial e preparado na própria Unidade com microrganismos multifuncionais da coleção do CNPMS). As combinações utilizadas foram:

1. Bagaço + Esterco + Vinhaça + Enxofre;
2. Bagaço + Esterco + Vinhaça + Enxofre + Verdete (50) + Itafós (50);
3. Bagaço + Esterco + Vinhaça + Enxofre + Verdete (50);
4. Bagaço + Esterco + Vinhaça + Enxofre + Verdete (50) + Inoculante Comercial;
5. Bagaço + Esterco + Vinhaça + Enxofre + Verdete (50) + Inoculante CNPMS;
6. Bagaço + Esterco + Vinhaça + Enxofre + Verdete (100) + Inoculante CNPMS;
7. Bagaço + Esterco + Vinhaça + Enxofre + Itafós (50);
8. Bagaço + Esterco + Vinhaça + Enxofre + Itafós (50) + Inoculante Comercial;
9. Bagaço + Esterco + Vinhaça + Enxofre + Itafós (50) + Inoculante CNPMS;
10. Bagaço + Esterco + Vinhaça + Enxofre + Itafós (100) + Inoculante CNPMS;
11. Bagaço + Esterco + Verdete (50) + Itafós (50);
12. Bagaço + Esterco + Vinhaça + Enxofre + Verdete (50) + Itafós (50) + Inoculante Comercial;
13. Bagaço + Esterco + Vinhaça + Enxofre + Verdete (50) + Itafós (50) + Inoculante CNPMS;
14. Bagaço + Esterco + Vinhaça + Enxofre + Verdete (100 Kg) + Itafós (100 Kg) + Inoculante CNPMS.

Após 41 dias de incubação, efetuou-se nova adição de bagaço de cana-de-açúcar, a fim de elevar a relação C:N do composto. Amostras dos compostos foram coletadas aos 0, 20, 40, 60, 80 e 100 dias de incubação, peneiradas (malha 2 mm) e conservadas a 4 °C, até momento das análises. A atividade das fosfatases ácida e alcalina no fosfocomposto foi determinada pelo método colorimétrico segundo Tabatabai (1994). Amostras do composto foram incubadas em solução tamponada de *p*-nitrofenilfosfato 0,05M a 37 °C por uma hora. A leitura foi realizada a 400 nm. A concentração de *p*-nitrofenol liberado após reação enzimática 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 composto e as médias submetidas ao teste de Tuckey, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados apresentados constituem parte de atividades de pesquisa desenvolvida no laboratório de Microbiologia do Solo no período 5 de maio de 2011 a 31 de julho de 2011.

A atividade enzimática das fosfatases alcalina e ácida apresentaram comportamento similar durante o processo de compostagem, independentemente dos tratamentos testados (Figura 1). De modo geral, observou-se maior atividade das enzimas aos 20 dias de incubação, seguida de redução até 60 dias e de ligeiro aumento após esse período até os 80 dias, com estabilização até o final do período de avaliado, 100 dias de incubação. Esses resultados evidenciaram que durante o período de compostagem o processo de maturação do composto não atingiu o do estágio final de transformação e estabilização. Os estímulos da atividade destas enzimas associados com compostagem têm sido avaliado em condições de campo, no solo. Vinhal-Freitas et al. (2010) analisaram a atividade enzimática e microbiana em solo tratado com composto orgânico e relataram forte influência da composição do composto com a atividade enzimática. Diferentemente do observado nesse estudo, a atividade enzimática determinada em amostras de solo tem sido relatada que a fosfatase alcalina apresenta menor a atividade que a fosfatase ácida, provavelmente devido à característica de acidez da maioria dos solos brasileiros.

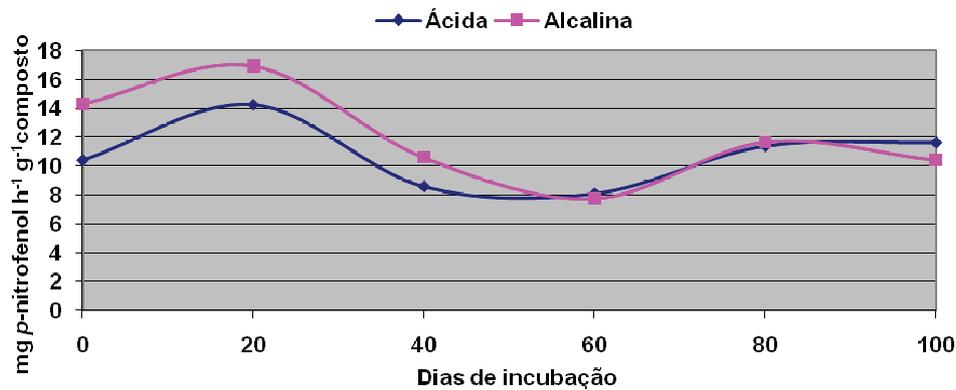


Figura 1. Atividade das fosfatases ácido e alcalina independente dos tratamentos durante os 100 dias de incubação.

Sabe-se que a atividade da fosfatase, em geral, é influenciada pela disponibilidade de P (NANNIPIERI et al., 1979), o que explica, em parte, a alta atividade enzimática observada no período inicial do processo de compostagem, além do aumento da disponibilidade de energia. A reativação das enzimas após os 60 dias de incubação, explica-se pela reaplicação de bagaço de cana, efetuado aos 41 dias, que alterou novamente a relação C/N, dentre outros fatores.

A análise dos tratamentos das fosfatases ácido e alcalina, independentemente da época de amostragem, revelou diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) (Figura 2). Na fosfatase ácido, o tratamento 1 (Bagaço + Esterco + Vinhaça + Enxofre) diferenciou-se significativamente de todos os outros tratamentos avaliados, exceto do tratamento 11 (Bagaço + Esterco + Verdete (50) + Itafós (50)). Esse fato pode ser explicado pela alteração C:P ocasionada pela adição de pó de rocha fosfatada (Itafós) e de microrganismos solubilizadores.

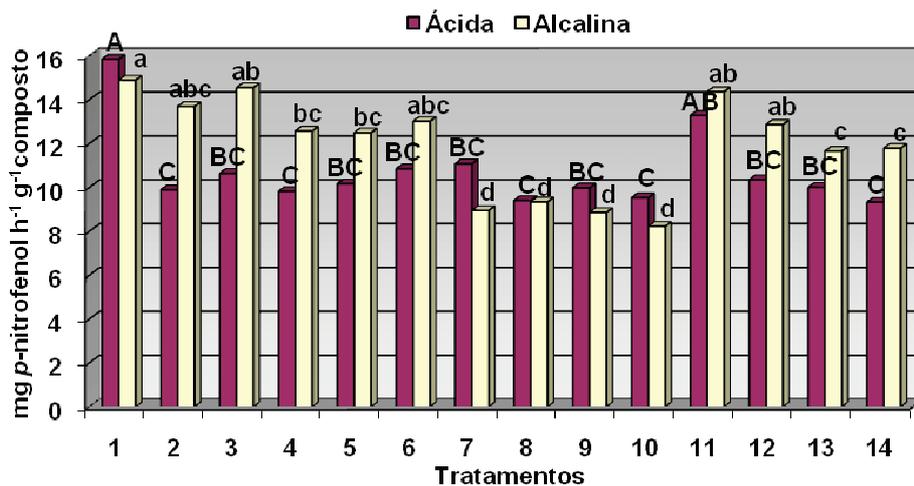


Figura 2. Atividade das fosfatases ácido e alcalinas em 14 combinações de composto, independentemente de época de coleta. As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na fosfatase ácido e minúscula na fosfatase alcalina não diferiram pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A atividade da fosfatase alcalina apresentou maior variação entre tratamentos em relação à ácido, indicando maior sensibilidade para detecção de mudanças no processo de compostagem. O

composto possui pH básico e, por isso, explica-se a melhor detecção das diferenças entre os compostos por esta enzima. Como o tratamento 1 corresponde apenas a mistura básica, percebe-se que a adição de rochas e/ou de inoculantes diminuíram a atividade das enzimas na maioria dos tratamentos. Pode-se especular que a adição de rochas e microrganismos solubilizadores pode ter proporcionado maior disponibilidade de fósforo no composto, o que diminuiu a atividade enzimática, de acordo com os relatos de Nannipieri et al. (1979).

CONCLUSÃO

De acordo com os dados obtidos nesse estudo, fica evidenciado que a enzima fosfatase, especialmente a alcalina, pode ser utilizada como bioindicadora da dinâmica da ciclagem de fósforo, sendo útil para o monitoramento das alterações durante a fosfocompostagem e de seu estágio de maturação e estabilização.

REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária, 2002. 592 p.
- ANDRADE, E. M.; AQUINO, D. N.; CRISÓSTOMO, L. A.; RODRIGUES, J. O.; LOPES, F. B. Impacto da lixiviação de nitrato e cloreto no lençol freático sob condições de cultivo irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, p. 88-95, 2009.
- BALDOTTO, M. A.; GIRO, V. B.; BALDOTTO, L. E. B.; CANELLAS, L. P.; VELLOSO, A. C. X. Initial performance of pineapple and utilization of rock phosphate applied in combination with organic compounds to leaf axils. **Revista Ceres**, São Paulo, v. 58, n. 3, p. 393-401, 2011.
- BISWAS; D. R.; NARAYANASAMY, G. Rock phosphate enriched compost: an approach to improve low-grade Indian rock phosphate. **Bioresource Technology**, Essex, v. 97, p. 2243-2251, 2006.
- DICK, R. P. Soil enzyme activities as indicators of soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Ed.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: Soil Science Society of America, 1994. p. 107-124.
- FAO - Food and Agriculture Organization. **Use of phosphate rocks for sustainable agriculture**. Roma, 2004. 148 p.
- KIEHL, J. E. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.
- 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.
- NAHAS, E.; CENTURION, J. F.; ASSIS, L. C. Efeito das características químicas dos solos sob os microrganismos solubilizadores de fosfatos e produtores de fosfatases. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 43-48, jan./abr. 1994.

NANNIPIERI, P.; GIAGNONI, L.; LANDI, L.; RENELLA, G. Role of phosphatase enzymes in soil. In: BÜNEMANN, E. K.; OBERSON, A.; FROSSARD, E. (Ed.). **Phosphorus in action: biological processes in soil phosphorus cycling**. Berlin: Springer-Verlag, 2011. 2011. cap. 9, p. 215-243. (Soil biology, 26).

NANNIPIERI, P.; PEDRAZZINI, F.; ARCARA, P. G.; PIOVANELLI, C. Changes in amino acids, enzyme activities, and biomass during soil microbial growth. **Soil Science**, Baltimore, v. 127, p. 26-34, 1979.

SYLVIA, D. M.; FUHRMANN, J. J.; HARTEL, P. G.; ZUBERER, D. A. **Principles and applications of soil microbiology**. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 550 p.

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, 1994. p. 775-883.

VINHAL-FREITAS, I. C.; WANGEN, D. R. B.; FERREIRA, A. S.; CORRÊA, G. F.; WENDLING, B. Microbial and enzymatic activity in soil after organic composting. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v. 34, n. 3, p. 757-764, 2010.