

12582 - Dinâmica da Atividade das Fosfatases Ácida e Alcalina em Sistema de Compostagem de Resíduos Agrícolas Associados a Rochas

Dynamic of Acid and Alkaline Phosphatase Activity in Composting of Agricultural Waste Associated to Rocks

CALAZANS, Giovanna Moura¹; MARRIEL, Ivanildo Evódio²; RESENDE, Álvaro Vilela²; BATISTA, Raquel Oliveira³; HICKMANN, Clerio⁴; CRUZ, José Carlos²

1 Acadêmico do Curso de Engenharia Ambiental - UNIFEMM, Bolsista PIBIC do Convênio Fapemig/CNPq/Embrapa/FAPED; 2 Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, imarriel@cnpmis.embrapa.br; 3 MSc. Recursos Hídricos e Ambientais, Bolsista DTI-2/CNPq; 4 Eng. Agrônomo, Bolsista BAT-2/FAPEMIG

Resumo: 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 e alternativa para diminuição da dependência externa de fertilizantes. O objetivo deste estudo foi avaliar a dinâmica da atividade das fosfatases ácida e alcalina durante a compostagem de resíduos agrícolas adicionado de rochas, como indicador do *turnover* de fósforo neste processo. O sistema de compostagem avaliado continha 14 combinações constituídas de uma mistura básica (bagaço, esterco bovino, vinhaça e enxofre), adicionada ou não de dois tipos de rochas (Verdete de Abaeté e Itafós), e na presença ou ausência de dois inoculantes microbianos. A atividade das enzimas foi determinada aos 0, 20, 40, 60, 80 e 100 dias de incubação. Independente da época de amostragem, houve diferenças significativas entre tratamentos para atividade de ambas as enzimas, sendo que a adição de rochas, com ou sem inóculo, à mistura básica do substrato reduziu a atividade microbiana. A dinâmica da atividade das enzimas variou em função do estágio de maturação do composto com valor máximo observado aos 20 dias de incubação, seguido de redução até 60 dias, e de novo aumento até aos 80 dias e estabilização até o final do período avaliado, 100 dias de incubação. Os resultados evidenciaram que as atividades da fosfatase ácida e alcalina são sensíveis às alterações ocorridas durante a compostagem e que este processo não completou o ciclo no período avaliado.

Palavras -Chave: pó de rocha, fosfocompostagem, bioindicador

Abstract: The production of organic fertilizers based on crop residues of the property itself is an attractive strategy to achieve high productivity with low environmental impact and alternative to reduce the dependence of external fertilizers. The aim of this study was to evaluate the dynamic activity of acid and alkaline phosphatases during composting of agricultural waste rock added as an indicator of phosphorus turnover in this process. The composting system evaluated contained 14 combinations of a basic mixture (mulch, manure, vinasse and sulfur), added or not with two types of rocks (Abaete Verdet and Itafós), and in the presence or absence of two microbial inoculants. The enzyme activity was determined at 0, 20, 40, 60, 80 and 100 days of incubation. Without considering the sampling time, there were significant differences between the treatments for the activity for both enzymes. The addition of rocks, with or without the inoculums in the basic mixture of the substrate reduced the microbial activity. The dynamic of the enzymes activities varied according to the maturation stage of the compound with a maximum value observed at 20 days of incubation. There was a reduction from the 20 to 60 days, and another increase up to 80 days and an stabilization by the end of the studied period that was 100 days of

incubation. The results showed that the activity of the alkaline and acid phosphatase can detect changes during the composting and this process did not complete the cycle in the studied period.

Key Words: *rock powder, phospho-composting, bioindicator*

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, transporte e distribuição, e, aliado a 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 a 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, consequentemente, 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 e Narayanasamy, 2006; Baldotto et. al, 2011).

Durante a decomposição de materiais orgânicos, ocorre uma intensa atividade microbiana, que pode ser acelerada por técnica de inoculação com microrganismos selecionados. A atividade total microbiana nestes processos correlaciona-se a com a atividade enzimática e *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, 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 0,05 M 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⁻¹composto e submetidos ao teste de Tuckey, ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

A atividade enzimática das fosfatases alcalina e ácida apresentaram comportamento similar durante o processo de compostagem, independente 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 aos 80 dias, com estabilização até o final do período de avaliado, 100 dias de incubação. Esses resultados evidenciaram que, neste período, o processo de maturação do composto não atingiu o estágio final de transformação e estabilização. Os estímulos da atividade destas enzimas associados com compostagem tem sido avaliado em condições de campo. 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 da fosfatase alcalina foi menor que a atividade da fosfatase ácida, provavelmente, devido à característica ácida do solo avaliado.

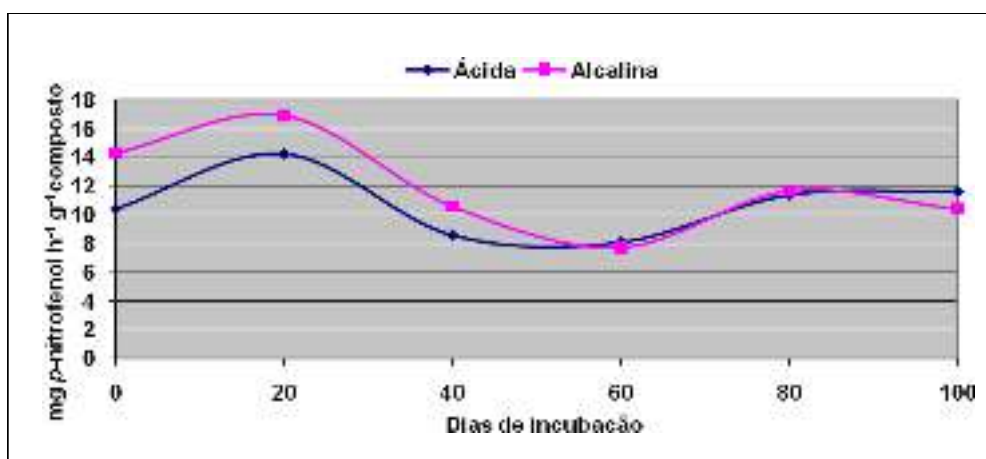


Figura 1. Atividade das fosfatases ácida e alcalina independente dos tratamentos durante os 100 dias de incubação.

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 readição de bagaço de cana, efetuado aos 41 dias, que alterou novamente a relação C/N, dentre outros fatores.

A análise dos tratamentos das fosfatases ácida e alcalina independente da época de amostragem revelou diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) (Figura 2). Na fosfatase ácida, o tratamento 1 (Bagaço + Esterco + Vinhaça + Enxofre) diferenciou 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 pó de rochas e de microrganismos solubilizadores.

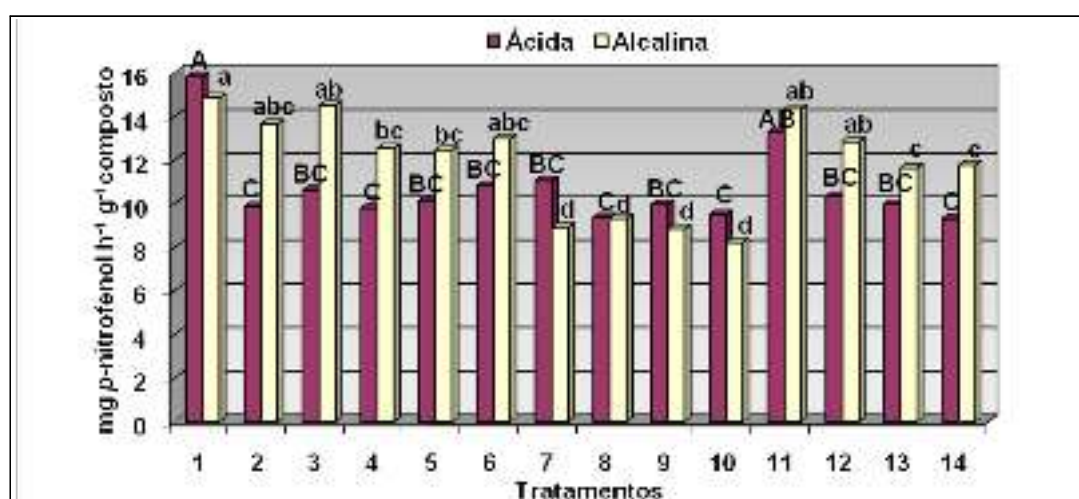


Figura 2. Atividade das fosfatases ácidas e alcalinas em 14 combinações de composto, independente de época de coleta. As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na fosfatase ácida e minúscula na fosfatase alcalina, não diferiram pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A atividade da fosfatase alcalina apresentou maior variação entre tratamentos em relação à ácida, 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). 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.

Agradecimentos

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

Bibliografia Citada

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**, 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**, vol.58, n.3, 2011. p. 393-401. ISSN 0034-737X.

BISWAS; D. R.; NARAYANASAMY, G. Rock phosphate enriched compost: An approach to improve low-grade Indian rock phosphate. **Bioresource Technology**, v. 97. 2006. p. 2243-2251.

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: Phosphorus in action. **Soil Biology**, V. 100, part 2, 2011. p. 215-243

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

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

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.

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** [online]. 2010, vol.34, n.3, pp. 757-764. ISSN 0100-0683.