

Efeito da adubação fosfatada na atividade da fosfatase ácida e alcalina em solos calcários

Juliana Cavalcante de Souza⁽¹⁾; Daniela Queiroz Zuliani⁽²⁾; Teógenes Senna de Oliveira⁽³⁾; Ismail Soares⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Estudante de Pós-Graduação em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal do Ceará, Campus do PICI, CEP 60021-970, Fortaleza, CE, judssy20@hotmail.com. ⁽²⁾ Prof.^a da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Avenida da Abolição, 3 Centro 62790-000 - Redenção, CE, dani_qz@yahoo.com.br. ⁽³⁾ Prof. da Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Solos., Av. Peter Henry Rolfs SN – Centro, 36570-000 - Viçosa, MG, teo@ufv.br. ⁽⁴⁾ Prof. Associado do Departamento de Ciências do Solo, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará. Av. Mister Hull, 2977, Campus do PICI, CEP 60021-970, Fortaleza, CE, soaresufc@hotmail.com.

RESUMO:

O fósforo (P) é elemento essencial ao desenvolvimento das culturas. Por isso, sua carência pode ocasionar diminuição de produtividade. Em condições precárias, os microrganismos e plantas liberam enzimas que mineralizam e solubilizam o P. Tais enzimas são conhecidas como fosfatases ácidas (FAC) e alcalinas (FAL). Este trabalho teve como objetivo determinar as atividades FAC e FAL em solos calcários da região do semiárido do Nordeste. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando quatro classes de solos do Perímetro Irrigado Jaguaribe/Apodi. Em cada solo, foram aplicadas quatro doses de P (0, 10, 20 e 40 mg dm⁻³). Antes e após o cultivo dos solos com milho, avaliaram-se atividade das FAC e FAL. Os resultados demonstraram que a atividade das FAC e FAL foram influenciadas pelas doses de P.

Termos de indexação: atividade enzimática, classes de solo.

INTRODUÇÃO

O fósforo (P) é considerado um elemento essencial para as plantas e se encontra em baixa quantidade nos solos brasileiros (BASTOS et al., 2008). As transformações de formas de P orgânicas em inorgânicas envolvem a hidrólise de ésteres e anidridos do ácido fosfórico, liberando fosfato solúvel. A hidrólise é catalisada por um grupo de enzimas denominadas genericamente de fosfatases que são secretadas pelas raízes das plantas e pelos microrganismos (TABATABAI; NAHAS, 1994).

Essas enzimas são produzidas quando os teores de P solúvel atingem níveis limitantes ao crescimento das plantas e microrganismos. Por outro lado, quando o teor de fósforo for alto, essas enzimas encontram-se menos presentes no solo (NAHAS, 1991), mostrando-se um indicador sensível da biodisponibilidade de P às plantas

(FERNANDES, 1999). A fosfatase ácida (FAC) é produzida por plantas e microrganismos, enquanto a fosfatase alcalina (FAL) origina-se exclusivamente da atividade microbiana (OBERSON et al., 1996). Rojo et al., (1990) verificaram que a FAC predomina em solos ácidos e a FAL em solos alcalinos.

A habilidade da planta em retirar P do solo, em condições de baixo teor desse nutriente, tem sido associada à sua capacidade de acidificar a região da raiz aumentando simultaneamente a atividade da fosfatase (MACLACHLAN, 1980). No entanto, por ser termolábil, pode variar sua atividade de acordo com as características regionais de clima. Esta enzima, em virtude do aumento de temperatura e, conseqüentemente da velocidade de reação, pode ser inativada, ou seja, ter sua configuração alterada para formas de baixa atividade. (PORTES et al., 1988; LINEWEAVER & BURK, 1934).

A FAL é uma fosfomonoesterase de importância na mineralização do P orgânico do solo e os microrganismos são totalmente responsáveis por essa atividade, já que a enzima não é sintetizada pelas plantas (TYLER, 1974), sendo altamente estáveis a diferentes pH e temperaturas, e muito similares estruturalmente nos diferentes tipos de microrganismos (LI et al., 2006).

Considerando os aspectos mencionados, objetivou-se determinar as atividades das fosfatases ácida e alcalina em solos calcários do perímetro irrigado Jaguaribe/Apodi.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação, pertencente ao Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará – UFC, em Fortaleza – CE, no período de fevereiro de 2010 a dezembro de 2011.

Foram coletadas quatro amostras de solo na camada de 0 a 20 cm de profundidade do perímetro irrigado Jaguaribe/Apodi, classificados segundo a Embrapa (2006) como: Cambissolo Háplico Tb

Eutrófico típico (CXbe), Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico latossólico (PVAe), Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico (CXve) e Latossolo Vermelho Eutrófico Cambissólico (LVe). Os tratamentos consistiram de 4 doses de P aplicada nos solos (0, 10, 20 e 40 mg dm⁻³ de P) equivalente a 0, 50, 100 e 200% da dose recomendada para a adubação fosfatada (40 kg ha⁻¹ P₂O₄) segundo a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado do Ceará. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial completo de 4 (solos) x 4 (doses de P), com 5 repetições, totalizando 80 unidades experimentais.

Em frações de 5,0 kg de cada solo, realizou-se a aplicação das doses de P e a adubação básica. Para aplicação das doses de P foi utilizado como fonte de P o fosfato de potássio e como fonte de N e K foram utilizados sulfato de amônio e o cloreto de potássio, aplicando-se 35 mg dm⁻³ de N e 120 mg dm⁻³ de K. Os solos foram acondicionados em saco plástico transparente adicionando-se água até 60% da capacidade de retenção de água de cada tipo de solo e em seguida, sendo incubados durante 15 dias em casa de vegetação. Após o período de incubação dos solos, retirou-se uma fração dos mesmos para avaliação da atividade de FAC e FAL. A seguir, em cada solo foi realizada a semeadura do milho (*Zea mays*), cultivar BR 3003, utilizando-se oito sementes por unidade experimental, sendo efetuado o desbaste 10 dias após a emergência, deixando-se quatro plantas por vaso. Aos 35 dias após o cultivo realizou o corte das plantas por bloco, e após a retirada das raízes coletou-se amostras de solo para realização da avaliação dos teores de FAC e FAL seguindo a metodologia de Tabatabai (1994).

Os dados foram submetidos a análise de variância (Anova), e as médias entre os solos foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade, e as doses de P foram submetidas a análise de regressão, e a escolha do modelo das equações de regressão baseou-se na significância dos coeficientes até a 5% de probabilidade. Nas análises estatísticas, utilizou-se o programa SAEG (Sistema para Análise Estatística – UFV).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As atividades das FAC e FAL foram significativamente influenciadas pelos tipos de solo, pelas doses de P adicionadas e pela interação solos x doses de P antes e após o cultivo com milho.

Antes do cultivo a atividade da FAC variou de 5,86 a 11,20 mg kg⁻¹, e após cultivo de 2,77 a 15,78 mg kg⁻¹. Antes do cultivo o solo CXve apresentou a

maior atividade da FAC (11,20 mg kg⁻¹) em relação aos demais solos (6,98 mg kg⁻¹), mantendo essa atividade após o cultivo, sendo porém, inferior à atividade observada no solo CXbe (15,78 mg kg⁻¹).

No solo CXve a atividade da FAL (20,64 mg kg⁻¹) também foi superior aos demais solos (12,00 mg kg⁻¹), antes e após o cultivo. Antes do cultivo a atividade da FAL (14,16 mg kg⁻¹) em média foi superior à FAC (8,03 mg kg⁻¹) em todos os solos. Rojo et al. (1999) e Herbien et al. (1990) estudando atividade das FAC e FAL observaram que a atividade de FAC predomina em solos ácidos e a FAL em solos alcalinos. A após o cultivo do solo a atividade da FAL reduziu em 46,73%, enquanto a atividade da FAC não reduziu. Isto pode ser atribuído à redução do teor de P-orgânico no solo com o cultivo. A matéria orgânica do solo, além de aumentar a atividade das fosfatases, também às protegem da degradação (HARRISON, 1983). Nahas et al., (1994) verificaram correlação positiva entre a atividade das fosfatases e a matéria orgânica do solo. Segundo Fernandes et al., (1998) a correlação positiva entre a atividade das FAC e matéria orgânica pode ser explicada por possíveis aumentos na síntese ou na excreção de FAC em solo com maior quantidade de P orgânico.

A atividade da FAC antes do cultivo do solo CXbe não foi influenciada pelas doses de P aplicadas, enquanto a do solo PVAe aumentou com a adição das doses de P e a dos solos CXve e LVe reduziu com o aumento das doses (Figura 1A), Nahas et al., (1982), observaram que quanto menor a disponibilidade de P no solo maior foi atividade da FAC. Segundo Olandesr & Vitousek (2000) essa enzima é produzida quando os teores de P solúvel atingem níveis limitantes ao crescimento das plantas e dos microrganismos.

Após o cultivo dos solos, observou-se que a atividade da FAC no solo CXbe aumentou com as doses de P (Figura 1B), apresentando comportamento inverso ao esperado, enquanto a atividade da FAC no solo PVAe reduziu a partir da dose 20 mg kg⁻¹, e no solo CXve reduziu a medida que as doses de P aumentaram, e no solo LVe a atividade da FAC não foi influenciada pelas doses de P. Segundo Dalal (1982) e Nahas et al (1982) a atividade da FAC pode ser inibida por altos teores de P no solo, como também observada por Alves et al (2011).

Antes do cultivo a atividade da FAL nos solos CXbe e CXve não foi influenciada pelas doses de P. Já nos solos PVAe e LVe a atividade da enzima foi reduzida com o aumento das doses de P (Figura 2A). Após o cultivo, a atividade da FAL não foi influenciada pelas doses de P adicionadas nos



solos CXbe, PVAe e CXve, enquanto no solo LVe a FAL foi reduzida com as doses de P (Figura 2B).

CONCLUSÕES

As classes de solo interferiram na atividade das fosfatases ácida e alcalina. A atividade da fosfatase alcalina reduziu com cultivo do solo.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A.R., MERLIN, A., BULL, J.C.L. e ROSOLEM, C.A.; Formas de Fósforo de Fósforo após o cultivo da Brachiaria. Disponível em: <http://prope.unesp.br/xxi_cic/27_37599328866.pdf> Acesso em .12 mai. 2011.
- BASTOS, A. L.; COSTA, J. P. V.; SILVA, I. F.; RAPOSO, R. W. C.; SOUTO, J. S. Influência de doses de fósforo no fluxo difusivo em solos de Alagoas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.12, p.136-142, 2008.
- DALAL, R.C. Effect of plant growth and addition of plant residues on the phosphatase activity in soil. Pl. Soil, Dordrecht, 66:265-269, 1982.
- FERNANDES, M.F; ANJOS. J. L.; SOBRAL, L.F.; FERNANDES, R.P.M. ARAÚJO, A.S. Efeito da saturação por bases sobre a atividade de fosfatases em um solo de tabuleiro costeiro cultivado com citros. I. correlações entre a atividade enzimática e as diferentes características do solo alteradas pela Calagem Revista Brasileira de Ciência do Solo, 22:395-401, 1998
- FERNANDES, L.A. Formas de alumínio, de fósforo e fosfatase ácida em solos de várzea cultivados com feijoeiro: influência de calagem e fósforo. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 111p. (Tese de Doutorado). 1999.
- HARRISON, A.F. Relationship between intensity of phosphatase activity and physico-chemical properties in woodland soils. Soil Biology & Biochemistry, Oxford, v.15, n.1, p.93-99, Jan. 1983.
- HERBIEN, S.A.; NEAL, J.L. Soil pH and phosphatase activity. Communication in Soil Science and Plant Analysis, 21: 436-456. 1990.
- LI, J.; MARIONNEAU, C.; ZHANG, R.; SHAH, V.; HELL, J.W.; NERBONNE, J.M.; ANDERSON, M.E. Calmodulin Kinase II Inhibition Shortens Action Potential Duration by Upregulation of K⁺ Currents. Circ. Res. 99(10), p.1092-9, 2006.
- LINEWEAVER & BURK. The determination of enzyme dissociation constants. J. Am. Chem. Soc., 56:658-666, 1934.
- MACLACHLAN, K. D. Acid phosphatase activity of intact of intact roots and phosphorus nutrition in plants. II Variations among wheat roots. Australian Journal of Agricultural Research, 31(3):441-448, 1980.
- NAHAS, E. & ASSIS, L.C. Efeito da adição ao solo de fosfato solúvel obtido por via microbiológica a partir de fluorapatita. Revista Latinoamericana de Microbiologia, México, v.33, n.2/3, p.225-229, 1991.
- 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.
- NAHAS, E.; TERENCEZI, H.F. & ROSSI, A. Effect of carbono source and pH on the production and secretion of acid phosphatase (EC 3.1.3.2.) and alkaline phosphatase (EC 3.1.3.1.) in Neurospora crassa. J. Gen. Microbiol., Reading, 128:2017-2021, 1982.
- OBERSON, A., BESSON, J.M., MAIRE, N., e STICHER, H. Microbiological processes in soil organic phosphorus transformations in conventional and biological cropping systems Biol-fertil-soils., 21:138-148, 1996.
- OLANDER, L.P. & VITOUSEK, P.M. Regulation of soil phosphatase and chitinase activity by N and P availability. Biogeochemistry, v.49, p. 175-191, 2000.
- PORTES, T.A., ZIMMERMANN, M.J.O., ROCHA, M. e YAMADA, T. Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade. Associação Brasileira Pesquisa de Potassa e do Fosfato Piracicaba. Bras. , p.125-156, 1988
- ROJO, M.J.; CARCEDO, S.G.; MATEOS, M.P. Distribution and characterization of phosphatase and organic phosphorus in soil fractions. Soil Biology e Biochemistry, 22: 169-174. 1990.
- TABATABAI, M.A. Soil enzymes. In: WEAVER, R.W.; SCOTT, A. e BOTTOMELEY, P.J., eds. Methods of soil analysis: microbiological and biochemical properties. Madison, Soil Science Society of America, 778-835, 1994.
- TYLER, G. Heavy metal pollution and soil enzyme activity. Plant and Soil, v.41, p.303-311, 1974.

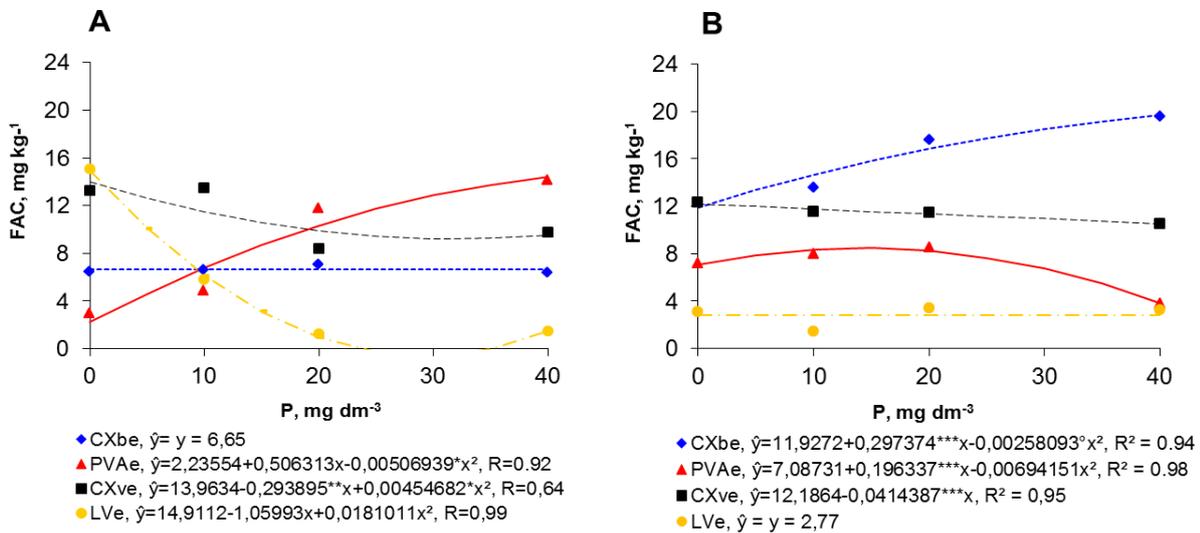


Figura 1 – Atividade da fosfatase ácida (FAC) antes (A), e após o cultivo do milho (B), em função das doses de fósforo nos solos Cambissolo Háplico Tb (CXbe); Argissolo Vermelho (PVAe); Cambissolo Háplico Ta (CXve) e Latossolo Vermelho (LVe).

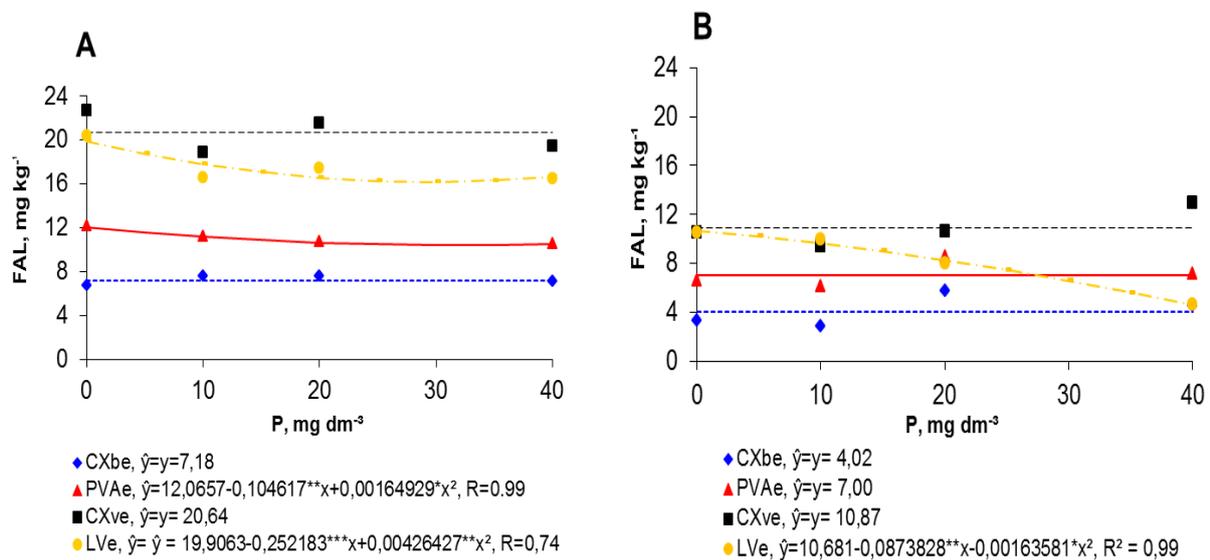


Figura 2 – Atividade da fosfatase alcalina (FAL) antes (A), e após o cultivo do milho (B), em função das doses de fósforo nos solos Cambissolo Háplico Tb (CXbe); Argissolo Vermelho (PVAe); Cambissolo Háplico Ta (CXve) e Latossolo Vermelho (LVe).