

Indicadores microbiológicos e bioquímicos de qualidade em solo de baixa fertilidade natural com diferentes manejos de calagem e adubação fosfatada

SANTOS, M.B.¹; RUY, R.²; CERZINI, P.³; KUWANO, B.H.³; HUNGRIA, M.⁴; NOGUEIRA, M.A.⁴ | ¹ Universidade Estadual de Londrina, Depto. Química, Bolsista Pibic/CNPq/Embrapa Soja. e-mail: michele.barbosa@live.com; ² Universidade Estadual de Londrina, Depto. Microbiologia; ³ Universidade Estadual de Londrina, Depto. Agronomia; ⁴ Pesquisador(a), Embrapa Soja, Londrina, PR.

Introdução

A demanda mundial pela produção de alimentos pressiona a expansão de áreas de cultivo em países produtores, como o Brasil, além da intensificação do uso do solo, com impactos ambientais decorrentes, dentre eles a redução da biodiversidade e qualidade biológica. A utilização de microrganismos e processos microbiológicos como indicadores de qualidade ambiental tem sido cada vez mais frequente, tanto por seu papel fundamental na manutenção dos ecossistemas, quanto por sua sensibilidade a variações ambientais, como as causadas por diferentes manejos e usos do solo (BABUJIA et al., 2010).

A atividade de hidrólise do diacetato de fluoresceína pode ser relacionada com a atividade microbiológica do solo (SCHUNER; ROSSWAL, 1982). Já a arilsulfatase é uma enzima que participa do ciclo do S no solo, ao hidrolisar ligações orgânicas do tipo ésteres sulfato liberando íons sulfato (TABATABAI; BREMNER, 1970). Acredita-se que esta proteína seja a responsável pela ciclagem do enxofre orgânico no solo por meio dos processos de mineralização (AL-KHAFAJI; TABATABAI, 1979), liberando sulfato, que é a forma assimilável pelas raízes.

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) são simbioses biotróficas obrigatórias que vivem nas raízes da maioria das plantas terrestres, auxiliando no seu crescimento e nutrição (SCHLOTTER; DILLY, MUNCH, 2003). A baixa disponibilidade e mobilidade de nutrientes como P, Cu e Zn no solo, fazem da micorrização uma condição imprescindível ao desenvolvimento vegetal (SILVEIRA, 1998).

O objetivo deste trabalho foi analisar componentes bioquímicos e microbiológicos do solo após a substituição da vegetação nativa pelo cultivo de grãos, e avaliar o efeito em bioindicadores da qualidade do solo.

Material e Métodos

As amostras de solo foram coletadas em experimento conduzido na Estação Experimental da Fazenda Modelo do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), em Ponta Grossa – PR. Foram obtidas amostras das profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm. A área amostrada era cultivada sob com sucessão de culturas, sendo soja (*Glycine max* L. Merr.) no verão e aveia-preta (*Avena strigosa*) no inverno. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em arranjo fatorial 3x3, sendo 3 manejos de calagem (sem calcário, calcário incorporado e calcário superficial) em combinação com 3 fertilizações de fósforo (sem adubação, adubação com superfosfato triplo e adubação com fosfato natural reativo), em 3 repetições. A dose usada nos tratamentos de adubação fosfatada foi de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ com base no teor total de P₂O₅ dos fertilizantes, sendo que o calcário utilizado continha 280 g kg⁻¹ de CaO e 180 g kg⁻¹ de MgO. Todos os tratamentos receberam

adubação potássica e nitrogenada conforme requerido para a cultura, sendo a adubação nitrogenada realizada com sulfato de amônio.

Os indicadores avaliados foram: hidrólise de diacetato de fluoresceína (FDA), determinada pelo método descrito por Schuner e Rosswal (1982) e adaptado por Costa (1995); atividade da arilsulfatase, avaliada de acordo com a metodologia proposta por Tabatabai e Bremner (1970); avaliação da colonização radicular por fungos micorrízicos de acordo com Phyllips e Hayman (1970); teor de P disponível (Mehlich I) e acidez ativa (pH) em CaCl_2 (EMBRAPA, 1997).

Resultados e Discussão

Houve efeito isolado dos tratamentos de adubação fosfatada e calagem sobre as variáveis, sem interação entre os dois fatores.

A atividade da arilsulfatase foi influenciada pelos fatores calagem e fósforo nas profundidades 0-5 e 5-10 cm (Figura 1A e 1B). Em ambas as profundidades a calagem superficial resultou em maior atividade da enzima do que a calagem incorporada, sendo que, na camada de 0-5 cm, a calagem incorporada reduziu a atividade da arilsulfatase também em relação ao controle. A adubação fosfatada aumentou a atividade da enzima arilsulfatase em relação ao controle, independente da fonte. Os efeitos foram mais evidentes a 0-5 cm, em que a fonte solúvel (SFT) promoveu mais estímulo que a menos solúvel (FNR), sem diferir entre si na camada 5-10 cm.

A hidrólise do diacetato de fluoresceína foi afetada pelo fator calagem, sendo que a calagem inibiu a atividade na camada de 0-5 cm, independente da forma de aplicação (Figura 1C). Na camada de 5-10 cm a calagem incorporada resultou em diminuição da atividade em relação ao controle e a calagem superficial. Os tratamentos com fósforo não afetaram a hidrólise do diacetato de fluoresceína em nenhuma das profundidades (Figura 1D).

A colonização micorrízica foi influenciada tanto pelo fator calagem quanto pelo fator fósforo (Figura 1). As raízes das plantas dos tratamentos

com calagem incorporada apresentaram maior porcentagem de colonização micorrízica do que as do controle sem calcário. Já as dos tratamentos com calagem superficial não diferiram do controle e da calagem incorporada (Figura 1E). A adubação com fosfato de alta solubilidade (SFT) resultou em menor taxa de colonização micorrízica. Enquanto que a adubação com o fosfato natural reativo (FNR) não diferiu do controle, o que indica que a presença de fósforo altamente solúvel diminui a taxa de colonização micorrízica (Figura 1F).

A adubação fosfatada, como esperado, aumentou a disponibilidade de P nas três primeiras camadas (Figura 2B). Na camada de 0-5 cm o tratamento contendo FNR apresentou o maior teor de P, o tratamento contendo SFT apresentou UM teor intermediário. Nas camadas 5-10 e 10-20 cm, o tratamento com SFT resultou em maiores teores.

O pH do solo em CaCl_2 foi influenciado pela calagem, e em menor extensão, pela adubação fosfatada (Figura 2C e D). A calagem influenciou no pH do solo em todas as profundidades sendo que, na camada 0-5 cm, o tratamento com calagem superficial apresentou o maior valor de pH do solo, o controle foi o que apresentou o menor valor, e a calagem incorporada apresentou valor intermediário. Nas demais profundidades a calagem incorporada resultou em maiores valores de pH do que os demais tratamentos, sendo que a calagem superficial apresentou valores intermediários e o controle os menores valores.

A calagem superficial favoreceu a maioria dos atributos microbiológicos e bioquímicos, mas quando houve incorporação, exceto para a colonização micorrízica, o efeito foi nulo ou negativo. A adição de fertilizantes fosfatados, especialmente o superfosfato triplo, favoreceu a maioria das atividades microbianas e bioquímicas avaliadas, exceto a colonização micorrízica. Os fertilizantes inorgânicos podem influenciar seletivamente determinados processos bioquímicos, como neste estudo reduzindo a atividade de fosfatase ácida e a colonização micorrízica, mas estimulou a atividade da arilsulfatase. Segundo Costa (2005), a colonização micorrízica e a eficiência micorrízica aumentam com baixos teores de P e podem ser reduzidas com o aumento da disponibilidade de P. No entanto, em solo muito deficiente

de P, a aplicação de pequena quantidade do nutriente favorece a colonização e a esporulação (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Conclusão

A calagem e a adubação fosfatada tiveram efeito mais evidente nas camadas superficiais do solo, sendo que a calagem superficial e a adubação com fosfato de alta solubilidade foram os tratamentos que mais influenciaram a atividade bioquímica do solo. A atividade de desidrogenase da fosfatase ácida, da arilsulfatase, do diacetato de fluoresceína e a colonização micorrízica foram responsivos aos manejos de calagem e adubação fosfatada. Isso facilitou a execução e padronização dos métodos, habilitando-os para uso no monitoramento da qualidade do solo.

Referências

- AL-KHAFI, A.A. & TABATABAI, M.A. Effects of trace elements on arylsulfatase activity in soils. **Soil Science**, v.127, p.129-133, 1979.
- BABUJIA, L.C.; HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J.C.; BROOKES, P.C. Microbial biomass and activity at various soil depths in a Brazilian oxisol after two decades of no-tillage and conventional tillage. **Soil Biology and Biochemistry**. v.42, p.2174-2181, 2010.
- COSTA, J.L.S. Inducing suppressiveness to Phytophthora root of avocado by using biochanced mulches. 1995. 154f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - University of California, CA, 1995.
- COSTA, C. M. C.; CAVALCANTE, U. M. T.; GOTO, B. T.; SANTOS, V. F.; MAIA, L. C. Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada em mudas de mangabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 03, p. 225-232, 2005.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de Métodos de Análise de Solos. 2ª ed. Rio de Janeiro, 212 p. 1997

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. Lavras: Editora UFLA. 2ª ed. 729 p. 2006.

PHYLLIPS, J. M.; HAYMAN, D. S. Improved procedures for cleaning roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment for infection. **British Mycological Society Transactions**, v. 55, n. 01, p. 158-161, 1970.

SILVEIRA, A. P. D. Ecologia de Fungos Micorrízicos Arbusculares. In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. (ed.) **Ecologia Microbiana**. Embrapa- Meio Ambiente. Jaguariúna-SP. 1998. p. 61-87

TABATABAI, M.A. & BREMNER, J.M. Arylsulfatase activity of soils. **Soil Science Society of America Proceedings**. v. 34. p.225-229, 1970.

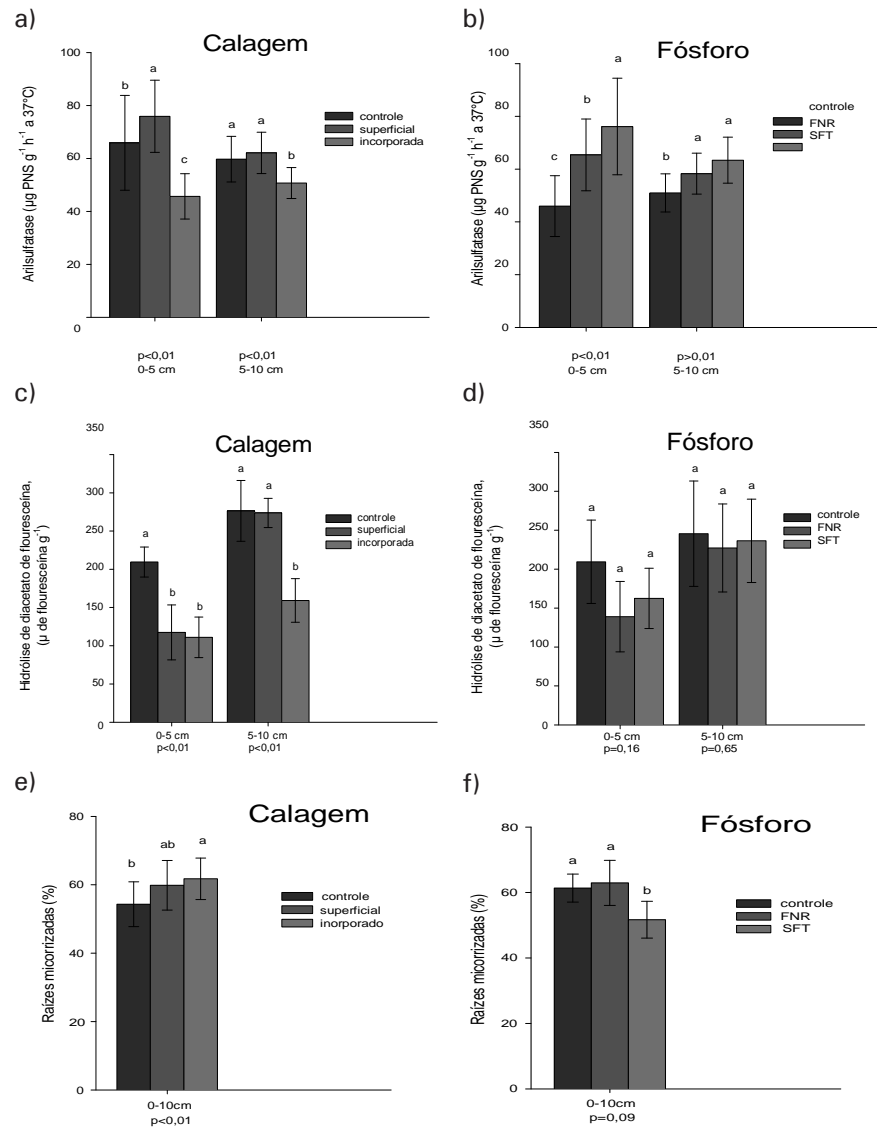


Figura 1. Atividade da arilsulfatase (A e B), atividade de hidrólise de diacetato de fluoresceína (C e D) nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm, porcentagem de colonização por fungos micorrízicos arbusculares de raízes na profundidade 0-10 cm (E e F) para os efeitos isolados dos fatores calagem (controle, superficial ou incorporada) (a) e adubação fosfatada (controle, fosfato natural reativo – FNR ou superfosfato triplo - SFT) (b) e os respectivos valores de $p > F$.

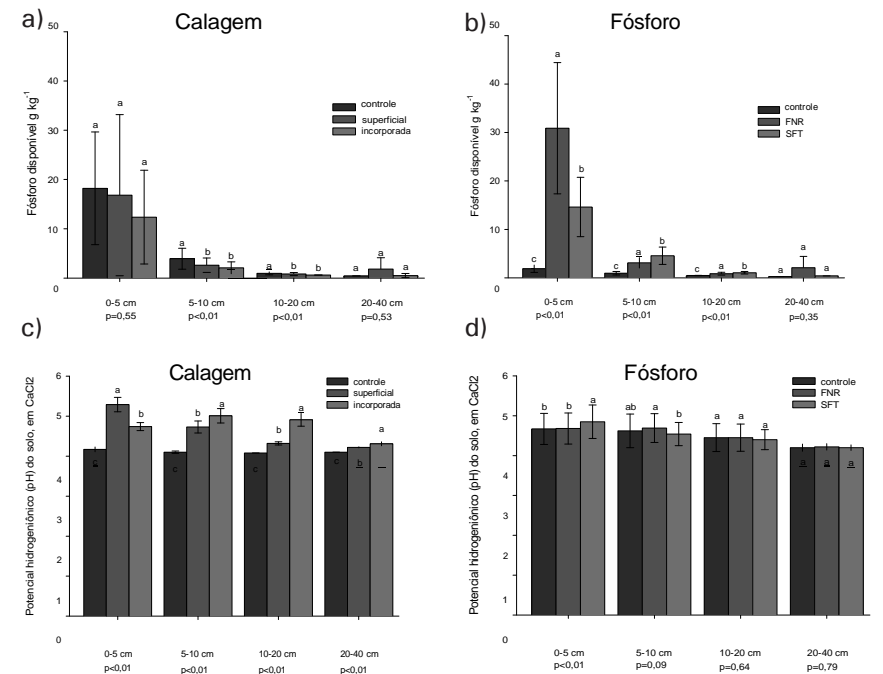


Figura 2. Teor de fósforo disponível (A e B) e pH do solo em CaCl_2 $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ (C e D) nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm para os efeitos isolados dos fatores calagem (controle, superficial ou incorporada) (a) e adubação fosfatada (controle, fosfato natural reativo – FNR ou superfosfato triplo - SFT) (b) e os respectivos valores de $p > F$.