

Indicadores Biológicos de Qualidade do Solo em Sistemas de Rotação de Culturas Corrigidas com Calcário

SOUZA, R.A.¹; SILVA, A.P.²; BABUJIA, L.C.³; STANZANI, E.L.^{3,4}; PAULETTI, V.⁵; FRANCHINI, J.C.¹; HUNGRIA, M.¹; ¹Embrapa soja, Caixa Postal, 231, 86001-970, Londrina-PR; ²Universidade Estadual de Londrina - Departamento de Biotecnologia; ³Universidade Estadual de Londrina - Departamento de Química; ⁴Bolsista de Iniciação Científica do PIBIC; ⁵Fundação ABC, Castro-PR.

A população microbiana do solo representa um papel fundamental na dinâmica de nutrientes em diferentes ecossistemas, afetando as transformações de C, N e P (Díaz-Raviña et al., 1993). Dentre os indicadores do solo capazes de representar a população microbiana, a biomassa microbiana (BM) destaca-se devido à sua relação com a matéria orgânica, a ciclagem de nutrientes e o fluxo de energia (De-Polli & Guerra, 1999). A rotação de culturas, aliada ao manejo correto, faz com que o solo seja biologicamente mais ativo e com maior potencial produtivo (Cattelan et al., 1997).

A calagem e a adubação mineral ou orgânica favorecem o desenvolvimento microbiano de forma direta, pelo aumento do pH e da disponibilidade de nutrientes aos microrganismos, e de forma indireta, pela maior produção vegetal, que acarreta um aumento da atividade rizosférica e dos resíduos adicionados ao solo. Além de aumentar a BM, a elevação do pH pela adição de calcário também pode aumentar a atividade microbiana (Badalucco et al., 1992; Andrade et al., 1995) e a taxa de nitrificação (Fu et al., 1987). Além dos efeitos sobre a fertilidade, a calagem também pode aumentar a estabilidade de agregados e a infiltração de água no solo, mas esses efeitos podem não ser por atuação direta da calagem e, sim, por alterações na atividade dos microrganismos do solo (Roth et al., 1986).

Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar a BM e o pH, em função da aplicação de calcário, em sistemas de rotação de culturas envolvendo a cultura da soja.

As amostras utilizadas foram coletadas em ensaio realizado na Fazenda Experimental da Fundação ABC, no município de Castro, no Paraná. O ensaio foi delineado em blocos ao acaso, com quatro repetições. As coletas foram realizadas antes do plantio (18/11/2004) e após a colheita da soja (05/05/2005), seis e doze meses após a aplicação de calcário, respectivamente. As parcelas receberam doses crescentes de calcário (0,0; 1,6; 3,2 e 6,4 Mg ha⁻¹). Foram avaliados os seguintes sistemas de rotação de culturas: aveia/soja, nabo/soja e trigo/soja. O carbono e o nitrogênio da BM do solo (CBM e NBM, respectivamente) foram avaliados pelo método da fumigação-extração, com valores de 0,38 e 0,54 para o quociente de extração de C e N, respectivamente (Brookes et al., 1985; Vance et al., 1987). Os teores de C e N nos extratos foram determinados por espectrofotometria, segundo metodologia descrita por Franchini et al. (2007). Os valores obtidos para a BM foram expressos em $\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$ solo seco. O pH foi determinado em CaCl₂, após agitação por 30 minutos a 220 rpm.

Não houve interações entre as doses de calcário e os sistemas de rotação de cultura, porém, separadamente, tanto o calcário quanto a rotação de cultura influenciaram a BM (Tabela 1). Conforme esperado, o pH aumentou com a calagem, embora os valores tenham sido diferentes apenas entre a testemunha e a maior dose de calcário na primeira avaliação, seis meses após a aplicação. Na segunda avaliação, 12 meses após a aplicação do calcário, tanto a acidificação do tratamento sem aplicação de calcário, quanto o aumento da reação do calcário na maior dose, contribuíram para ampliar as diferenças no pH. Em nenhuma amostragem a rotação de culturas teve influência sobre o pH do solo. No caso do CBM, os valores foram bastante elevados antes do plantio, mas as diferenças ocorreram apenas em função do sistema de rotação de culturas. Após a colheita, os valores diminuíram e os efeitos sobre o CBM foram observados apenas para as doses de calcário. O sistema nabo/soja demonstrou estimular o aumento tanto do CBM

quanto do NBM apenas antes do plantio. Assim como ocorreu com o sistema de rotação, o NBM também foi influenciado pelo calcário apenas antes do plantio. Esses resultados indicam que a dinâmica de reciclagem do NBM é mais rápida e mais sensível ao pH do que a do CBM.

O estímulo da calagem ao CBM e ao NBM, mesmo que diferenciado, sugere que com a aplicação da maior dose de calcário, ainda não foram atingidas às condições químicas do solo que pudessem inibir o desenvolvimento de grupos específicos de microrganismos, como observado por Andrade et al. (1995).

É importante ressaltar que a presença de resíduos vegetais na superfície, proveniente das culturas de inverno, contribuiu para o aumento do C e N disponíveis para os microrganismos, aumentando a atividade microbiana, potencialmente ativa nos processos de decomposição da matéria orgânica e alterando a BM. Com o aumento da atividade microbiana, aumenta-se a taxa de mineralização e a velocidade de ciclagem de nutrientes, com uma correspondente imobilização de nutrientes pela BM. Isso demonstra que a BM é muito sensível às alterações nas formas de C e N orgânico do solo em função das mudanças químicas (calagem) e biológicas (sistemas de rotação).

TABELA 1. Valores de pH, carbono (CBM) e nitrogênio (NBM) microbiano, sob diferentes sistemas de rotação de culturas e doses de calcário, avaliados antes do plantio e após a colheita da soja. Embrapa Soja, 2007.

Doses de calcário Mg.ha ⁻¹	Antes do Plantio			Após a colheita		
	pH	CBM μgC.mg ⁻¹	NBM μgN.mg ⁻¹	pH	CBM μgC.mg ⁻¹	NBM μgN.mg ⁻¹
0	5,08 ^{b*}	1509 ^a	140 ^b	4,96 ^c	563 ^b	99 ^a
1,6	5,34 ^{ab}	1536 ^a	157 ^{ab}	5,34 ^b	583 ^{ab}	106 ^a
3,2	5,48 ^a	1593 ^a	161 ^{ab}	5,38 ^b	646 ^{ab}	110 ^a
6,4	5,67 ^a	1509 ^a	178 ^a	5,90 ^a	752 ^a	106 ^a
Rotação de culturas						
Aveia/soja	5,31 ^a	1419 ^b	137 ^b	5,32 ^a	656 ^a	101 ^a
Nabo/soja	5,43 ^a	1676 ^a	185 ^a	5,33 ^a	617 ^a	103 ^a
Trigo/Soja	5,44 ^a	1515 ^b	155 ^b	5,29 ^a	619 ^a	105 ^a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

As transformações ocorridas no ambiente do solo após a correção e o plantio de diferentes espécies foram refletidas na biomassa microbiana solo, o que qualifica esse parâmetro como um sensível indicador de qualidade do solo.

Referências

ANDRADE, D.S.; COLOZZI-FILHO, A.; PAVAN, M.A.; BALOTA, E.L.; CHAVES, J.C.D. Atividade microbiana em função da calagem em um solo cultivado com cafeeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.19, p.191-196, 1995.

BADALUCCO, L.; GREGO, S.; DELL'ORCO, S.; NANNIPIERI, P. Effect of liming on some chemical, biochemical and microbiological properties of acids soils under spruce (*Picea abies* L.). *Biology Fertility Soil*, v.14, p.76-83, 1992.

BROOKES, P.C.; LANDMAN, A.; PRUDEN, G.; JENKINSON, D.S., Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: a rapid direct extraction method to measure microbial biomass nitrogen in soil. *Soil Biology & Biochemistry*, Oxford, v.17, p.837-842, 1985.

CATTELAN, A.J.; GAUDÊNCIO, C.A.; SILVA, T.A. Sistemas de rotação de culturas em plantio direto e os microrganismos do solo, na cultura da soja, em Londrina. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.21, p.293-301, 1997.

CATTELAN, A.J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.14, p.133-142, 1990.

DE-POLLI, H. & GUERRA, J.G.M. C, N e P na biomassa microbiana do solo. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A. de O. (ed.). *Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre, Gênese, 1999. cap.17, p.389-411.

DÍAZ-RAVIÑA, M.; ACEA, M.J. & CARBALLAS, T. Microbial biomass and its contribution to nutrient in forest soils. *Soil Biology & Biochemistry*, v.25, p.25-31, 1993.

FRANCHINI, J.C.; CRISPINO, C.C.; SOUZA, R.A.; TORRES, E.; HUNGRIA, M. Microbiological parameters as indicators of soil quality under various tillage and crop-rotation systems in southern Brazil. *Soil Tillage Research*, 92:18-29, 2007.

FU, M.H.; XU, X.C.; TABATABAI, M.A. Effect of pH on nitrogen mineralization in crop-residue-treated soils. *Biology Fertility Soils*, v.5, p.115-119, 1987.

ROTH, C.H.; PAVAN, M.A.; CHAVES, J.C.D.; MEYER, B.; FREDE, H.G. Efeitos das aplicações de calcário e gesso sobre a estabilidade de agregados e infiltração de água em um latossolo roxo cultivado com cafeeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.10, p.163-166, 1986.

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology & Biochemistry*, v.19, p.703-707, 1987.