



**XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas**  
**XIII Reunião Brasileira sobre Micorrizas**  
**XI Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo**  
**VIII Reunião Brasileira de Biologia do Solo**  
 Guarapari – ES, Brasil, 13 a 17 de setembro de 2010.  
 Centro de Convenções do SESC

## Biomassa microbiana na identificação de alterações decorrentes do uso agrícola

**Adriana Pereira da Silva<sup>(1)</sup>; Letícia Babujia<sup>(2)</sup>; Leopoldo Sussumu Matsumoto<sup>(3)</sup>;  
Renata Carolini de Souza<sup>(4)</sup>; Rebeca Fuzinato Dall'Agnol<sup>(5)</sup>; Julio C. Franchini<sup>(6)</sup>;  
Mariangela Hungria<sup>(6)</sup>**

(1) Doutoranda do Curso de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, CEP: 86051-980, drikapera@yahoo.com.br (apresentador do trabalho); (2) Doutoranda do Curso de Química da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, CEP: 87020-900, leticiacb\_@hotmail.com; (3) Professor da Universidade Estadual do Norte do Paraná Campus Luiz Meneghel, Bandeirantes, PR, 86360-000, leopoldo@uenp.edu.br; (4) Mestranda do Curso de Microbiologia da Universidade Estadual de Londrina, renata.kerolini@hotmail.com; (5) Bolsista FUNAPE-Embrapa soja, rebeca.fd@hotmail.com; (6) Pesquisadores da Embrapa Soja, Londrina, PR, CEP: 86001-970, franchin@cnpso.embrapa.br; hungria@cnpso.embrapa.br

**RESUMO** – Modificações no ambiente do solo decorrentes de práticas agrícolas podem ter efeitos sobre as propriedades microbiológicas do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o carbono e o nitrogênio da biomassa microbiana, pelo método de fumigação-extração e correlacionar os parâmetros microbianos com o rendimento de grãos de soja e milho. A biomassa microbiana foi analisada na camada de 0- 10 cm em dois experimentos de longa duração. Experimento 1: constituído de (1) plantio direto (PD), (2) plantio convencional (PC), (3) preparo com escarificador (Es) e (4) preparo com grade pesada (GP) com sucessão soja (verão)/ trigo (inverno). Experimento 2: constituído de PC e dois sistemas de PD com diferentes épocas de instalação, sob dois sistemas de rotação de culturas (R) e um de sucessão (S) incluindo culturas de grãos (soja, milho safrinha e trigo) e de cobertura e adubação verde (tremoço e aveia preta). Diferenças nos parâmetros microbianos em função da rotação ou sucessão de culturas não foram facilmente observadas, devido à complexa combinação de espécies de plantas e ao tempo de instalação do experimento. Contudo, valores superiores de CBM e NBM foram encontrados no PD, em comparação com o PC, sendo associados com os maiores rendimentos de grãos. Os resultados mostram que o CBM e, em particular o NBM são indicadores sensíveis dos efeitos do manejo do solo.

**Palavras-chave:** microbiota, plantio direto, plantio convencional

**INTRODUÇÃO** - O Brasil apresenta milhões de hectares nos mais diferentes ecossistemas, explorados por práticas agrícolas e, diante desse cenário, a adoção de práticas que minimizem o

impactos na qualidade do solo são fundamentais para o uso sustentável dos sistemas agrícolas.

Modificações no ambiente do solo, decorrentes de práticas agrícolas são provenientes dos efeitos da distribuição dos resíduos vegetais na camada arável, alterando sua temperatura, umidade e aeração, bem como a estrutura do solo, afetando diretamente a sustentabilidade dos agroecossistemas.

Alguns trabalhos têm demonstrado que e a inclusão de leguminosas fixadoras de N<sub>2</sub> na rotação de culturas em PD, como por exemplo, o tremoço (*Lupinus* spp.) e, de adubos verdes como a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) e o nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), elevam a matéria orgânica do solo contribuindo para a melhora das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (FRANCHINI et al., 2007; HUNGRIA et al., 2009).

Entretanto, efeitos diferenciados sobre a BMS têm sido observados em função do tipo de resíduo adicionado ao solo. As diferentes espécies vegetais determinam a quantidade e a qualidade dos resíduos orgânicos no solo, influenciando sua taxa de decomposição e a comunidade microbiana que atua neste processo (FRANCHINI et al., 2002).

Mudanças graduais e pequenas na matéria orgânica do solo são difíceis de serem monitoradas e detectadas em curto prazo. Entretanto, a quantificação da biomassa microbiana do solo demonstra ser sensível para detectar alterações por diferentes manejos em um estágio anterior ao dos parâmetros químicos e físicos (FRANCHINI et al., 2007; KASCHUK et al., 2010), levando à proposta de sua utilização como bioindicador de qualidade do solo (HUNGRIA et al., 2009).

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o carbono e nitrogênio da biomassa microbiana

(CBM e NBM), em dois ensaios de longa duração com diferentes sistemas de manejo, correlacionando os parâmetros microbianos com o rendimento de grãos de soja e milho.

**MATERIAL E MÉTODOS** - O experimento foi conduzido na área experimental da Embrapa soja localizada em Londrina/PR. O solo, Latossolo Vermelho Eutroférico, muito argiloso, contendo 71% de argila, 16% de silte e 12% de areia.

Experimento 1: O experimento foi instalado no verão de 1981, com a sucessão soja (verão)/ trigo (inverno). O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, com quatro manejos de solo: (1) plantio direto (PD); (2) plantio convencional (PC) com arado de disco, seguido por grade niveladora; (3) preparo com escarificador (Es), seguido por grade niveladora; e (4) preparo com grade pesada (GP), ambos com quatro repetições. O ensaio experimental foi constituído por parcelas de 50 m de comprimento por 8 m de largura. Na safra de verão (2006/2007) foi utilizada a cultivar de soja BRS-232 e; na safra de inverno (2007); o trigo cultivar BRS-208. O ensaio estava com 26 anos de implantação na época de avaliação.

Experimento 2: O experimento foi instalado no inverno de 1993. O delineamento foi em blocos ao acaso em esquema em fatorial com três sistemas de manejo do solo e três sistemas de manejo das culturas, com quatro repetições cada. As parcelas experimentais apresentavam 38 m de comprimento por 8 m de largura. Foram comparados os efeitos dos diferentes sistemas de manejo do solo: (1) PC (com arado de disco no verão e grade pesada no inverno); (2) plantio direto velho (PDv), assim denominado devido ao tempo de instalação do experimento, que teve início em outubro de 1993; e (3) plantio direto novo (PDn), onde uma parte da área anteriormente manejada de forma convencional foi convertida em PD no início de outubro de 2003. O ensaio foi constituído por dois sistemas de rotação (R) e um de sucessão (S) que incluíram culturas de grão (soja, milho safrinha e trigo) e de cobertura e adubação verde (tremoço e aveia preta).

A sequência de culturas está indicada na Tabela 1. Na safra de verão ambos os sistemas de rotação/sucessão foram constituídos por soja cultivar BRS-232. Na safra de inverno o trigo cultivar BRS-208 foi utilizado na R1 e S e o milho safrinha cultivar BRS-10-10 na R2. Os tratamentos com PC e PDv estavam com 14 anos de implantação, enquanto o PDn estava com 4 anos na época de avaliação.

De cada parcela foram coletadas cinco subamostras deformadas de solo, na área total da parcela, provenientes da camada de 0-10 cm, nas entrelinhas, nas duas épocas de amostragem. Utilizou-se o método de fumigação-extração,

modificado conforme descrito em Franchini et al. (2007). O CBM e o NBM foram estimados pela diferença entre as amostras fumigadas e não fumigadas, utilizando um  $K_{CE}$  de 0,38 para o carbono (VANCE et al., 1987) e um  $K_{NE}$  de 0,54 para o nitrogênio (BROOKES et al., 1985).

O rendimento de grãos foi avaliado por meio de colheita mecânica. As sementes foram limpas, pesadas e os valores de umidade corrigidos para 13%. Os resultados foram submetidos ao teste de Alcance de Duncan ( $P < 0,05$ ) para comparação múltipla.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO** - No primeiro experimento, após 26 anos de implantação, os valores médios de CBM e NBM obtidos no PD foram de 20% e 78% superiores, respectivamente, no verão, e 71% e 90% no inverno, quando comparados ao PC. O tratamento Es apresentou valores significativos de NBM, no verão, quando comparado ao PC e GP. No inverno, o CBM e NBM do tratamento GP e Es foram equivalentes e significativamente superiores aos valores encontrados no PC (Tabela 2).

Os rendimentos de grãos no verão 2006/07 (soja e milho) foram influenciados pelos sistemas de manejo do solo. A soja teve rendimento (3.472 Kg ha<sup>-1</sup>) estatisticamente superior no PD quando comparado aos demais sistemas de manejo com diferentes intensidades de preparo do solo (PC- 2.058 kg ha<sup>-1</sup>; GP- 1.873 Kg ha<sup>-1</sup>; Es- 1.756 kg ha<sup>-1</sup>). Esses valores foram associados com os maiores valores de CBM e NBM (Tabela 2).

No segundo experimento após 14 anos, quando comparados dois sistemas de PD (PDv, plantio direto velho com 14 anos e PDn, plantio direto novo com 4 anos) com o PC, o CBM e NBM foram significativamente superiores em ambas as amostragens e com todos os sistemas de manejo (Tabela 3). Não houve diferença no CBM quando comparado o PC e o PDn no verão, porém, diferenças foram observadas no inverno. Quando comparado o PC com o PDv, o CBM foi 3% superior no verão e 68% no inverno (Tabela 3).

O NBM foi afetado não só pelo tipo de manejo do solo, mas também pelo tempo de instalação do experimento. No verão os valores do NBM foram 122% e 152% superiores no PDn e PDv, respectivamente, e no inverno, 35% e 82%, respectivamente, quando comparado com o PC.

Considerando os diferentes sistemas de manejo do solo - PC, PDv e PDn - não houve influência da R e S na produtividade da soja, os rendimentos foram semelhantes, 3.243, 3.126 e 3.208 Kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. No entanto, diferenças foram encontradas quando comparado os diferentes sistemas de manejo do solo, com média de 2.988,

3.173 e 3.399 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para PC, PDn e PDv. Esses valores de produtividade foram associados com os maiores valores de C e N da biomassa (Tabela 3).

Os valores obtidos de CBM e NBM nos dois experimentos analisados foram significativamente superiores no PD quando comparados com os demais sistemas de manejo do solo no qual houve revolvimento (PC, GP e Es), demonstrando forte influência do manejo do solo os parâmetros microbianos.

Diversos trabalhos em áreas tropicais e subtropicais têm demonstrado os benefícios relacionados ao PD, incluindo melhorias nas propriedades químicas e físicas do solo (BAYER et al., 2002; BODDEY et al., 2010). Além disso, alguns trabalhos mostram que o PD favorece comunidades microbianas do solo (FRANCHINI et al., 2007; HUNGRIA et al., 2009).

As diferenças de CBM observadas nesse trabalho foram superiores às relatadas em regiões temperadas, ressaltando que a ciclagem microbiana é mais rápida em regiões tropicais e subtropicais do que em regiões temperadas (KASCHUK et al., 2010).

O NBM foi mais sensível que o CBM nas respostas às alterações provocadas pelo manejo do solo, sendo favorecido pela ausência de preparo do solo, reforçando resultados anteriores sobre a importância do NBM no PD (FRANCHINI et al., 2007; HUNGRIA et al., 2009).

**CONCLUSÕES** - O sistema PD apresentou os maiores valores de biomassa microbiana, com importantes implicações, especialmente em relação ao C e ciclagem de N em sistemas agrícolas. As rápidas mudanças no C e N da biomassa microbiana observadas no presente estudo reforçam a necessidade de se reduzir à perturbação do solo em condições tropicais. Os valores de CBM e NBM se correlacionaram com os rendimentos de grãos. O NBM foi o parâmetro mais sensível às alterações provocadas pelo manejo do solo. Os valores encontrados de CBM e NBM indicam maior resposta desses parâmetros às modificações promovidas pelos sistemas de manejo do solo, demonstrando sua utilidade como indicadores sensíveis da qualidade do solo e da dinâmica de C e N em sistemas agrícolas.

## **AGRADECIMENTOS**

Trabalho financiado parcialmente pelo projeto PROBIO II/Embrapa.

## **REFERÊNCIAS**

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; MARTIN-NETO, L. & ERNANI, P.R. Stocks and humification degree of organic matter fractions as affected by no-tillage on a subtropical soil. *Plant Soil*, 238:133-140, 2002.

BODDEY, R.M.; JANTALIA, C.P.; CONCEIÇÃO, P.C.; ZANATTA, J.A.; BAYER C.; MIELNICZUK, J.; DIECKOW, J.; SANTOS, H.P.; DENARDIN, J.E.; AITA, C.; GIACOMINI, S.J.; ALVES, B.J.R. & URQUIAGA, S. Carbon accumulation at depth in Ferralsols under zero-till subtropical agriculture. *Glob. Change Biol.*, 16:784-795, 2010.

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 Biol. Biochem.*, 17:837-842, 1985.

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 Till. Res.*, 92:18-29, 2007.

FRANCHINI, J.C.; GONZALEZ-VILA, F.J. & RODRIGUEZ, J. Decomposition of plant residues used in no-tillage systems as revealed by flash pyrolysis. *J. Anal. Appl. Pyrol.*, 62:35-43, 2002.

HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J.C.; BRANDÃO-JUNIOR, O.; KASCHUK, G. & SOUZA, R.A. Soil microbial activity and crop sustainability in a long-term experiment with three soil-tillage and two crop-rotation systems. *Appl. Soil Ecol.*, 42:288-296, 2009.

KASCHUK, G.; ALBERTON, O. & HUNGRIA, M. Three decades of soil microbial biomass studies in Brazilian ecosystems: lessons learned about soil quality and indications for improving sustainability. *Soil Biol. Biochem.*, 42:1-13, 2010.

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C. & JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biol. Biochem.*, 19:703-707, 1987.

**Tabela 1** Sistemas de rotação/sucessão de culturas (R/S) adotados para o Experimento 2 nos últimos 5 anos

Sistemas de manejo	Ver. <sup>2</sup>	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.
	02/03	03	03/04	04	04/05	05	05/06	06	06/07	07
S	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T
R1	S	T	S	Tr	M	Ap	S	T	S	T
R2	S	T	S	M(s)	S	M(s)	S	M(s)	S	M(s)

<sup>1</sup>S, soja; T, trigo; M(s), milho safrinha; Ap, aveia preta; Tr, tremoço

<sup>2</sup>Ver., Verão; Inv., Inverno

**Tabela 2** Biomassa microbiana ( $\mu\text{g}$  CBM ou NBM  $\text{g}^{-1}$  solo seco) na camada de 0- 10 cm em experimento com 26 anos sob diferentes sistemas de manejo do solo. Experiment 1

Manejo do solo	Verão				Inverno			
	CBM		NBM		CBM		NBM	
Plantio convencional	343 <sup>1</sup>	AB	37	C	264	C	30	C
Grade pesada	332	B	33	C	329	B	43	B
Escarificador	365	AB	51	B	310	B	43	B
Plantio direto	410	A	66	A	451	A	57	A

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Duncan ( $P \cdot 0.05$ )

**Tabela 3** Biomassa microbiana ( $\mu\text{g}$  CBM ou NBM  $\text{g}^{-1}$  solo seco) na camada de 0- 10 cm em experimento com 4 e 14 anos de instalação. Experiment 2

Manejo do solo	Verão							Inverno								
	CBM				NBM				CBM				NBM			
	R1 <sup>2</sup>	R2	S	Média	R1	R2	S	Média	R1	R2	S	Média	R1	R2	S	Média
PC <sup>1</sup>	157 <sup>3</sup>	B a	172	B a	168	B a	166	B	365	C a	322	C b	383	C a	357	C
PDn	160	B a	169	B a	190	B a	173	B	477	B a	454	B a	447	B a	459	B
PDv	220	A c	421	A a	270	A b	304	A	612	A a	635	A a	551	A b	599	A
Média	179	c	254	a	209	b			485	a	470	ab	460	b		
	NBM															
	27	C a	26	B a	27	C a	27	C	34	C a	36	C a	32	C b	34	C
PDn	57	B b	68	A a	54	B b	60	B	41	B c	46	B b	50	B a	46	B
PDv	75	A a	66	A b	62	A b	68	A	61	A b	70	A a	56	A c	62	A
Média	53	a	53	a	48	b			45	b	51	a	46	b		

<sup>1</sup>PC, plantio convencional; PDn, plantio direto novo com 4 anos; PDv, plantio direto velho com 14 anos

<sup>2</sup>R, rotação de culturas; S, sucessão de culturas apresentadas na Tabela 1

<sup>3</sup>Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e mesma letra minúscula na linha não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Duncan ( $P \cdot 0.05$ )