

Grau de humificação e estoques de matéria orgânica em sistemas de manejo do solo e rotação de culturas

Letícia Carlos Babujia¹; Julio César Franchini²; D. M. B. P. Milori³; Eleno Torres³.
¹Estudante de graduação do Curso de Química da UEL; ²Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos, SP; ³Pesquisador da Embrapa Soja.

Introdução

O sistema de plantio direto (PD) tem sido amplamente adotado no Brasil, com uma ampliação da área de 2,02 milhões de ha em 1992 para quase 22 milhões de ha atualmente (FEBRAPDP, 2005). Em comparação com o plantio convencional (PC), que envolve o preparo do solo com aração e gradagem, o PD aumenta a retenção de umidade do solo, diminui a oscilação de temperatura e a erosão pela água e vento, melhora a estrutura e, com o tempo, aumenta a matéria orgânica do solo (MOS), muitas vezes resultando em maiores produtividades das culturas (Castro Filho et al., 1991; 2002; Derpsch et al., 1991; Bayer et al., 2002; Sisti et al., 2004). Além disso, o PD pode representar um importante papel na redução do aquecimento global pelo fornecimento de um maior dreno para o CO₂ atmosférico e por economizar até 40% do trabalho humano e de combustíveis fósseis, em comparação com o PC (Derpsch et al., 1991; Bayer et al., 2002; FAO, 2004). A manutenção dos resíduos culturais sobre a superfície do solo e o decorrente aumento da MOS são considerados como os responsáveis pelos efeitos benéficos do PD. No entanto, existem ainda poucas informações sobre a qualidade da MOS acumulada no solo no sistema de PD. Recentemente o uso da fluorescência induzida por laser (FIL) tem demonstrado ser uma técnica promissora para estimativa do grau de humificação da MOS, com grandes implicações para o entendimento da dinâmica da MOS em sistemas agrícolas (Milori et al., 2006).

Objetivos

Avaliar os estoques de C e N e o grau de humificação da MOS em sistemas de manejo do solo e de culturas em experimento de longo prazo na região norte do Paraná.

Materiais e Métodos

O estudo foi conduzido na Fazenda Experimental da Embrapa Soja, em Londrina, Paraná, sobre Latossolo Vermelho distroférrico, muito argiloso (71% argila, 16% silte e 12% areia). O experimento foi iniciado em abril de 1989, e era constituído sob dois sistemas de manejo: plantio direto contínuo (PD) e plantio convencional com arado de discos (PC) e dois sistemas de rotação de culturas: rotação R1- tremoço/milho/aveia/soja/trigo/soja/trigo e rotação R2- trigo/soja. O delineamento experimental é em blocos casualizados com quatro repetições. Em agosto de 2005, durante os cultivos de tremoço e de trigo, respectivamente, haviam sido previamente cultivados em R1 e R2, foram coletadas amostras de solo deformadas e indeformadas, nas camadas de 0-5, 5-10, 10-15, 15-25, 25-35 e 35-50 cm de profundidade. As amostras indeformadas foram coletadas para determinação da densidade do solo utilizada para o cálculo dos estoques de C e N, expressos em Mg/ha. E as amostras deformadas, para determinação de C e N. As repetições experimentais, de aproximadamente 500 mg, foram prensadas em pastilhas de 1 cm de diâmetro e 2 mm de espessura para estudos de fluorescência induzida por laser (FIL). A área dos picos de fluorescência a 530 nm foi dividida pelo teor de C nas amostras para a estimativa do grau de humificação (H_{FIL}) da MOS. Mais detalhes sobre a técnica e condições analíticas são descritos por Milori et al. (2006).

Resultados e Discussão

Os estoques de C e N foram alterados pelos sistemas de manejo do solo e de culturas (Tabela 1). Considerando os teores de N em todo o perfil de solo (0-50 cm) foi observada a seguinte ordem decrescente de estoques

Tabela 1. Estoques de C e N em sistemas de manejo do solo e rotação de culturas.

Camadas (cm)	N Mg/ha									
	PCR1	PCR2	PDR1	PDR2	R1	R2	PC	PD		
0-5	1,30	1,03	1,59	1,36	1,44	1,20	1,16	1,47		
5-10	1,26	0,83	1,36	1,23	1,31	1,03	1,05	1,29		
10-15	1,28	1,01	1,10	1,16	1,19	1,09	1,14	1,13		
15-25	2,06	1,68	1,99	1,93	2,02	1,81	1,87	1,96		
25-35	1,21	1,10	1,48	1,52	1,34	1,31	1,16	1,50		
35-50	1,45	1,60	1,73	1,76	1,59	1,68	1,52	1,75		
N total 0-50	8,55	7,25	9,23	8,97	8,89	8,11	7,90	9,10		
	PDR1-PCR1	PCR2-PCR1	PDR2-PCR2	PDR2-PDR1	R2-R1	PD-PC				
contrastes Mg/ha	0,68	-1,30	1,72	-0,26	-0,78	1,20				
N kg/ha/ano (15 anos)	45	-86	114	-17	-52	80				

Camadas (cm)	C Mg/ha									
	PCR1	PCR2	PDR1	PDR2	R1	R2	PC	PD		
0-5	12,04	12,72	15,40	17,20	13,72	14,96	12,38	16,30		
5-10	11,68	12,12	12,22	13,81	11,95	12,97	11,90	13,01		
10-15	11,54	12,19	12,03	11,99	11,79	12,09	11,87	12,01		
15-25	18,03	21,12	18,25	18,37	18,14	19,74	19,58	18,31		
25-35	11,97	13,57	12,58	13,09	12,27	13,33	12,77	12,83		
35-50	17,08	15,81	15,27	21,77	16,18	18,79	16,45	18,52		
C total 0-50	82,34	87,54	85,75	96,22	84,05	91,88	84,94	90,98		
	PDR1-PCR1	PCR2-PCR1	PDR2-PCR2	PDR2-PDR1	R2-R1	PD-PC				
contrastes Mg/ha	3,40	5,20	8,68	10,47	7,84	6,04				
C kg/ha/ano (15 anos)	227	346	578	698	522	403				

PC: plantio convencional; PD: plantio direto; R1: tremoço/milho/aveia/soja/trigo/soja; R2: trigo/soja.

de N: PDR1 > PDR2 > PCR1 > PCR2. Os contrastes entre tratamentos permitiram avaliar os efeitos dos sistemas de manejo e de culturas sobre os estoques de N no solo. Neste sentido, foram observados aumentos nos estoques de N quando o PD foi comparado ao PC, tanto em R1 (680 kg/ha) quanto em R2 (1720 kg/ha). Por outro lado, foram observadas reduções nos estoques de N no solo quando R2 foi comparada a R1 dentro de um mesmo sistema de manejo. Assim, o estoque de N foi reduzido em 1300 kg/ha em R2 em relação a R1 no PC, enquanto no PD essa redução foi de apenas 260 kg/ha. Quando comparadas às médias dos sistemas de culturas, verifica-se um decréscimo de 780 kg/ha de N em R2 em relação a R1. As médias dos sistemas de manejo do solo indicaram um aumento de 1200 kg/ha de N no PD em relação ao PC, o que significa, considerando o período de 15 anos, uma taxa média de aumento de N de 80 kg/ha/ano. De modo geral, constata-se que o uso de R2 reduziu os estoques de N, particularmente quando associado ao PC.

Os estoques de C, por sua vez, se comportaram de forma inversa à observada para os estoques de N (Tabela 2). Quando considerados os estoques totais (0-50 cm) foi observada a seguinte ordem decrescente: PDR2 > PCR2 > PDR1 > PCR1. Esse ordenamento indica que o acúmulo de C esteve associado com sistema R2. O PD também desempenha papel importante na determinação dos estoques, porém o uso de R1 reduz o estoque de C em relação ao PC com o uso de R2. As médias de sistemas de culturas indicaram um acúmulo de 522 kg/ha/ano de C em R2 em relação a R1. No caso dos sistemas de manejo do solo o acúmulo médio foi de 403 kg/ha/ano do PD em relação ao PC. O grau de humificação da MOS também foi influenciado pelos sistemas de manejo do solo e de culturas (Tabela 2).

O H_{LIF} tendeu a aumentar da camada superficial para as camadas mais profundas do solo, em função da adição de restos culturais na superfície do solo. Em relação aos sistemas de manejo do solo, observa-se que o H_{LIF} foi maior no PC em relação ao PD, indicando que a MOS no PC é mais recalcitrante do que no PD. Esse comportamento pode ser atribuído ao aumento da decomposição da MOS lábil com as operações de preparo do solo, de modo que a fração recalcitrante remanescente passa a compreender uma fração maior do estoque de MOS. No caso dos sistemas de

Tabela 2. Grau de humificação da MOS em sistemas de manejo do solo e rotação de culturas.

Camadas (cm)	Grau de humificação (H_{LIF})							
	PCR1	PCR2	PDR1	PDR2	R1	R2	PC	PD
0-5	22	21	18	17	19	20	22	18
5-10	27	23	23	21	22	25	25	22
10-15	25	24	24	25	24	24	24	24
15-25	34	26	28	28	27	31	30	28
25-35	49	37	43	40	39	46	43	42
35-50	57	52	56	36	44	57	55	46

PC: plantio convencional; PD: plantio direto; R1: tremoço/milho/aveia/soja/trigo/soja/trigo/soja; R2: trigo/soja.

culturas, o H_{LIF} indicou maior humificação da MOS em R1 em relação a R2, principalmente nas camadas mais profundas do solo. A presença de plantas de cobertura e adubação verde em R1, aumenta a taxa de decomposição da MOS, contribuindo para o aumento do grau de humificação da MOS, em relação a R2 que apresenta apenas culturas comerciais. Esses resultados são consistentes com aqueles obtidos em outras áreas experimentais e com o uso de outras técnicas (Milori et al., 2002; 2006; Bayer et al., 2002), mostrando a coerência das observações.

Conclusões

Os estoques de C e N no solo são influenciados pelos sistemas de manejo do solo e das culturas, com o N e o C sendo aumentados com a maior intensidade na rotação e na sucessão de culturas, respectivamente. Quando comparados tanto no plantio direto quanto no convencional. O sistema de manejo do solo determina o estoque de N enquanto o estoque de C é mais influenciado pelo sistema de manejo das culturas. O menor grau de humificação em plantio direto indica maior suscetibilidade a decomposição da MOS acumulada no sistema.

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**, v. 238, p. 133 -140, 2002.

CASTRO FILHO, C.; HENKLAIN, J. C.; VIEIRA, M. J.; CASÃO JUNIOR, R. Tillage methods and soil and water conservation in southern Brazil. **Soil Till. Res.**, 20:271-283, 1991.

CASTRO FILHO, C.; LOURENÇO, A.; GUIMARAES, M. F.; FONSECA, I. C. B. Aggregate stability under different soil management systems in a red latosol in the State of Parana Brazil. **Soil Till. Res.**, v. 65, p. 45-51, 2002.

DERPSCH, R.; ROTH, C. H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, U. **Controle da Erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo**. Londrina: GTZ – IAPAR, 1991. p. 272.

SISTI, C. P. J.; DOS SANTOS, H. P.; KOHHANN, R.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil. **Soil Till. Res.** v. 76, p. 39-58, 2004.

MILORI, D. M. B. P.; MARTIN-NETO, L.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; BAGNATO, V. S. Humification degree of soil humic acids determined by fluorescence spectroscopy. **Soil Science**, v. 167, p. 739-749, 2002.

MILORI, D. M. B. P.; GALETI, H. V. A.; MARTIN-NETO, L.; DIECKOW, J.; GONZALEZ-PEREZ, M.; BAYER, C.; SALTON, J. Organic matter study of whole soil samples using laser-induced fluorescence spectroscopy. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 70(1), p. 57-63, 2006. .