



Atributos químicos de um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo

Silvino Guimarães Moreira⁽¹⁾; Luís Ignácio Prochnow⁽²⁾; Volnei Pauletti⁽³⁾; Jorge de Castro Kiehl⁽⁴⁾; Carine Gregório Machado Silva⁽⁵⁾; Bruno Montoani Silva⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Professor; Universidade Federal de São João del Rei; Sete Lagoas, MG, silvino@ufsj.edu.br; ⁽²⁾ Pesquisador; International Plant Nutrition Institute – IPNI; Piracicaba, SP; ⁽³⁾ Professor; Universidade Federal do Paraná; Curitiba, PR; ⁽⁴⁾ Professor; Universidade de São Paulo; Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"; ⁽⁵⁾ Mestranda; Universidade Federal de São João del Rei; Sete Lagoas, MG.

RESUMO: Com o objetivo de avaliar o efeito de métodos de preparo nos atributos químicos de um Latossolo Vermelho Distrófico, desenvolveu-se o presente estudo, em Ponta Grossa, PR. O solo foi submetido há 12 anos sob diferentes métodos de preparo (sistema de semeadura direta - SSD, sistema de semeadura convencional - SSC, preparo mínimo - PM e SSD/escarificação a cada 3 anos). Em amostras das camadas de 0,00-0,05, 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m determinaram-se os teores de macronutrientes e os valores de pH e matéria orgânica (MO). Nas amostras de folhas determinaram-se os teores de macronutrientes. Os valores de pH, saturação por bases, teores de K, Ca, Mg não foram modificados pelos sistemas de preparo. Por sua vez, os teores de P, carbono e MO da camada superficiais foram inversamente proporcionais à intensidade do preparo do solo, sendo maiores no SSD. Com exceção do P, em que a concentração nas folhas de soja foi maior no SSD, comparado aos sistemas com maior revolvimento (SSC e PM), a concentração dos macronutrientes não variou com os métodos de preparo.

Termos de indexação: plantio direto, matéria orgânica, carbono orgânico.

INTRODUÇÃO

Resultados de pesquisas de longa duração em diversas localidades têm demonstrado aumento na camada superficial do solo dos teores de MO (Bayer et al., 2002a; Bayer et al., 2002b; Santiago et al., 2008; Motschenbacher et al., 2014) e dos valores de pH, devido principalmente à calagem superficial (Teixeira et al., 2003; Caires et al., 2005; Fonseca et al., 2010). Teores de MO e P mais elevados no SSD em relação ao SSC se devem à decomposição mais lenta dos resíduos vegetais na superfície em decorrência das menores temperaturas e aeração do solo, face ao não revolvimento no SSD (Moreira, 2003). Desenvolveu-se o presente trabalho com objetivo de avaliar o efeito de métodos de preparo em alguns atributos químicos de um Latossolo Vermelho Distrófico de Ponta Grossa, PR, submetido há 12 anos sob diferentes métodos de preparo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental, pertencente à Fundação ABC, situada no município de Ponta Grossa, PR, sobre um Latossolo Vermelho Distrófico típico A moderado, muito argiloso. O clima da região é subtropical úmido (cfb) mesotérmico, com verões frescos e geadas severas e freqüentes no inverno. A temperatura média do mês mais quente é de 22°C, e do mais frio, 18°C, sem estação seca. No local do experimento o relevo é plano. Antes da instalação do experimento, o solo foi cultivado durante muitos anos sob SSC com baixa utilização de insumos. No inverno de 1988 realizou-se a correção do solo com a aplicação de 7300 kg ha⁻¹ de calcário, o qual foi incorporado a 0,35 m de profundidade com arado de aiveca. Outras duas aplicações superficiais de calcário de 2000 kg ha⁻¹ cada foram realizadas antes dos cultivos de inverno dos anos de 1992 e 1994. As características químicas das amostras de terra coletadas em 1989, após a calagem de 1988, são apresentadas na **Tabela 1**.

O experimento de campo foi instalado no verão de 1990. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso (três blocos), com parcelas subdivididas. O tamanho das parcelas correspondeu a 8 m x 25 m (200 m²). Cada parcela constituiu-se de aproximadamente 20 linhas, espaçadas de 0,40 m (16 plantas por metro), com área útil de 10 linhas centrais de 4 m de comprimento. Os tratamentos principais consistiram de quatro métodos de preparo do solo e os secundários, de três profundidades de amostragens (0,00-0,05, 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m). Os sistemas de preparo foram: SSD; SSC, constando de uma aração com arado de discos (\cong 0,20 m) e uma gradagem com grade niveladora (\cong 0,10 m), antes dos cultivos de verão e inverno de cada ano; PM, consistindo de uma gradagem com grade aradora (\cong 0,17 m) e duas com grade niveladora (\cong 0,10 m), antes dos cultivos de verão e inverno de cada ano; SSD/preparo - SSD com escarificação de cerca de 0,30 m, a cada três anos (inverno). Realizaram-se as escarificações nos anos de 1990, 1992, 1995, 1999 e 2002. Os dados apresentados no presente estudo são referentes às avaliações realizadas na safra de 2001/2002, ou seja, 12 anos após a instalação do experimento.



Maiores detalhes sobre o histórico da área, bem como detalhes específicos sobre a condução das lavouras, coletas, preparo e determinações nas amostras de solo e folhas são apresentados em Moreira (2003). Os dados foram submetidos a análises de variância e testes de média para a comparação dos tratamentos. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diferentemente de outros resultados obtidos fora do Brasil, em que os valores de pH da camada superficial são geralmente menores nos solos sob SSD em relação ao SSC, os valores de pH não foram modificados pelos sistemas de preparo (**Tabela 2**). A diminuição dos valores de pH em solos cultivados sob SSD é provocada pela aplicação de elevadas doses de fertilizantes nitrogenados, em locais com monocultivos de milho e/ou com rotações com predomínio de gramíneas (Bowman & Halvorson, 1998; Follett & Peterson, 1988; Juo et al., 1995). Nessa situação, a ausência de revolvimento da camada arável faz com que os íons H^+ produzidos durante o processo de nitrificação e os ácidos orgânicos formados durante a mineralização da MO acumulem na superfície (Bowman & Halvorson 1998). A acidificação da camada superficial dos solos cultivados sob SSD no Brasil é controlada pela calagem em superfície (Caires et al., 2003; Caires et al., 2005), além de ser evitada pela inclusão da soja na rotação em praticamente todas as áreas sob SSD, evitando-se a monocultura de milho.

Os teores de P das camadas superficiais foram inversamente proporcionais à intensidade do preparo do solo (**Tabela 2**), sendo maiores no solo sob SSD. Os teores médios da camada de 0,00-0,20 m também foram maiores no SSD, comparado ao SSC, sendo de 59 e 32 $mg\ dm^{-3}$, respectivamente. Esses resultados eram esperados, pois à medida que aumenta-se a intensidade de preparo eleva-se o contato do P aplicado como fertilizante com as partículas do solo (Sidiras & Pavan, 1985) e, conseqüentemente, aumenta a probabilidade de sua fixação aos colóides do solo. No SSD, a ausência de revolvimento do solo diminui a superfície de contato do P aplicado com os colóides e, desse modo, reduz as reações de fixação do P, aumentando sua disponibilidade. Além disso, no SSD há aumento das formas de P orgânico causado pelo aumento da MO.

Os teores de C e MO da camada superficial foram mais elevados no SSD em relação ao SSC (**Tabela 2**). Teores de MO mais elevados no solo sob SSD em relação ao SSC estão relacionados à decomposição mais lenta dos resíduos vegetais na superfície (Bayer et al., 2002a e Bayer et al.,

2002b,c; Franchini et al., 2002) em decorrência das menores temperaturas e aeração do solo, face ao não revolvimento no SSD, uma vez que a quantidade de material vegetal introduzida é a mesma em ambos os sistemas. No SSC, o revolvimento do solo acelera a decomposição da MO porque aumenta a aeração do solo e a atividade dos microorganismos (Bayer et al., 2002b,c; Franchini et al., 2002; Sidiras & Pavan, 1985).

Com exceção do P, em que a concentração nas folhas de soja foi maior no SSD, comparado aos sistemas com maior revolvimento (SSC e PM), a concentração dos macronutrientes não variou com os métodos de preparo (**Tabela 3**). O aumento do P no solo sob SSD, comparado ao solo sob SSC foi o principal responsável pela elevação da concentração de P nas folhas de soja.

CONCLUSÕES

A ausência de preparo do solo permitiu acumular maiores teores de MO e P na camada superficial do solo sob SSD e também aumentar a concentração de P nas folhas de soja.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP pelo apoio financeiro para desenvolvimento do projeto e à Fundação ABC por ceder a área para o estudo. À FAPEMIG e à Fundação Agrisus pelo apoio financeiro para participação no congresso.

REFERÊNCIAS

- BAYER, C.; DICK, D.P.; RIBEIRO, G.M.; SCHEUERMANN, K.K. Carbon stocks in organic matter fractions as affected by land use and soil management, with emphasis on no-tillage effect. *Ciência Rural*, v.32, n.3, p.401-406, 2002a.
- BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; ERNANI, P.R.. Stocks and humification degree of organic matter fractions as affected by no-tillage on a subtropical soil. *Plant and Soil*, v.238, p.133-140, 2002b.
- BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; ERNANI, P.R.. Tillage and cropping system effects on soil humic acid characteristic as determined by electron spin resonance and fluorescence spectroscopies. *Geoderma*, v.105, p.81-92, 2002c.
- BOWMAN, R.A.; HALVORSON, A.D. Soil Chemical after nine years of differential N fertilization in a no-till dryland wheat-corn-fallow rotation. *Soil Science*, v.163, n.2, p.21-247, 1998.
- CAIRES, E.F., ALLEONI, L.R.F., CAMBRI, M.A., BARTH, G. Surface application of lime for crop grain production under a no-till system. *Agronomy Journal*. 97. 791-798, 2005.



CAIRES, E.F.; BLUM, J.; BARTH, G.; GARBUIO, F.J.; KUSMAN, M.T. Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema de plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 27, 275-286, 2003.

FOLLETT, R.F.; PETERSON, G.A. Surface soil nutrient distribution as affected by wheat- fallow tillage systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52, 141-147, 1988.

FONSECA, A.F.; CAIRES, E.F.; BARTH, G. Extraction methods and availability of micronutrients for wheat under a no-till system with a surface application of lime. *Sci. agric.* 67. 60-70, 2010.

FRANCHINI, J.C.; PAVAN, M.A.; MIYAZAWA, M.; TORRES, E.; SARAIVA, O.F. Pontencial de utilização de resíduos vegetais. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 14., 2002. Os descaminhos do uso da água na agricultura brasileira; Palestra. Cuiabá: SBCS/UFMT, 2002 CD-ROM.

JUO, A.S.R.; DABIRI, A.; FRANZLUEBBERS, A.J. Acidification of kaolinitic alfisol under cropping with nitrogen fertilization in West Africa. *Plant and Soil*, v. 171, p.245-253, 1995.

MOREIRA, S.G. Formas químicas no solo e disponibilidade de micronutrientes à soja em sistema de semeadura direta. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2003, 147p. (Tese Doutorado).

MOTSCHENBACHER, J. M.; BRYE, K. R.; ANDERS, M.M.; GBUR, E. E. Long-term rice rotation, tillage, and fertility effects on near-surface chemical properties in a silt-loam soil. *Nutrient Cycling Agroecosystems*. 100.77-94, 2014.

SANTIAGO, A. DE; QUINTERO, J. M.; DELGADO, A. Longterm effects of tillage on the availability of iron, copper, mangaanese, and zinc in Spanish Vertisol. *Soil & Tillage Research*. 98.100-107, 2008.

SIDIRAS, N.; PAVAN, M.A. Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.9, n.2, p.249-254, 1985.

TEIXEIRA, I.R.; SOUZA, C.M. de; BORÉM, A.; SILVA, G.F. da. Variação dos valores de pH e dos teores de carbono orgânico, cobre, mangânes, zinco e ferro em profundidade em argissolo vermelho-amarelo, sob diferentes sistemas de preparo do solo. *Bragantia*. 62. 119-126, 2003.



Tabela 1. Propriedades químicas do LATOSSOLO VERMELHO, em diferentes profundidades, no ano de 1989, após a calagem (antes da instalação do experimento).

Prof.	pH _(CaCl2)	P ¹	MO	K	Ca	Mg	V
m		mg dm ⁻³	g dm ⁻³		mmol _c dm ⁻³		%
0,00-0,10	5,6	6	35	3,7	37,5	29,6	59,6
0,10-0,20	4,5	3	30	1,3	13,5	9,4	28,3
0,20-0,30	4,3	0	23	0,8	6,5	4,9	16,6

¹ Resina

Tabela 2. Atributos químicos de um Latossolo Vermelho cultivado sob diferentes métodos de preparo por 12 anos consecutivos, em diferentes profundidades (médias de três repetições).

Método de Preparo ¹	pH CaCl ₂	P resina	MO	C ²	K	Ca	Mg	CTC	V
		mg dm ⁻³	g dm ⁻³			mmol _c dm ⁻³			%
0,00-0,05 m									
SSD	5,6 Aa ³	83 Aa	58 Aa	37,2 Aa	4,4 Aa	71,3 Aa	28,3 Aa	136,7 Aa	75 Aa
SSC	5,9 Aa	39 Ab	46 Ac	26,9 Ab	4,1 Aa	45,0 Aa	19,0 Aa	104,1 Aa	65 Aa
PM	6,0 Aa	42 Aab	51 Abc	30,3 Ab	4,4 Aa	48,7 Aa	20,0 Aa	106,4 Aa	69 Aa
SSD/prep.	5,5 Aa	60 Aab	56 Aab	36,2 Aa	4,0 Aa	50,0 Aa	22,3 Aa	115,0 Aa	66 Aa
0,05-0,10 m									
SSD	5,5 Aa	78 Aa	44 Ba	26,5 Ba	3,2 Aa	54,7 Aa	21,7 Aa	114,2 Aa	70 Aa
SSC	5,6 Aa	32 Ab	45 Aa	26,5 Aa	2,8 Aa	41,7 Aa	17,3 Aa	99,2 Aa	62 Aa
PM	6,0 Aa	40 ABab	49 Aa	28,9 Aa	3,0 Aa	45,7 Aa	19,3 Aa	102,3 Aa	66 Aa
SSD/prep.	5,5 Aa	44 Aab	43 Ba	27,9 Ba	2,6 Aa	46,7 Aa	19,0 Aa	102,9 Aa	66 Aa
0,10-0,20 m									
SSD	5,9 Aa	37 Ba	40 Ba	22,7 Ca	2,9 Aa	40,7 Aa	18,7 Aa	100,6 Aa	62 Aa
SSC	5,8 Aa	29 Aa	44 Aa	24,2 Aa	2,7 Aa	43,7 Aa	17,7 Aa	100,4 Aa	63 Aa
PM	5,9 Aa	22 Ba	39 Ba	22,9 Ba	2,7 Aa	40,0 Aa	18,0 Aa	94,4 Aa	64 Aa
SSD/prep.	5,4 Aa	41 Aa	41 Ba	23,2 Ca	2,0 Aa	41,3 Aa	14,7 Aa	97,3 Aa	58 Aa
C.V	6,7%	20,3%	6,2%	4,9%	7,7%	18,2%	12,6%	9,6%	7,6%

⁽¹⁾ SSD: sistema de semeadura direta; SSC: sistema de semeadura convencional - uma aração com arado de discos (\cong 0,20 m) e uma gradagem com grade niveladora (\cong 0,10 m), antes dos cultivos de verão e inverno a cada ano; PM: preparo mínimo - uma gradagem com grade aradora (\cong 0,17 m) e duas com grade niveladora (\cong 0,10 m), antes dos cultivos de verão e inverno de cada ano; SSD/prep.: SSD com escarificação (\cong 0,30 m) a cada três anos (inverno). ⁽²⁾ carbono determinado por combustão via seca. ⁽³⁾ Letras minúsculas comparam métodos de preparo dentro de cada profundidade e as maiúsculas comparam profundidades dentro de cada método de preparo, pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 3. Concentração de macronutrientes nas folhas de soja, em função de métodos de preparo do solo (médias de três repetições).

Preparo ¹	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg ⁻¹					
SSD	40,5 a ²	3,3 a	27,3 a	7,9 a	3,7 a	2,4 a
SSC	39,9 a	2,5 b	29,9 a	8,6 a	3,6 a	2,4 a
PM	36,6 a	2,4 b	26,2 a	9,1 a	3,5 a	2,0 a
SSD/prep.	42,4 a	3,0 ab	26,3 a	6,9 a	3,3 a	2,5 a

⁽¹⁾ SSD: sistema de semeadura direta; SSC: sistema de semeadura convencional - uma aração com arado de discos (\cong 0,20 m) e uma gradagem com grade niveladora (\cong 0,10 m), antes dos cultivos de verão e inverno a cada ano; PM: preparo mínimo - uma gradagem com grade aradora (\cong 0,17 m) e duas com grade niveladora (\cong 0,10 m), antes dos cultivos de verão e inverno de cada ano; SSD/prep.: SSD com escarificação (\cong 0,30 m) a cada três anos (inverno). ⁽²⁾ Valores seguidos da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.