

# SEÇÃO VI - MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA

## PROPRIEDADES QUÍMICAS DE UM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO DE CERRADO SOB DIFERENTES USOS E MANEJOS<sup>(1)</sup>

Z. M. SOUZA<sup>(2)</sup> & M. C. ALVES<sup>(3)</sup>

### RESUMO

Na fazenda experimental da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (UNESP), no estado do Mato Grosso do Sul, foi realizado um estudo com o objetivo de avaliar as modificações de propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distrófico sob vegetação de cerrado, para diferentes condições de uso e manejo da terra. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com seis tratamentos e 10 repetições, constando dos seguintes usos e manejos: plantio direto com culturas anuais; preparo convencional com culturas anuais; cultivo mínimo com culturas anuais; vegetação natural (cerrado); área com pastagem e área com cultura de seringueira. Foram analisadas as seguintes propriedades químicas: cálcio, magnésio, potássio e alumínio trocáveis, fósforo extraível, pH em  $\text{CaCl}_2$ , matéria orgânica, soma de bases (S) e CTC efetiva, nas profundidades de 0,0-0,1; 0,1-0,2 e 0,2-0,4 m. Os sistemas plantio direto e cultivo mínimo levaram a acúmulos significativos de matéria orgânica, fósforo, potássio, magnésio e cálcio no solo. Foram verificadas, nesses sistemas, elevação do pH, maior CTC efetiva, soma de bases e diminuição no teor de alumínio, em relação aos demais sistemas. Os sistemas pastagem e seringueira apresentaram reduções nos teores de matéria orgânica, fósforo, potássio, magnésio, cálcio, diminuição do pH, menor CTC efetiva, soma de bases e aumento do teor de alumínio, quando comparados à vegetação natural. Os sistemas plantio direto e cultivo mínimo apresentaram melhores condições de qualidade ao solo, pois, além da melhoria nas condições químicas do solo, a matéria orgânica manteve-se em níveis similares aos do sistema natural.

**Termos de indexação:** manejo do solo, agroecossistemas, matéria orgânica.

---

<sup>(1)</sup> Parte da Tese de Mestrado do primeiro autor, apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Sistemas de Produção da Faculdade de Engenharia – UNESP. Financiado pela FAPESP. Recebido para publicação em novembro de 2000 e aprovado em setembro de 2002.

<sup>(2)</sup> Mestrando do Departamento de Ciência do Solo e Engenharia Rural, Faculdade de Engenharia – UNESP. Campus de Ilha Solteira (SP), Caixa Postal 31, CEP 15385-000 Ilha Solteira (SP). Bolsista da FAPESP. E-mail: zigomar@fcav.unesp.br

<sup>(3)</sup> Professora Assistente-Doutor, Departamento de Ciência do Solo e Engenharia Rural, Faculdade de Engenharia, UNESP. E-mail: mcalves@agr.feis.unesp.br

**SUMMARY:** *CHEMICAL PROPERTIES OF A RED CERRADO LATOSOL UNDER DIFFERENT USE AND MANAGEMENT CONDITIONS*

*This study was conducted at the Experimental Station of the Faculdade de Engenharia (UNESP), Ilha Solteira County, Mato Grosso do Sul State, Brazil, with the aim of evaluating chemical modifications in a Red Latosol under cerrado, subjected to different use and management systems. A completely randomized design with six treatments and 10 replications was used. The treatments of use and management were: no-tillage with annual crops, conventional system with annual crops, minimum tillage with annual crops, native vegetation (cerrado), pasture, and rubber tree crop. The following chemical attributes were evaluated: extractable phosphorus, potassium, magnesium, calcium, pH in CaCl<sub>2</sub>, ECEC, sum of bases (S), exchangeable aluminum and organic matter at depths of 0.0-0.1; 0.1-0.2 and 0.2-0.4 m. No-tillage and minimum tillage system led to significant increases of organic matter, phosphorus, potassium, magnesium, and calcium in the soil. In relation to the other systems, the pH, ECEC, and sum of bases were also higher, while the aluminum content was lower in the soil. Pasture and rubber tree crop systems reduced the organic matter, phosphorus, potassium, magnesium and calcium contents, pH, ECEC, sum of bases, and increased the aluminum content, compared to the native vegetation system. No tillage and minimum tillage systems entailed a better soil quality, since they did not only improve the chemical soil conditions, but also maintained the organic matter at similar levels as in the native vegetation system.*

*Index terms: soil management, agroecosystems, organic matter.*

## INTRODUÇÃO

No Brasil, de maneira geral, a vegetação natural vem sendo substituída por culturas agrícolas, pastagens e espécies florestais de rápido crescimento, notadamente nas áreas sob vegetação de cerrado. Essa mudança na utilização do solo provoca um desequilíbrio no ecossistema e nas propriedades intrínsecas da nova vegetação, uma vez que o manejo adotado influenciará os processos físico-químicos e biológicos do solo, modificando suas características e, muitas vezes, precipitando sua degradação.

O manejo adequado dos nutrientes do solo é tão mais importante, quanto maior for a remoção desses do sistema ou, quando a taxa de remoção excede a taxa natural de substituição. Assim, em condições naturais, a remoção é balanceada com a reposição natural, formando um ciclo fechado e equilibrado. Em condições artificiais, quando os nutrientes são retirados do sistema na forma de produtos vegetais, a reposição (adubação) é tanto mais importante quanto mais exportadora for a atividade adotada (Alvarenga, 1996).

Os solos do cerrado apresentam grandes limitações ao cultivo, graças à sua baixa fertilidade natural (Lopes, 1983). Os solos da região apresentam elevado potencial para a agricultura mecanizada intensiva, uma vez corrigidas as suas deficiências químicas, mostrando, sob vegetação natural, propriedades físicas favoráveis (Cerri et al., 1991). Vários trabalhos têm demonstrado modificações das características químicas do solo sob diferentes usos e manejo (Muzilli, 1983; Centurion et al., 1985;

Sidiras & Pavan, 1985; Centurion, 1988; Eltz et al., 1989; Testa et al., 1992; De Maria & Castro, 1993; Castro, 1995; Bayer & Bertol, 1999).

O estudo das transformações que ocorrem no solo, resultantes do uso e manejo, é de grande valia na escolha do sistema mais adequado para que se recupere a potencialidade do solo (Fernandes, 1982). Bayer & Mielniczuk (1997), estudando as características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de culturas, verificaram que a utilização de sistemas de manejo do solo sem revolvimento e a alta adição de resíduos culturais por cinco anos promoveram aumento nos teores de carbono orgânico total e na CTC do solo, com reflexos na maior retenção de cátions, indicando ser viável a recuperação de solos degradados, a médio prazo, por meio do uso de sistemas de manejo adequados.

Normalmente, observa-se maior teor de fósforo, potássio, cálcio e magnésio na camada superficial do solo sob sistemas sem revolvimento, em comparação ao do preparo convencional, decorrente da pouca mobilização do solo, que mantém o adubo residual na profundidade de aplicação, e da imobilidade e baixa solubilidade dos compostos de fósforo, sobretudo em solos de natureza ácida e com altos teores de argila e metais, como o ferro e o alumínio (Muzilli, 1983; De Maria & Castro, 1993; Castro, 1995; Selles et al., 1997).

A importância da matéria orgânica em relação às características químicas, físicas e biológicas é amplamente reconhecida. A sua influência sobre as características do solo e a sensibilidade às práticas

de manejo determinam que a matéria orgânica seja considerada uma das principais propriedades na avaliação da qualidade do solo (Doran & Parkin, 1994).

Considerando a influência dos diferentes tipos de usos e manejos sobre as propriedades do solo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as modificações em algumas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distrófico de cerrado sob diferentes usos e manejos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", situada à margem direita do rio Paraná, no município de Selvíria (MS), localizada nas coordenadas geográficas 20° 22' S e 51° 22' W. O tipo climático, segundo Köppen, é Aw, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, estando a umidade relativa dos meses mais chuvosos entre 60 e 80 % (Demattê, 1980). A vegetação original encontrada na área foi descrita como sendo do tipo cerrado, e o solo da área em estudo foi previamente classificado como Latossolo Vermelho-Escuro álico textura argilosa (Demattê, 1980). Com base no levantamento detalhado efetuado por Demattê (1980) e no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), o solo utilizado no presente trabalho foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso A moderado hipodistrófico, álico, caulínítico, férrico, compactado, muito profundo, moderadamente ácido (LVd).

Optou-se pelo delineamento experimental inteiramente casualizado, pelo fato de ser a classe taxonômica de solo homogênea em toda área de estudo. Utilizaram-se seis tratamentos e 10 repetições, os quais corresponderam a seis diferentes áreas: cerrado (vegetação natural), cultivo mínimo - escarificação e gradagem leve - (culturas anuais), pastagem (*Brachiaria decumbens*), preparo convencional - gradagem pesada (aradora) e gradagem leve (niveladora) - (culturas anuais), plantio direto (culturas anuais), área com seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.). As áreas com plantio direto e cultivo mínimo têm sido utilizadas com estes sistemas de preparo há oito anos, as com preparo convencional e seringueira 16 anos e a de pastagem conta com 20 anos desde sua instalação. O tamanho de cada área de estudo foi de 1 ha, sendo as amostras coletadas ao acaso em três profundidades (0,0-0,1; 0,1-0,2 e 0,2-0,4 m).

A área com vegetação natural, onde predominam as formas arbustivas em solo profundo, pouco fértil, conhecida como cerrado, foi desmatada em 1978, sendo, em 1990, instalados o sistema plantio direto

e o cultivo mínimo. O plantio direto e o cultivo mínimo apresentaram uma seqüência de culturas com leguminosas e gramíneas, tais como: feijão (*Phaseolus vulgaris*), milho (*Zea mays* L.), soja (*Glycine max* (L) Merrill) e aveia preta (*Avena strigosa* Schieb), enquanto o manejo de plantas invasoras tem sido efetuado com herbicidas. Efetuou-se a calagem antes da instalação dos sistemas plantio direto, cultivo mínimo e preparo convencional, com o objetivo de elevar a saturação por bases a 60 %. As culturas de feijão, milho e soja receberam uma adubação anual de 200 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 4-30-10, enquanto a área de pastagem (*Brachiaria decumbens*) e seringueira só recebeu calagem e adubação.

Para cada área em estudo, a amostragem de solo foi realizada em outubro de 1999, efetuando-se as seguintes determinações: fósforo assimilável, pelo método da resina; potássio, pelo método fotométrico, utilizando ácido clorídrico 0,05 mol L<sup>-1</sup>; cálcio, magnésio e alumínio trocáveis, extraídos com resina trocadora de íons e determinados por espectrofotometria de absorção atômica. O pH foi avaliado em solução de CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol L<sup>-1</sup>, usando potenciômetro (EMBRAPA, 1997). A matéria orgânica foi determinada conforme o procedimento descrito por Raij & Quaggio (1983).

Os resultados foram avaliados por meio da análise de variância. Quando os resultados da análise de variância foram significativos, aplicou-se o teste de Tukey a 5 % de para a comparação de médias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os maiores valores de fósforo e potássio foram observados nos tratamentos preparo convencional, cultivo mínimo e plantio direto, em todas as profundidades amostradas, os quais não diferiram estatisticamente entre si, com exceção do cultivo mínimo na profundidade de 0,0 a 0,1 m. Entretanto, esses valores diferiram dos obtidos nos demais sistemas (Quadro 1). Esses resultados eram esperados, uma vez que os três primeiros sistemas envolviam o uso de culturas anuais, nas quais foram feitas adubações com fertilizantes minerais que continham esses nutrientes.

Percebeu-se acúmulo de fósforo e potássio na superfície, bem como diminuição dos teores em profundidade para todos os sistemas estudados, o que também foi verificado por vários pesquisadores (Centurion et al., 1985; Sidiras & Pavan, 1985; Eltz et al., 1989; Alves, 1992; Bayer & Mielniczuk, 1997). Tal comportamento é explicado, segundo os autores, principalmente nos sistemas plantio direto e cultivo mínimo, respectivamente, pelo não-revolvimento e menor mobilização periódica do solo, favorecendo o

**Quadro 1. Comparação das médias de fósforo, considerando os tratamentos e as profundidades estudadas**

Tratamento	Profundidade (m)								
	0,0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	0,0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	0,0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4
	<b>Fósforo, mg dm<sup>-3</sup></b>			<b>Potássio, mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup></b>			<b>Cálcio, mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup></b>		
Cerrado	5,2 Aa	2,9 Bb	1,5 Ac	0,92 Aa	0,43 Ab	0,23 Ac	6,5 Aa	3,4 Ab	3,0 Ab
Plantio direto	30,0 Ca	14,6 Cb	6,0 Bc	5,31 Ba	2,63 Bb	1,31 Bc	47,8 Ca	25,2 Cb	18,9 Bc
Cultivo mínimo	36,6 Ba	12,6 Cb	5,8 Bc	6,66 Ba	3,73 Bb	2,12 Bc	34,7 Ba	25,1 Cb	20,5 Bc
Seringueira	4,9 Aa	2,7 Ab	1,0 Ac	0,45 Aa	0,24 Ab	0,13 Ac	7,1 Aa	5,2 ABb	3,0 Ac
Pastagem	5,0 Aa	3,0 Bb	2,2 Ab	0,82 Aa	0,32 Ab	0,15 Ac	7,5 Aa	6,9 ABb	4,9 Ac
Convencional	27,7 Ca	12,4 Cb	4,6 Bc	5,80 Ba	2,93 Bb	1,37 Bc	35,3 Ba	26,6 Cb	21,1 Bb
C.V. (%)	32,16	23,17			31,68	27,19		26,38	24,17
DMS (5 %)	4,01	3,22			2,79	1,92		5,14	3,82
	<b>Magnésio, mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup></b>			<b>pH, CaCl<sub>2</sub></b>			<b>CTC<sub>efetiva</sub>, mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup></b>		
Cerrado	2,6 Aa	1,4 Ab	1,4 Ab	3,99 Aa	3,88 Aa	3,89 Aa	52,71 Aa	46,45 Ab	43,17 Bb
Plantio direto	32,5 Ca	14,3 Cb	9,6 Cc	5,49 Ba	4,85 Ba	4,70 Ba	117,71 Da	90,14 Cb	64,75 Cc
Cultivo mínimo	14,3 Ba	8,5 Bb	4,8 Bc	5,07 Ba	4,79 Ba	4,80 Ba	93,91 Ca	76,28 Cb	62,03 Cc
Seringueira	2,4 Aa	1,5 Ab	1,4 Ab	4,05 Aa	4,09 Ba	4,17 Ba	68,16 Ba	55,93 Bb	44,93 Bc
Pastagem	2,5 Aa	2,2 Aa	1,7 Aa	4,25 Aa	4,19 Ba	4,11 Ba	43,66 Aa	34,65 Ab	30,82 Ab
Convencional	15,2 Ba	10,3 Bb	5,8 Bc	5,02 Ba	4,89 Ba	4,89 Ba	95,40 Ca	77,80 Cb	61,79 Cc
C.V. (%)	27,21	22,14		5,49	3,11		37,12	28,17	
DMS (5 %)	4,22	3,19		0,60	0,47		4,32	3,85	
	<b>Alumínio, mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup></b>			<b>SB, mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup></b>			<b>MO, g dm<sup>-3</sup></b>		
Cerrado	4,4 Da	4,7 Ba	4,9 Ba	8,71 Aa	5,25 Ab	4,37 Ab	42,4 Aa	32,8 Ab	21,5 Ac
Plantio direto	0,1 Ac	1,6 Ab	2,6 Aa	87,71 Ca	41,94 Bb	29,75 Bc	42,6 Aa	31,9 Ab	21,1 Ac
Cultivo mínimo	1,0 Bb	2,2 Aa	1,9 Aa	55,91 Ba	37,18 Bb	27,23 Bc	41,9 Aa	31,1 Ab	23,8 Ac
Seringueira	5,2 Da	4,5 Bb	4,7 Bb	10,06 Aa	5,05 Ab	4,33 Ab	26,5 Ca	21,3 Bb	16,3 Bc
Pastagem	5,6 Db	6,1 Ba	6,3 Ba	13,26 Aa	9,25 Ab	6,62 Ac	25,6 Ca	18,1 Bb	15,7 Bb
Convencional	3,2 Ca	1,7 Ac	2,2 Ab	56,20 Ba	39,90 Bb	28,29 Bc	38,9 Ba	29,9 Ab	20,5 Ac
C.V. (%)	42,17	32,11		39,61	27,32		10,10	8,46	
DMS (5 %)	1,72	1,02		3,98	2,77		7,31	4,62	

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas, nas colunas, e minúsculas, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

acúmulo de nutrientes na superfície e, no caso do fósforo, pela sua baixa mobilidade no solo (Muzilli, 1983; Centurion et al., 1985; Centurion, 1988; De Maria & Castro, 1993; Silveira & Stone, 2001).

Como não foram constatadas diferenças nos conteúdo de fósforo e potássio dos sistemas plantio direto e cultivo mínimo em relação ao convencional, nas três profundidades (exceto na camada de 0,0 a 0,1 m do cultivo mínimo, conforme antes citado), pode-se concluir que os três sistemas foram eficazes em promover uma adequada distribuição desses nutrientes no perfil. Assim, embora vários trabalhos mostrem maior acúmulo de nutrientes nos sistemas de menor revolvimento do solo em relação ao convencional, em decorrência da adição do calcário e dos fertilizantes na superfície, as avaliações de mais longo prazo, como as do presente estudo, demonstram que os sistemas plantio direto e cultivo mínimo tendem a se igualar com o passar dos anos,

conforme também foi verificado por De Maria & Castro (1993) e Castro (1995). Esta tendência à homogeneização dos sistemas pode ser explicada, segundo De Maria & Castro (1993) e Castro (1995), pela não-movimentação do solo, que proporciona a descida de nutrientes no perfil do solo por meio de canais, formados por raízes decompostas, segundo Oliveira & Pavan (1996) e Caires et al. (2000), pela ação de organismos do solo (Sidiras & Pavan (1985) e Testa et al. (1992), e por reações com complexos orgânicos (Sidiras & Pavan, 1985).

Os menores valores de fósforo e potássio foram observados nos tratamentos cerrado, pastagem e seringueira, em todas as profundidades amostradas, os quais não diferiram estatisticamente entre si. Esses valores, porém, diferiram dos obtidos nos demais sistemas de manejo, provavelmente graças à não-adubação dos sistemas pastagem e seringueira.

Para o cálcio e magnésio (Quadro 1), observou-se diferença estatística quando foram comparados os sistemas de manejo com culturas anuais e os demais sistemas e entre as profundidades de amostragem do solo. O sistema plantio direto foi o que apresentou os maiores valores médios para os atributos cálcio e magnésio, diferindo estatisticamente dos demais sistemas. Os sistemas de preparo convencional e cultivo mínimo apresentaram valores médios intermediários, não diferindo estatisticamente entre si, enquanto os sistemas pastagem, cerrado e seringueira foram os que apresentaram os menores valores médios para estes atributos, não diferindo entre si.

Verificou-se, portanto, um acúmulo desses nutrientes na superfície do solo. Nos sistemas plantio direto, cultivo mínimo e cultivo convencional, o maior valor de cálcio e magnésio na camada superficial pode ser atribuído à adição de calcário, à reciclagem de cálcio via decomposição de resíduos e ao aumento da CTC efetiva do solo, capaz de reter mais cátions nessa camada. Notou-se também, uma diminuição destes atributos em profundidade, com exceção para o magnésio no sistema de pastagem, onde este atributo teve o mesmo comportamento em ambas as profundidades de estudo. Resultados similares foram relatados por vários pesquisadores (Blevins et al., 1978; Muzilli, 1983; Almeida et al., 1985; Centurion et al., 1985; Centurion, 1988; Derpsch et al., 1991; Bayer & Mielniczuk, 1997).

Nos sistemas de preparo convencional, plantio direto e cultivo mínimo, os valores de pH situam-se em faixas mais elevadas na camada superficial do solo, não diferindo estatisticamente entre si (Quadro 1), corroborando os resultados obtidos por Guedes et al. (1979), Muzilli (1983), Centurion et al. (1985) e Centurion (1988). Os sistemas de cerrado, seringueira e pastagem apresentaram os menores valores médios para o atributo pH, não diferindo estatisticamente entre si. Todos os sistemas de manejo estudados apresentaram o mesmo comportamento do pH em profundidade, não diferindo estatisticamente entre si.

Os maiores valores médios de pH nos sistemas de preparo convencional, plantio direto e cultivo mínimo estão relacionados com o fato de ter sido realizada a correção do pH do solo nestes tratamentos. Ao contrário do que tem sido referido por vários autores (Shear & Moschler, 1969; Triplett & Doren, 1969; Blevins et al., 1978; Castro, 1995), não se constatou a ocorrência de acidificação mais acentuada nas camadas superficiais dos solos sob plantio direto. Após os vários anos de cultivo, os valores de pH constatados em plantio direto ainda se mostraram iguais ou superiores aos verificados em plantio convencional, notadamente nos primeiros 0,1 m, da camada arável.

O sistema plantio direto apresentou os maiores valores para a capacidade de troca catiônica efetiva

(CTC) em todas as profundidades, tendo diferido estatisticamente dos sistemas cultivo mínimo e convencional apenas na camada superficial (Quadro 1). O mesmo foi observado por Muzilli (1983), Almeida et al. (1985), Centurion et al. (1985) e Testa et al. (1992). Os sistemas preparo convencional e cultivo mínimo apresentaram valores médios intermediários para este atributo e não diferiram estatisticamente entre si. Já nos sistemas pastagem, cerrado e seringueira foram verificados os menores valores médios para CTC, não diferindo os sistemas pastagem e cerrado entre si, porém, diferiram do sistema seringueira. Observa-se que, em todos os sistemas de manejos estudados, houve uma redução significativa da CTC efetiva em profundidade, podendo tal fato estar aliado à redução do teor de matéria orgânica em todos os sistemas.

O maior pH e a CTC no sistema de plantio direto e cultivo mínimo estiveram associados à menor intensidade de revolvimento do solo, em virtude da não-incorporação do calcário. Resultados semelhantes foram obtidos por Centurion et al. (1985), Sidiras & Pavan (1985) e Smettem et al. (1992).

O sistema de plantio direto apresentou os menores valores de alumínio trocável na camada superficial, diferindo estatisticamente dos demais sistemas de manejo (Quadro 1). O sistema de cultivo mínimo também apresentou valores baixos para o alumínio, porém, diferiu estatisticamente do sistema plantio direto. Apesar de significativa, essa diferença não deve refletir-se em diferenças apreciáveis nos níveis de toxidez por alumínio às plantas entre os dois sistemas, uma vez que os valores médios na camada de 0,0-0,1 m são muito baixos (0,1 e 1,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>). Além disso, o pH em CaCl<sub>2</sub> é de 5,49 e 5,07 no plantio direto e cultivo mínimo, respectivamente, valores nos quais a presença de alumínio trocável é pouco expressiva. Os sistemas de cerrado, seringueira e pastagem apresentaram os maiores valores médios para o teor de alumínio, diferindo significativamente dos demais sistemas de manejo.

Tais resultados são concordantes com os de Almeida et al. (1985); Sidiras & Pavan (1985); Mendonça & Rowell (1994). Os menores valores médios de alumínio nos sistemas plantio direto e cultivo mínimo são decorrentes dos efeitos proporcionados pelas elevações no pH, na neutralização deste elemento e dos maiores teores de cátions básicos presentes na CTC efetiva do solo. Nota-se, também, com exceção do sistema de cerrado, que os demais sistemas de manejo diferiram estatisticamente em profundidade, percebendo-se, nos sistemas de preparo convencional e seringueira, uma diminuição do teor de alumínio em profundidade, porém, nos sistemas de pastagem, cultivo mínimo e plantio direto, houve aumento em relação a este atributo em profundidade.

O sistema plantio direto apresentou os maiores valores de soma de bases, diferindo estatisticamente dos demais sistemas de manejo, enquanto os

sistemas cultivo mínimo e preparo convencional apresentaram valores médios intermediários para este atributo, não diferindo estatisticamente entre si. Porém, os sistemas cerrado, seringueira e pastagem apresentaram os menores valores de soma de bases, não diferindo entre si.

Pode-se observar que os sistemas cerrado, plantio direto e cultivo mínimo apresentaram os maiores valores médios de matéria orgânica, o sistema de preparo convencional apresentou valor intermediário e os sistemas seringueira e pastagem tiveram os menores valores, nas três profundidades estudadas (Quadro 1). Conforme esperado, constatou-se uma diminuição dos teores de matéria orgânica em profundidade. Esta redução mostrou-se mais acentuada da camada superficial para as subseqüentes, estando relacionada com a maior deposição superficial de resíduos vegetais e animais, o que também foi constatado por Centurion et al. (1985), Brady (1989), Havlin et al. (1990), Derpsch et al. (1991) e Longo (1999), bem como pela natureza superficial das raízes da maioria dos vegetais (Sanchez, 1981), resultando em um teor mais elevado de matéria orgânica na superfície.

Comparando os diferentes sistemas, observa-se que, no tocante à camada superficial, os sistemas cerrado, plantio direto e cultivo mínimo não diferiram estatisticamente entre si e apresentaram os maiores teores de matéria orgânica, sendo tais resultados semelhantes aos obtidos por Carvalho et al. (1999). O manejo convencional, por outro lado, apresentou teor intermediário para este atributo, enquanto os sistemas pastagem e seringueira apresentaram os menores valores. Nestes dois sistemas, houve redução substancial nos teores de matéria orgânica em relação aos demais, provavelmente pelo uso de manejo inadequado.

A diminuição do teor de matéria orgânica nos cultivos contínuos pode ser atribuída à decomposição da matéria orgânica humificada em virtude do baixo retorno dos resíduos vegetais ao solo (Juo & Lal, 1979). Este declínio ficou bem caracterizado nos tratamentos mecanizados (convencional, seringueira e pastagem), nos quais se observou uma queda considerável de matéria orgânica na camada inferior 0,1-0,2 m.

## CONCLUSÕES

1. O uso e o manejo do solo alteraram as suas propriedades químicas.

2. Os sistemas plantio direto e cultivo mínimo levaram a acúmulos significativos de matéria orgânica, fósforo, potássio, magnésio, cálcio, elevação do pH, maior CTC, soma de bases e diminuição do teor de alumínio em relação ao sistema convencional.

3. Os sistemas pastagem e seringueira apresentaram reduções nos teores de matéria orgânica, fósforo, potássio, magnésio, cálcio, diminuição do pH, menor CTC, soma de bases e aumento do teor de alumínio quando comparados à vegetação natural.

4. Os sistemas plantio direto e cultivo mínimo apresentaram melhores condições de qualidade ao solo, uma vez que, além da melhoria nas condições químicas do solo, a matéria orgânica manteve-se em níveis similares às do sistema natural.

## LITERATURA CITADA

- ALMEIDA, E.C.; FERNANDES, B.; NOVAIS, R.F. & CONDÉ, A.R. Efeito de faixas de potencial matricial sobre o crescimento de milho em casa de vegetação. R. Bras. Ci. Solo, 9:271-276, 1985.
- ALVARENGA, M.I.N. Propriedades físicas, químicas e biológicas de um Latossolo Vermelho-Escuro em diferentes ecossistemas. Lavras, Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1996. 211p. (Tese de Doutorado)
- ALVES, M.C. Sistemas de rotação de culturas com plantio direto em Latossolo Roxo: efeitos nas propriedades físicas e químicas. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1992. 173p. (Tese de Doutorado)
- BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Nitrogênio total de um solo submetido a diferentes métodos de preparo e sistemas de cultura. R. Bras. Ci. Solo, 21:235-239, 1997.
- BAYER, C. & BERTOL, I. Características químicas de um Cambissolo Húmico afetadas por sistemas de preparo, com ênfase à matéria orgânica. R. Bras. Ci. Solo, 23:687-694, 1999.
- BLEVINS, R.L.; MURDOCK, L.W. & THOMAS, G.W. Effect of lime application on no-tillage and conventionally tilled corn. Agron. J., 70:322-326, 1978.
- BRADY, N.C. Natureza e propriedades dos solos. 7.ed. São Paulo, Freitas Bastos, 1989. 878p.
- CAIRES, E.F.; BANZATTO, D.A. & FONSECA, A.F. Calagem na superfície em sistema plantio direto. R. Bras. Ci. Solo, 24:161-169, 2000.
- CARVALHO, E.J.M.; FIGUEIREDO, M.S. & COSTA, L.M. Comportamento físico-hídrico de um Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico fase terraço sob diferentes sistemas de manejo. R. Bras. Ci. Solo, 34:257-265, 1999.
- CASTRO, O.M. Comportamento físico e químico de um Latossolo Roxo em função do seu preparo na cultura do milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1995. 174p. (Tese de Mestrado)
- CENTURION, J.F.; DEMATTÊ, J.L.I. & FERNANDES, F.M. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades químicas de um solo sob cerrado cultivado com soja. R. Bras. Ci. Solo, 9:267-270, 1985.
- CENTURION, J.F. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas de um solo argiloso sob cerrado e na cultura de milho implantada. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1988. 125p. (Tese de Doutorado)

- CERRI, C.C.; FELLER, C. & CHAUVEL, A. Evolução das principais propriedades de um Latossolo Vermelho-Escuro após desmatamento e cultivo por doze e cinquenta anos com cana-de-açúcar. *Cahier ORSTOM: Série Pédol.*, 26:37-50, 1991.
- DE MARIA, I.C. & CASTRO O.M. Fósforo, potássio e matéria orgânica em um Latossolo Roxo, sob sistemas de manejo com milho e soja. *R. Bras. Ci. Solo*, 17:471-477, 1993.
- DEMATTE, J.L.I. Levantamento detalhado dos solos do "Campus experimental de Ilha Solteira". Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1980. p.11-31.
- DERPSCH, R.; ROTH, C.; SIDIRAS, N. & KÖPKE, U. Controle de erosão no Paraná, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. *Eschborn, GTZ/IAPAR*, 1991. 272p. (Boletim, 145)
- DORAN, J.W. & PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A., eds. *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison, 1994. (Special publication, 35)
- ELTZ, F.L.F.; PEIXOTO, R.T.G. & JASTER, F. Efeito de sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Bruno Álico. *R. Bras. Ci. Solo*, 13:259-267, 1989.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de métodos de análise de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, 1999. 412p.
- FERNANDES, M.R. Alterações em propriedades de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, fase cerrado, decorrentes da mobilidade de uso e manejo. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1982. 65p. (Tese de Mestrado)
- GUEDES, L.V.M.; WILES, T.L. & VEDOATO, R.A. Ensaio de longo prazo com comparações entre plantio direto, preparo mínimo e plantio convencional. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1., Londrina, 1979. Anais. Londrina, Centro Nacional de Pesquisa do solo, 1979. p.59-65.
- HAVLIN, J.L.; KISSEL, D.E.; MADDUX, L.D.; CLAASSEN, M.M. & LONG, J.H. Crop rotation and tillage effects on soil organic carbon and nitrogen. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 54:448-452, 1990.
- JUO, A.S.R. & LAL, R. The effect of fallow and continuous cultivation on the chemical and physical properties of an Alfisol in western Nigeria. *Plant Soil*, 47:567-584, 1979.
- LOPES, A.S. Solos sob "cerrado" – características, propriedades e manejo. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fósforo, Instituto Internacional da Potassa, 162p. 1983.
- LONGO, R.M. Modificações em parâmetros físicos e químicos de Latossolos argilosos decorrentes da substituição da floresta amazônica e do cerrado por pastagens. Campinas, Universidade Estadual de Campinas, 1999. 102p. (Tese de Mestrado)
- MENDONÇA, E.S. & ROWELL, D.L. Dinâmica do alumínio e de diferentes frações orgânicas de um Latossolo argiloso sob cerrado e soja. *R. Bras. Ci. Solo*, 18:295-303, 1994.
- MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 7:95-102, 1983.
- OLIVEIRA, E.L. & PAVAN, M.A. Control of soil acidity in no-tillage system for soybean production. *Soil Till. Res.*, 38:47-57, 1996.
- RAIJ, B. van & QUAGGIO, J.A. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agronômico, 1983. 31p. (Boletim técnico, 81)
- SANCHEZ, P.A. Suelos del trópico: características y manejo. San José, IICA, 1981. 634p.
- SELLES, F.; KOCHANN, R.A.; DENARDIN, J.E.; ZENTNER, R.P. & FAGANELLO, A. Distribution of phosphorus fractions in a Brazilian Oxisol under different tillage systems. *Soil Till. Res.*, 44:23-34, 1997.
- SIDIRAS, N. & PAVAN, M.A. Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. *R. Bras. Ci. Solo*, 9:249-254, 1985.
- SHEAR, G.M. & MOSCHLER, W.W. Continuous corn by the no-tillage and continuous tillage methods: a six-year comparison. *Agron. J.*, 58:147-148, 1969.
- SILVEIRA, P.M. & STONE, L.F. Teores de nutrientes e matéria orgânica afetados pela rotação de culturas e sistema de preparo do solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 25:387-394, 2001.
- SMETTEM, K.F.; ROVIRA, A.D.; WACE, S.A.; WILSON, B.R. & SIMON, A. Effect of tillage and crop rotation on the surface stability and chemical properties of a Red-Brown Earth (Alfisol) under wheat. *Soil Till. Res.*, 22:27-40, 1992.
- TESTA, V.M.; TEIXEIRA, L.A.J. & MIELNICZUK, J. Características químicas de um Podzólico Vermelho-Escuro afetadas por sistemas de culturas. *R. Bras. Ci. Solo*, 16:107-114, 1992.
- TRIPLETT, J.G.B. & van DOREN, J.D.M. Nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization of non-tilled maize. *Agron. J.*, 61:637-639, 1969.