

# Culturas de inverno e pousio na sucessão da cultura da soja em plantio direto

Geovane Lima Guimarães<sup>1\*</sup>, Salatiér Buzetti<sup>2</sup>, Edson Cabral da Silva<sup>3</sup>, Edson Lazarini<sup>4</sup> e Marco Eustáquio de Sá<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas da Esalq, Universidade de São Paulo. Passeio Recanto, 119, 15385-000, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Ciência do Solo e Engenharia Rural, Universidade Estadual Paulista/Feis. Av. Brasil Centro, 56, 15385-000, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. <sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, doutorando da USP/Cena. <sup>4</sup>Departamento de Fitotecnia, Economia e Sociologia Rural, Unesp/Feis. \*Autor para correspondência: e-mail: glguimar@esalq.usp.br

**RESUMO.** A rotação de culturas é um importante fator nos sistemas de cultivos. O trabalho objetivou avaliar o efeito da rotação das culturas de soja e de milho, no verão, leguminosas (feijão, mucuna-preta), gramíneas (braquiária, milheto) e pousio, na entressafra, na cultura da soja no verão subsequente, e nas características químicas das camadas 0-10, 10-20 e 20-40cm, de um Latossolo Vermelho distrófico em plantio direto, nos anos agrícolas 1998/99 e 1999/2000, em Selvíria-MS. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, no qual as combinações das culturas de verão sobre as culturas de cobertura e pousio constituíram os tratamentos. A produção de massa seca das plantas de cobertura variou de 9,6 a 13,5 t.ha<sup>-1</sup>; a produtividade de grãos de soja de 3,4 a 3,8 t.ha<sup>-1</sup>, não sendo influenciada pelos tratamentos. Houve maiores retornos de N e S ao solo pela palhada de soja, na rotação soja-braquiária-soja. Os valores de matéria orgânica, pH, P, K, Ca, Mg, SB, CTC e V%, mantiveram-se em níveis mais elevados na camada de 0-10cm.

**Palavras-chave:** resíduos culturais, rotação de culturas, cobertura do solo, cerrado.

**ABSTRACT. Winter and fallow crops on soybean culture rotation in no tillage system.** The crop rotation is an important factor in no tillage system. This study aimed to evaluate soybean and corn crop rotation in summer season and common bean, velvet bean, brachiaria, millet and fallow on intercropping season to soybean grown on subsequent summer. The soil chemical characteristics of 0-10, 10-20 and 20-40cm layers, of a dystrophic haplustox in no tillage system in 1998/99 and 1999/2000 agricultural years were also evaluated. The entirely randomized design in a factorial scheme with summer crops x intercropping season and fallow set up the treatments. The dry matter weight of intercropping season was from 9.6 to 13.5 t.ha<sup>-1</sup>; the soybean grain yield was from 3.4 to 3.8 t.ha<sup>-1</sup> and it was not influenced by treatments: there were higher return of N and S to soil by soybean straw on 'soybean-brachiaria-soybean' rotation; the organic matter, pH, P, K, Ca, Mg, SB, CTC and V% values were higher on 0-10cm layer.

**Key words:** crop residues, crop rotation, soil covering, savannah soil.

## Introdução

A expansão das áreas de cultivo sob o sistema de plantio direto, em diversas regiões do território brasileiro, tem sido notável nos últimos anos, particularmente na região dos cerrados, contribuindo para a transformação dessa importante fronteira agrícola. A busca pela qualidade do solo, como base de sustentação do sistema de produção, tem despertado o desafio de compreender um sistema que, além de reduzir sensivelmente a

degradação do meio ambiente, permite maior retorno econômico ao agricultor.

A adoção do sistema de plantio direto requer vários pré-requisitos, sendo a rotação previamente planejada, o mais importante deles. Conforme Mengel e Kirkby (1987), as plantas possuem capacidades específicas de retiradas de nutrientes do solo e exploram diferentes profundidades do mesmo, fazendo que a rotação de culturas propicie a ciclagem de nutrientes de forma mais efetiva. Os resíduos de leguminosas têm grande importância como fornecedores de N, podendo

contribuir para a diminuição da acidez do solo e da relação C/N da matéria orgânica do solo, além de fazer a redistribuição do potássio (Hargrove, 1986). Em contrapartida, os resíduos das gramíneas promovem a melhoria do solo, por possuírem maior conteúdo de lignina, possibilitando aumento em ácidos carboxílicos e ácidos húmicos nos substratos (Primavesi, 1982), favorecendo a estruturação e a estabilidade dos agregados do solo (Fassbender e Bornemisza, 1994). Para a cobertura do solo e/ou suprimento inicial de palha, nas condições edafo-climáticas do cerrado, deve-se optar por espécies e cultivares que produzam quantidades elevadas de massa seca e permitam o manejo que retarde a decomposição.

O presente trabalho objetiva avaliar o efeito da rotação soja-milho culturas de cobertura e pousio, na cultura da soja e nas características químicas de um Latossolo Vermelho de cerrado, sob plantio direto.

### Material e métodos

O experimento foi conduzido num Latossolo Vermelho distrófico, localizado na fazenda experimental da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira-Unesp, em Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul (20° 22' S e 51° 22' W), com altitude média de 335 m, 1370 mm de precipitação média anual, 23,5°C de temperatura média anual, umidade relativa variando entre 70% e 80%. A área apresentava um histórico de 20 anos com cultivo convencional de milho, de soja e de feijão. O preparo inicial do solo foi realizado pelo sistema convencional (setembro/98), fazendo-se uma subsolagem a 40cm de profundidade, uma aração e duas gradagens, aplicando-se 50% do calcário antes da aração e 50% após a aração, e anteriormente à primeira gradagem; a segunda gradagem foi efetuada pouco antes da semeadura da soja e do milho (novembro/98). A calagem foi realizada na camada de 0-20cm, com o objetivo de alcançar 70% de saturação por base, incorporando-se calcário dolomítico, conforme recomendação de Rajj et al. (1996). A área experimental foi de 0,50 ha, tendo-se parcelas de 10 m x 10 m. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 4 repetições, com a combinação das culturas no verão, soja e milho; e braquiária, feijão, milho, mucuna-preta e vegetação espontânea (pousio), no inverno/primavera de 1999, após a semeadura da cultura da soja, em dezembro/1999.

O estudo do solo foi avaliado em 6 épocas de amostragens (agosto/98, fevereiro/99, agosto/99, dezembro/99, fevereiro/00 e maio/00) em 3 camadas: 0-10, 10-20 e 20-40cm. Foram realizadas a análise de variância e a comparação de médias apenas para o último cultivo de soja e, em relação ao solo, somente para a última amostragem (maio/00), sendo

analisadas a matéria orgânica (MO), pH, P, K, Ca, Mg, Al, H+Al, a saturação de bases (SB), a capacidade de troca de cátions (CTC) e V%. Isso porque o objetivo do trabalho foi verificar o efeito dos tratamentos, com a ocupação de verão versus a ocupação de inverno, na cultura da soja e no solo.

Previamente à semeadura das espécies de inverno/primavera (CI), foi executada uma dessecação das plantas daninhas com glifosate na dose de 3,0L ha<sup>-1</sup>. A semeadura foi realizada mecanicamente em 18/08/99, utilizando-se milho (25kg ha<sup>-1</sup> de sementes), *Brachiaria decumbens* (25kg ha<sup>-1</sup> de sementes), mucuna-preta (8 sementes.m<sup>-1</sup>) e feijão IAC Carioca (18 sementes.m<sup>-1</sup>). Milho e braquiária foram semeados no espaçamento de 20cm entre linhas, enquanto que a semeadura do feijão e da mucuna-preta foi realizada no espaçamento de 50cm entre linhas. A produção de matéria seca do milho foi avaliada no início da emissão de panículas, com o auxílio de uma armação metálica, coletando-se a parte aérea das plantas contidas em 1,0 m<sup>2</sup> da área útil da parcela. A determinação da massa da matéria seca efetuou-se após a secagem, em estufa com circulação forçada de ar a 65°C, e os dados transformados em t ha<sup>-1</sup> de matéria seca. Para as demais culturas (braquiária, feijão e mucuna-preta) e para a vegetação espontânea das parcelas em pousio, a avaliação de matéria seca foi realizada aos 81 dias após a semeadura, de forma similar à utilizada para avaliação do milho.

A dessecação química foi realizada, com glifosate, na dose de 3,0L ha<sup>-1</sup>, em 11/11/99, aos 83 dias após a semeadura das espécies de cobertura. Em 18/11/99, ocorreu o manejo mecânico com Triton (um tipo de roçador horizontal que promove uma distribuição uniforme da palhada na superfície do terreno). A soja foi semeada mecanicamente, em 08/12/99, utilizando-se a cultivar Liderança MG/BRS-66, de ciclo semiprecoce com 111 a 125 dias, e resistente ao nematóide do cisto – Raça 3. Para a adubação química utilizou-se 300kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 08-28-16, com 0,2% de Zn e 0,1% de B. As sementes de soja foram tratadas com fungicida Captan 750 TS (160 g.p.c./100kg de sementes) e inoculadas com turfa esterilizada na dosagem de 400 g/100kg de sementes. O controle de plantas daninhas, em pós-emergência, foi realizado por meio da aplicação do herbicida Bentazon (Basagran), na dose de 1,5L ha<sup>-1</sup>. O controle de percevejos e de lagartas deu-se com a aplicação do inseticida Endossulfân (Thiodan), na dose de 1,0L ha<sup>-1</sup>.

As avaliações realizadas foram: análise química do solo (matéria orgânica, pH, P, K, Ca, Mg e H+Al), conforme Rajj e Quaggio (1983); quantidade de matéria seca e concentração de

nutrientes nas palhadas das culturas de cobertura e de soja (Malavolta *et al.*, 1997); retorno de nutrientes ao solo, nutrientes exportados pelos grãos e produtividade de grãos.

## Resultados e discussão

### Produtividade de resíduos culturais e de grãos

Na Tabela 1, encontram-se as médias da matéria seca e a produtividade de grãos da cultura da soja após a rotação. Não houve efeito diferenciado dos tratamentos de inverno no aumento de matéria seca da soja, variando de 4675 a 5200 kg ha<sup>-1</sup>. No presente trabalho a produtividade de matéria seca do milho esteve ao redor de 13,5 t.ha<sup>-1</sup>. Tal rendimento foi superior às produtividades relatadas em trabalhos conduzidos com a cultura no cerrado, a exemplo de 9,0 t.ha<sup>-1</sup> obtidos por Salton *et al.* (1993), em experimentos realizados em Maracaju (MS). A mucuna-preta apresentou bom rendimento de matéria seca (cerca de 12 t.ha<sup>-1</sup>), levando-se em conta o seu potencial produtivo e a época de cultivo, segundo dados referenciais citados por Wutke (1993). Em experimento realizado na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Feis/Unesp, em Selvíria (MS), Arf *et al.* (1999a) obtiveram produção de matéria seca da mucuna-preta equivalente a 8,0 t.ha<sup>-1</sup>, podendo este já ser considerado um bom rendimento, para as condições do cerrado, porém, estando abaixo daqueles aqui encontrados. Outros trabalhos conduzidos por Arf *et al.* (1996) e Arf *et al.* (1999b), em Selvíria (MS), comprovam a alta capacidade de produção de matéria seca pela mucuna-preta em clima e solo de cerrado. As demais culturas braquiária e feijão, conduzidas no período de inverno/primavera, assim como a vegetação espontânea das áreas em pousio, apresentaram rendimento de matéria seca, respectivamente, da ordem de 9,6, 11,0 e 11,1 t.ha<sup>-1</sup>. Em relação à produtividade de grãos, os quais variaram de 3434 a 3803 kg ha<sup>-1</sup>, não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos, quer seja após o

cultivo com soja ou com milho, ou nos diferentes sistemas de cultivos no inverno.

**Tabela 1.** Médias e teste de Tukey referentes às produtividades de palhada e grãos (kg ha<sup>-1</sup>) pela cultura da soja após o sistema de sucessão

| Tratamentos         | Palhada               | Grãos  |
|---------------------|-----------------------|--------|
| S1                  | 5170 a <sup>(1)</sup> | 3525 a |
| S2                  | 4820 a                | 3759 a |
| Culturas no inverno |                       |        |
| Braquiária          | 5200 a <sup>(1)</sup> | 3759 a |
| Feijão              | 4675 a                | 3434 a |
| Milheto             | 5175 a                | 3565 a |
| Pousio              | 5000 a                | 3648 a |
| Mucuna-preta        | 4925 a                | 3803 a |

S1 e S2 referem-se, respectivamente, à soja cultivada sobre resíduos culturais de soja e soja cultivada sobre resíduos culturais de milho; <sup>(1)</sup> Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem pelo teste Tukey (p < 0,05)

### Exportação e retorno de nutrientes

Os resultados referentes à exportação de nutrientes pela cultura da soja encontram-se na Tabela 2. Verificou-se diferença estatística significativa apenas para K e Mg, havendo uma maior exportação destes elementos pelos grãos oriundos das parcelas que receberam milho antes das culturas no inverno, quando comparado às parcelas com soja. Quando se comparam os dados de exportação dos macronutrientes, por meio dos grãos de soja, após a ocupação de inverno, não se verificou o efeito de tais tratamentos.

Em relação ao retorno de nutrientes, ou seja, à quantidade de nutrientes contida na parte aérea menos a exportação, por meio dos grãos, houve diferenças significativas na avaliação do N e do S, obtendo os maiores retornos quando a cultura de verão anterior foi à soja. No que se refere à ocupação de inverno, para o K, o maior retorno se deu com o uso da braquiária, sendo tal retorno superior aos tratamentos em que foram usados o feijão e a mucuna-preta. Os outros tratamentos (milheto e pousio) não diferenciaram de qualquer um dos tratamentos testados. Para o retorno de S, o tratamento com braquiária, também, foi superior aos tratamentos com pousio ou com mucuna-preta. Os tratamentos com feijão e milho estiveram em um plano intermediário, não diferindo dos demais tratamentos.

**Tabela 2.** Médias e teste de Tukey referentes à exportação e retorno de nutrientes (kg ha<sup>-1</sup>), pela cultura da soja após a sucessão

| Causas da variação  | Exportação |         |         |         |                        |         | Retorno |        |          |        |         |          |
|---------------------|------------|---------|---------|---------|------------------------|---------|---------|--------|----------|--------|---------|----------|
|                     | N          | P       | K       | Ca      | Mg                     | S       | N       | P      | K        | Ca     | Mg      | S        |
| S1                  | 237,52 a   | 20,42 a | 56,85 b | 15,68 a | 8,46 b                 | 13,39 a | 69,24 a | 7,68 a | 58,77 a  | 7,59 a | 24,68 a | 11,86 a  |
| S2                  | 230,95 a   | 21,86 a | 63,46 a | 15,51 a | 10,46 a                | 12,12 a | 57,38 b | 7,14 a | 54,74 a  | 7,86 a | 25,46 a | 9,31 b   |
| Culturas no inverno |            |         |         |         |                        |         |         |        |          |        |         |          |
| Braquiária          | 238,73 a   | 22,01 a | 60,64 a | 15,47 a | 11,80 a <sup>(1)</sup> | 14,54 a | 62,40 a | 8,36 a | 72,97 a  | 8,30 a | 24,58 a | 14,11 a  |
| Feijão              | 231,04 a   | 20,21 a | 54,74 a | 15,93 a | 8,15 a                 | 12,33 a | 58,56 a | 6,45 a | 46,30 b  | 7,00 a | 23,19 a | 10,02 ab |
| Milheto             | 237,78 a   | 20,85 a | 61,69 a | 15,27 a | 9,54 a                 | 12,59 a | 70,64 a | 7,85 a | 60,38 ab | 7,82 a | 25,99 a | 10,60 ab |
| Pousio              | 230,04 a   | 21,20 a | 61,77 a | 15,83 a | 8,90 a                 | 12,11 a | 60,35 a | 6,95 a | 57,29 ab | 7,64 a | 26,20 a | 9,05 b   |
| Mucuna-preta        | 233,60 a   | 21,44 a | 61,94 a | 15,48 a | 8,92 a                 | 12,20 a | 64,59 a | 7,44 a | 46,83 b  | 7,87 a | 25,41 a | 9,16 b   |

S1 e S2 referem-se, respectivamente, à soja cultivada sobre resíduos culturais de soja e soja cultivada sobre resíduos culturais de milho; <sup>(1)</sup> Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem pelo teste Tukey (p < 0,05)

### Efeitos dos tratamentos na fertilidade do solo

Na Tabela 3, encontram-se os resultados da análise química do solo, feita antes da instalação do experimento. A evolução da fertilidade do solo pode ser observada na Tabela 4, evidenciando-se um discreto aumento nos teores de matéria orgânica na profundidade 0-10cm, explicado pela ausência de revolvimento do solo e conseqüente deposição superficial dos restos de culturas, condizentes com resultados verificados por Muzilli (1983), Eltz *et al.* (1989) e Alves (1992). Resultados similares foram encontrados por Bayer e Scheneider (1999) no Rio Grande do Sul (RS), os quais demonstraram que a utilização do plantio direto, durante 3-7 anos, resultou num incremento nos conteúdos de matéria orgânica entre 25% e 108% na camada de 0-2,5cm, e entre 18% e 52%, na camada de 0-10cm, se comparado ao solo sob preparo convencional. Esses resultados reforçam a premissa de que a recuperação dos teores de matéria orgânica, além de ser dependente da palhada utilizada e das condições edafo-climáticas, ocorre em função do tempo de adoção do sistema.

Para o pH do solo, de modo geral, os valores encontrados ficaram abaixo de 5,6, o que sugere, segundo Caires *et al.* (2000), a necessidade de calagem superficial. Sousa (1998), contudo, preconizou que a acidez do solo não é um problema, quando a saturação por bases estiver em torno de 50% e o pH em água próximo de 6,0, condições essas próximas das encontradas no presente trabalho. Nesse caso, os dados estiveram entre 4,8 e 5,1, o que demonstra o não-efeito do uso do solo mediante as

ocupações de verão (soja e milho) e as coberturas utilizadas no inverno. Para a profundidade, houve diferenças nos valores de acidez, com aumento nas camadas inferiores, devido, provavelmente, ao uso do calcário a menores profundidades que 20cm (Guedes *et al.*, 1978; Pauletti *et al.*, 1995).

As médias dos teores de fósforo não sofreram influência dos diversos tratamentos. Houve redução em profundidade, provavelmente em função da adubação fosfatada e da palhada terem sido concentradas superficialmente, de acordo, também, com o relatado por Unger (1991), o qual relaciona a concentração superficial do P à sua pouca mobilidade no solo, ficando próximo à região de decomposição do material vegetal. Outros fatores, como a presença de raízes e de maiores teores de matéria orgânica nas camadas mais superficiais, podem ter induzido o aumento da atividade microbiana e da atividade da enzima fosfatase, aumentando a eficiência da reciclagem do elemento na região, conforme também concluíram Dick (1983) e Ball-Coelho *et al.* (1993). Normalmente tem-se constatado que, em condições de plantio direto, o acúmulo de P na camada superficial não afeta negativamente a nutrição da planta, desde que haja suficiente umidade para as raízes absorverem o nutriente. Além disso, a absorção de P aumenta ao longo do tempo, em função do maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas nessa camada e da maior mineralização de formas orgânicas de fósforo, consoante o descrito por Sousa (1998).

**Tabela 3.** Resultados da análise química para avaliação inicial da fertilidade do solo

| Camada | MO                 | pH CaCl <sub>2</sub> | P resina            | K   | Ca | Mg | H + Al                             | SB | CTC | V  |
|--------|--------------------|----------------------|---------------------|-----|----|----|------------------------------------|----|-----|----|
| cm     | G dm <sup>-3</sup> |                      | mg dm <sup>-3</sup> |     |    |    | mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> |    |     | %  |
| 0-10   | 28                 | 5,1                  | 21                  | 1,8 | 26 | 11 | 31                                 | 38 | 69  | 55 |
| 10-20  | 27                 | 4,9                  | 16                  | 0,6 | 23 | 7  | 34                                 | 30 | 64  | 47 |
| 20-40  | 24                 | 4,7                  | 5                   | 0,3 | 15 | 2  | 31                                 | 17 | 48  | 36 |

**Tabela 4.** Médias e teste de Tukey referentes à MO (g dm<sup>-3</sup>); pH (CaCl<sub>2</sub>); P (mg dm<sup>-3</sup>); K, Ca, Mg, H + Al, Al, SB, CTC (mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) e V (%), nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40cm, após a colheita da soja

| Tratamentos         | MO   | pH    | P    | K <sup>a</sup> | Ca   | Mg   | H + Al | SB     | CTC    | V    |
|---------------------|------|-------|------|----------------|------|------|--------|--------|--------|------|
| S1                  | 26 a | 4,8 a | 9 a  | 0,5 a          | 18 a | 6 a  | 34 a   | 25,2 a | 62,0 a | 40 b |
| S2                  | 23 a | 5,0 a | 9 a  | 0,4 a          | 19 a | 6 a  | 27 b   | 25,5 a | 52,9 b | 47 a |
| Culturas no inverno |      |       |      |                |      |      |        |        |        |      |
| Braquiária          | 25 a | 4,8 a | 8 a  | 0,6 a          | 17 a | 6 a  | 33 a   | 24,3 a | 57,4 a | 41 a |
| Feijão              | 24 a | 4,9 a | 10 a | 0,5 a          | 18 a | 6 a  | 32 a   | 25,4 a | 57,2 a | 43 a |
| Milheto             | 26 a | 4,9 a | 9 a  | 0,4 a          | 19 a | 6 a  | 33 a   | 25,1 a | 57,9 a | 43 a |
| Pousio              | 25 a | 5,1 a | 8 a  | 0,4 a          | 21 a | 6 a  | 28 a   | 28,1 a | 56,9 a | 47 a |
| Mucuna              | 23 a | 5,0 a | 9 a  | 0,4 a          | 18 a | 6 a  | 29 a   | 25,3 a | 53,9 a | 45 a |
| Profundidade (cm)   |      |       |      |                |      |      |        |        |        |      |
| 0-10                | 30 a | 5,2 a | 15 a | 0,8 a          | 25 a | 10 a | 32 a   | 35,2 a | 64,4 a | 55 a |
| 10-20               | 25 b | 4,9 b | 10 b | 0,4 b          | 19 b | 6 b  | 30 a   | 26,2 b | 59,7 b | 43 b |
| 20-40               | 22 c | 4,7 c | 3 c  | 0,3 c          | 12 c | 3 c  | 29 a   | 15,5 c | 45,9 c | 34 c |

S1 e S2 referem-se, respectivamente, à soja cultivada sobre resíduos culturais de soja e soja cultivada sobre resíduos culturais de milho; <sup>a</sup> Dados transformados em  $(x + 0,5)^{1/2}$ ; <sup>(b)</sup> Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

Houve efeito nos teores de K apenas quando foram comparadas as profundidades. A tendência ao acúmulo superficial e à redução dos teores de K, em profundidade, foi relatada por Alves (1992), em um Latossolo Roxo, sob plantio direto, assim como por Sá (1993), Mullins (1995), Franzluebbbers e Hons (1996) e Klutchcouski (1998). Isso está ligado, provavelmente, à adubação superficial e à reciclagem feita pelo sistema radicular. Para Ca e Mg ocorreu a mesma tendência, nas profundidades estudadas, havendo maiores teores na profundidade 0-10cm, decrescendo nas profundidades subseqüentes. Segundo Muzilli (1981), o Mg, embora possa ser afetado pela lixiviação de ânions, se faz presente em quantidades relativamente menores que o cálcio, sendo esperado menor efeito ou do sistema de cultivo ou da localização dos fertilizantes sobre sua acumulação e distribuição no solo. Para a acidez potencial, houve efeito dos sistemas de cultivo de verão, onde foram obtidos valores mais elevados com o cultivo da soja em relação ao cultivo com milho, podendo a atividade microbiana (fixação de N<sub>2</sub>) ter contribuído para tal.

A soma das bases trocáveis (SB) foi significativa nas profundidades, apresentando os maiores valores na camada mais superficial do solo (0-10cm), certamente em função dos teores mais elevados de K, Ca e Mg nessas camadas do solo. A análise estatística detectou diferença significativa entre as culturas do milho e da soja (ocupação de verão), além do fator profundidade. Dentre as culturas de verão, o tratamento com soja foi o que apresentou os maiores valores médios de CTC. Esta foi mais elevada na camada mais superficial do solo (0-10cm) devido à maior concentração de matéria orgânica na superfície. Em relação à saturação por bases (V%), também houve efeito significativo entre as culturas de soja e de milho, nas culturas de verão, e entre as profundidades. A maior saturação por bases foi verificada na profundidade 0-10cm, tendência também observada para todas as avaliações, exceto para a acidez potencial.

### Conclusão

Nas condições em que foi desenvolvido o presente trabalho, pode-se concluir que:

1. A produção de palhada e a produtividade de grãos, pela cultura da soja, não foram influenciadas pela sucessão de culturas;
2. Houve maior exportação de K e Mg através dos grãos de soja, quando cultivada após milho;
3. Constataram-se maiores retornos de N e S ao solo pela palhada de soja, após a soja como

cultura de verão, e de K e S após a brachiária como ocupação de inverno;

4. Os teores de matéria orgânica, pH, P, K, Ca e Mg, assim como a soma de bases trocáveis, a CTC e a saturação por bases, mantiveram-se em níveis mais elevados na profundidade 0-10cm;
5. A acidez potencial e a capacidade de troca catiônica foram incrementadas com a cultura da soja, em relação à cultura do milho e à saturação por bases diminuída.

### Referências

- ALVES, M.C. *Sistemas de rotação de culturas com plantio direto em Latossolo Roxo: efeitos nas propriedades físicas e químicas*. 1992. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1992.
- ARF, O. *et al.* Efeito da rotação de culturas, adubação verde e nitrogenada sobre o rendimento do feijão. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.34, n.11, p.2029-2036, 1999a.
- ARF, O. *et al.* Efeitos na cultura do trigo da rotação com milho e adubos verdes, na presença e na ausência de adubação nitrogenada. *Bragantia*, Campinas, v.58, n.2, p.323-334, 1999b.
- ARF, O. *et al.* Incorporação de mucuna-preta e de restos culturais de milho antes da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.31, n.8, p.563-568, 1996.
- BALL-COELHO, B. *et al.* Short and long-term phosphorus dynamics in a fertilized Ultissol under sugarcane. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Madison, v.57, p.1027-1034, 1993.
- BAYER, C.; SCHENEIDER, N.G. Plantio direto e o aumento no conteúdo de matéria orgânica do solo em pequenas propriedades rurais no município de Teutônia (RS). *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 29, n.1, p.165-166, 1999.
- CAIRES, E.F. *et al.* Calagem na superfície em sistema plantio direto. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v.24, n.1, p.161-169, 2000.
- DICK, W.A. Organic carbon, nitrogen and phosphorus concentrations and pH in soil profiles as affected by tillage intensity. *Soil Sci. Am. J.*, Madison, v.47, p.102-107, 1983.
- ELTZ, F.L.F. *et al.* Efeitos de sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Bruno álico. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 13, n.2, p.259-267, 1989.
- FASSBENDER, H. W.; BORNEMISZA, E. *Química de suelos: con énfasis en suelos de América Latina*. 2. ed. San José: IICA, 1994.
- FRANZLUEBBERS, S.; HONS, F.M. Soil – profile distribution of primary and secondary plant available nutrients under conventional and no-tillage. *Soil Tillage Res.*, Amsterdam, v.39, p.229-239, 1996.

- GUEDES L. V. M. et al. Sistema de manejo do solo de longo prazo com comparações entre plantio direto, preparo mínimo e plantio convencional. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DA SOJA, 1. 1978, Londrina. *Anais...* Londrina: Embrapa-Cnpso, 1978, v.1, p.59-65.
- HARGROVE, W. L. Winter legumes as a nitrogen source for no-till grain sorghum. *Agron. J.*, Madison, v.78, p.70, 1986.
- KLUTHCOUSKI, J. *Efeito de manejo em alguns atributos de um Latossolo Roxo sob cerrado e nas características produtivas de milho, soja, arroz e feijão, após oito anos de plantio direto*. 1998. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.
- MALAVOLTA, E. et al. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicação*. 2 ed. Piracicaba: Potafos, 1997.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. *Principles of plant nutrition*. 4. ed. Bern: International Potash Institute, 1987.
- MULLINS, G. L. Soil management under no-tillage: chemical aspects. In: Simpósio Internacional do Sistema Plantio Direto, 1. 1995, Passo Fundo. *Resumos...* Passo Fundo: Embrapa-Cnpt, 1995. p.121-125.
- MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v.7, p.97-102, 1983.
- MUZILLI, O. Manejo da fertilidade do solo. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. *Plantio Direto no Paraná*. Londrina: Iapar, 1981, p.43-57. (Circular Iapar 23).
- PAULETTI, V. et al. Avaliação da fertilidade do solo em profundidade e da palhada em áreas sob plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25. 1995, Viçosa. *Resumos Expandidos...* Viçosa: SBCS, 1995. v.4, p.1802-1803.
- PRIMAVESI, A. *O manejo ecológico do solo*. 4. ed. São Paulo: Nobel, 1982.
- RAIJ, B. V. et al. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2 ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. (Boletim técnico, 100).
- RAIJ, B. V.; QUAGGIO, J. A. *Métodos de análise de solo para fins de fertilidade*. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. (Boletim técnico, 81).
- SÁ, J.C.M. *Manejo da fertilidade do solo no plantio direto*. Castro: Fundação ABC, 1993.
- SALTON, J.C. et al. *Cultivo de primavera: alternativas para produção de palha em Mato Grosso do Sul*. Maracaju: Fundação MS, 1993. (Informativo técnico, 1).
- SOUSA, D.M.G. Principais aspectos da fertilidade do solo sob plantio direto em solos de Cerrado. In: Curso Sobre Aspectos Básicos de Fertilidade e Microbiologia do Solo Sob Plantio Direto, 1. 1998, Rio Verde. *Resumos de palestras...* Passo Fundo: Aldeia Norte, 1998. p.72-77.
- WUTKE, E. B. Adubação verde: manejo da fitomassa e espécies utilizadas no Estado de São Paulo. In: WUTKE, E.B. et al. (Coord.). *Curso sobre adubação verde no Instituto Agronômico*. Campinas: Instituto Agronômico, 1993. p.17-29. (Documentos IAC 35).
- UNGER, P.W. Organic matter, nutrient and pH distribution in no-and conventional tillage semiarid soils. *Agron. J.*, Madison, v.83, p.186-189, 1991.

Received on October 15, 2002.

Accepted on January 30, 2003.