

EFEITO DO PREPARO E DE ROTAÇÃO DE CULTURAS EM ALGUNS ATRIBUTOS QUÍMICOS DE UM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO.

EFFECTS OF SOIL TILLAGE AND CROP ROTATION SYSTEMS ON OXISOL CHEMICAL ATTRIBUTES

Pedro Marques da SILVEIRA¹; Américo Nunes da SILVEIRA NETO²; Luís Fernando STONE¹; Luiz Fernando Coutinho de OLIVEIRA²

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos de dois sistemas de preparo do solo e quatro rotações de culturas sobre alguns atributos químicos do solo. O experimento foi conduzido por cinco anos consecutivos, durante os quais se efetuaram dez cultivos, em um Latossolo Vermelho distrófico, em Santo Antônio de Goiás, GO. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e esquema fatorial 2 x 4, em parcelas subdivididas. As parcelas foram constituídas pelos sistemas de preparo: (P₁) plantio direto no plantio de primavera-verão alternado de um preparo com arado no plantio de outono-inverno e (P₂) plantio direto contínuo; e as subparcelas, pelas rotações: (R₁) milho - feijão - milho - feijão - arroz - feijão - milho - feijão - milho - feijão; (R₂) milho - feijão - soja - feijão - arroz - feijão - milho - feijão - soja - feijão; (R₃) milho - feijão - milho - feijão - arroz - feijão - milho - feijão - milho - feijão e (R₄) soja - feijão - milho - feijão - arroz - feijão - soja - feijão - milho - feijão. O plantio direto contínuo contribuiu para maiores valores de pH, Ca, Mg, P, K e matéria orgânica na camada de solo de 0-5 cm de profundidade. Os sistemas de rotação de culturas R₁ e R₂, que incluíram o milho e a soja no lugar do milho, propiciaram maiores valores de pH, Ca e Mg, e o R₁, que incluiu o maior número de cultivos de milho, propiciou maiores teores de K. Os sistemas de rotação de culturas não afetaram os teores de P e de matéria orgânica do solo.

UNITERMOS: Cerrado; Milheto; Milho; Plantio direto; Soja; Feijão.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de preparo do solo podem influir na distribuição de nutrientes no seu perfil. Preparos com menor mobilização do solo favoreceram o acúmulo de nutrientes na camada 0-5 cm de profundidade, enquanto os que mobilizam mais intensamente o solo proporcionaram distribuição mais uniforme de nutrientes na camada arável (KLEPKER; ANGHINONI, 1995).

O plantio direto não recupera os atributos químicos do solo, que nos trópicos são pobres ou deteriorados por manejo inadequado. Solos lixiviados, pobres e ácidos, como os de grande parte do cerrado, necessitam de correção antes do estabelecimento do plantio direto (KLUTHCOUSKI, 1998). Entretanto, a manutenção de restos culturais na superfície do solo

promove alterações nos atributos químicos com reflexo direto na fertilidade do solo. Os efeitos são marcantes devido à redução do processo erosivo, permitindo maior disponibilidade de nutrientes às plantas (MUZILLI, 1983).

Silveira et al. (2000) verificaram que sistemas de rotação de culturas sob plantio direto durante seis anos promoveram acúmulo significativo da matéria orgânica no solo apenas na camada de 0-5 cm. Nessa profundidade os valores de pH, Ca, Mg, P e K foram maiores no plantio direto em comparação ao preparo convencional do solo.

O sistema plantio direto (SPD) é a aplicação de um conjunto ordenado de práticas, baseado na ausência de movimentação do solo com arados e grades, permanente cobertura e rotação de culturas, visando a sustentabilidade (LANDERS, 1994). A essência do plantio

¹ Pesquisadores da Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail: pmarques@cnpaf.embrapa.br

² Professor da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás (UFG), Caixa Postal 131, CEP4970-000 Goiânia, GO.

Received: 08/03/05

Accept: 25/05/05

direto é a palha que é originada dos restos vegetais das culturas anteriores. Porém, a formação e manutenção de cobertura morta em condições de clima tropical têm sido obstáculo para o estabelecimento da semeadura direta, principalmente no caso do cerrado brasileiro. Aliado às sucessivas adubações superficiais, pode resultar em alterações nos atributos físicos e químicos do solo em profundidade (TEIXEIRA NETO, 2002).

Como o plantio direto é dependente de boa fertilidade em profundidade, cobertura e proteção da superfície do solo, sem a qual muitas das vantagens deste sistema podem deixar de existir, são necessárias ainda muitas pesquisas. Portanto a persistência dos resíduos ao longo do tempo, após a colheita, é fundamental para a cobertura do solo, o que irá influir nos atributos do solo e no escoamento superficial da água (KLUTHCOUSKI, 1998).

O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes sistemas de preparo do solo e rotações de culturas, no valor do pH e nos teores de Ca, Mg, P, K e matéria orgânica de um Latossolo Vermelho de região do cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados na área

experimental da Embrapa Arroz e Feijão, no município de Santo Antônio de Goiás, GO, cujas coordenadas geográficas são: latitude 16° 28' 00" S, longitude 49° 17' 00" O e altitude de 823 metros (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE, 1959). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com parcelas subdivididas (CHACÍN LUGO, 1997), com quatro repetições em esquema fatorial 2 x 4, sendo as parcelas constituídas por dois sistemas de manejo do solo:

P_1 = plantio direto no plantio de primavera-verão alternado de um preparo com arado no plantio de outono-inverno; e P_2 = plantio direto contínuo. As subparcelas foram constituídas por quatro rotações de culturas: R_1 = milho - feijão - milho - feijão - arroz - feijão - milho - feijão - milho - feijão; R_2 = milho - feijão - soja - feijão - arroz - feijão - milho - feijão - soja - feijão; R_3 = milho - feijão - milho - feijão - arroz - feijão - milho - feijão - milho - feijão; e R_4 = soja - feijão - milho - feijão - arroz - feijão - soja - feijão - milho - feijão.

O trabalho foi conduzido sob irrigação por aspersão, sistema pivô central, por cinco anos consecutivos, 1998 a 2003, durante os quais foram realizados dez cultivos, com as culturas de milho, milho, arroz e soja na primavera-verão e feijão no outono-inverno (Tabela 1).

Tabela 1. Seqüência dos sistemas de rotação de culturas utilizados durante cinco anos consecutivos nos tratamentos: plantio direto no plantio de primavera-verão alternado de um preparo com arado no plantio de outono-inverno e plantio direto contínuo.

Rotação	Ano agrícola/Cultivo									
	98/99		99/00		00/01		01/02		02/03	
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º
R_1	Milheto-feijão		milheto-feijão		arroz-feijão		milheto-feijão		milheto-feijão	
R_2	Milheto-feijão		soja-feijão		arroz-feijão		milheto-feijão		soja-feijão	
R_3	Milheto-feijão		milho-feijão		arroz-feijão		milheto-feijão		milho-feijão	
R_4	soja-feijão		milho-feijão		arroz-feijão		soja-feijão		milho-feijão	

A aração do solo, no tratamento P_1 , foi realizada no plantio de outono-inverno devido ao fato de que no inverno são bem menores as chances de ocorrer erosão laminar provocada pela água das chuvas como acontece no verão, visto que as precipitações pluviais são praticamente nulas neste período. A aração foi efetuada com arado de três aivecas comuns de 12 polegadas, operando na profundidade de 30 cm.

No plantio direto foi usada uma semeadora-adubadora apropriada, provida de discos de corte de

palhada, de sulcadores com haste para adubação, e de discos duplos desencontrados para semeadura.

Em todas as quatro rotações foi efetuado o plantio do feijoeiro em cinco cultivos de outono-inverno. O arroz foi semeado em um único cultivo, o milho em dois cultivos, e a soja e o milho em quatro cultivos.

O milho, cultivar BR 3123, foi semeado nos dias 30/11/99 (3º cultivo) e 28/11/02 (9º cultivo), no espaçamento de 0,90 m entre linhas e cerca de seis a sete sementes por metro. A adubação de base foi de 400

kg ha⁻¹ utilizando-se a fórmula 5-30-15 e a adubação em cobertura de 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio, em ambos os cultivos, usando como fonte o sulfato de amônio, 30 dias após emergência. Todos os plantios de milho foram consorciados com adubo verde (*Calopogonium mucunoides*), que foi semeado entre as fileiras do milho, aos 46 dias (3º cultivo) e 41 dias (9º cultivo) após o plantio da cultura.

O plantio da soja foi feito nos dias 24/11/98 (1º cultivo) com a cultivar Doko, 23/11/99 (3º cultivo) com a cultivar Crixás e 27/11/01 (7º cultivo) e 15/12/02 (9º cultivo) com a cultivar Conquista, utilizando-se 15 sementes por metro, no espaçamento de 0,45 m entre linhas. A adubação de base foi de 400 kg ha⁻¹ da fórmula 0-20-20 em todos os cultivos.

O milheto, cultivar BN-2, foi semeado nos dias 3/12/98 (1º cultivo), 22/11/99 (3º cultivo), 28/11/01 (7º cultivo) e 26/11/02 (9º cultivo), no espaçamento de 0,22 m entre linhas. Em todos os cultivos a adubação de base foi de 400 kg ha⁻¹ da fórmula 5-30-15.

O arroz foi semeado no dia 5/12/00 (5º cultivo) com a cultivar Bonança, utilizando-se 70 a 80 sementes por metro, no espaçamento de 0,30 m entre linhas. A adubação de base foi de 400 kg ha⁻¹ da fórmula 4-30-16 mais 30 kg ha⁻¹ de FTE BR-12. Em cobertura foram aplicados 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio, usando como fonte a uréia, parcelados em duas aplicações, aos 30 e 50 dias após emergência.

Os plantios de feijão foram feitos nos dias 22/06/99 (2º cultivo), 19/06/00 (4º cultivo), 3/07/01 (6º cultivo), 11/06/02 (8º cultivo) e 26/06/03 (10º cultivo) com a cultivar Pérola, no espaçamento de 0,45 m entre linhas e 16 a 17 sementes por metro. A adubação de base foi de 400 kg ha⁻¹ da fórmula 5-30-15, em todos os cultivos. No 4º cultivo foram aplicados 20 kg ha⁻¹ de FTE Br-12. Em cobertura foram aplicados 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio (2º e 4º cultivos), 60 kg ha⁻¹ (6º cultivo) e 50 kg ha⁻¹ (8º e 10º cultivos).

A análise química do solo, anterior à instalação do experimento, apresentou os seguintes resultados analíticos: pH (H₂O) = 5,4; Ca = 2,07 cmolc kg⁻¹; Mg = 0,55 cmolc kg⁻¹; P = 6,5 mg kg⁻¹; K = 70 mg kg⁻¹; M.O. = 16,4 g kg⁻¹ e a análise granulométrica do solo: areia = 440 g kg⁻¹; silte = 140 g kg⁻¹ e argila = 420 g kg⁻¹. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico conforme Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1999).

Foram realizadas determinações do pH (H₂O), Ca, Mg, P, K e da matéria orgânica (M.O.). As amostras

para análise química foram coletadas nas profundidades de 0-5 cm, 5-10 cm e 10-30 cm, considerando dez amostras simples para formar uma amostra composta. As coletas foram realizadas em outubro de cada ano, antes do plantio de primavera-verão.

O pH foi determinado em água (1:2,5). O Ca e o Mg foram extraídos do solo em KCl a 1M e o fósforo e potássio em solução de Mehlich 1 (HCl a 0,5 N + H₂SO₄ a 0,025 N). A matéria orgânica foi determinada pelo método de Walkley Black, após o último cultivo. As determinações laboratoriais foram realizadas de acordo com métodos apresentados pela Empresa Brasileira de Pesquisa agropecuária (1997).

Fez-se a análise de variância conjunta dos cinco anos em cada profundidade de solo, empregando-se o programa STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM (1990) e compararam-se as médias pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade (SCOTT; KNOTT, 1974).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância conjunta para os atributos químicos avaliados revelou efeitos significativos dos fatores preparo do solo e rotação de culturas e para a interação entre cada um destes e o ano de cultivo, embora para nem todas as profundidades. Como a tendência de comportamento desses atributos foi semelhante ao longo dos anos, para efeito de discussão, foram consideradas as médias dos anos para comparar os efeitos dos diferentes sistemas de preparo do solo e das rotações de culturas nos teores dos nutrientes e da matéria orgânica do solo.

Com relação ao pH do solo, os sistemas de preparo não diferiram na camada 0-5 cm de profundidade, entretanto, nas demais profundidades, os maiores valores dessa variável ocorreram no tratamento P₁ (Tabela 2). Todos os valores de pH situaram-se na classe medianamente ácida, segundo a classificação proposta pela Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás (1988). No tratamento P₁, em todas as três profundidades, os valores de pH foram iguais a 5,6. Pela mobilização do solo, a operação de aração no tratamento P₁, uniformizou o valor desse atributo químico. Já no tratamento plantio direto contínuo, houve decréscimo do valor de pH com o aumento da profundidade do solo. Silveira e Stone (2001) também encontraram valores de pH do solo sob plantio direto, nas camadas mais profundas, menores que no solo preparado com arado.

Tabela 2. Valores médios^{1/} de pH, Ca, Mg, P e K obtidos em dois sistemas de preparo do solo, quatro sistemas de rotação de culturas e cinco anos de cultivo, nas profundidades 0-5 cm, 5-10 cm e 10-30 cm

Atributo químico do solo	Preparo do solo ²		Rotação de culturas ³			
	P ₁	P ₂	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
0-5 cm						
pH em água	5,6 a	5,5 a	5,7 a	5,7 a	5,5 b	5,4 b
Ca (cmol _c kg ⁻¹)	16,2 b	22,0 a	19,7 b	22,4 a	18,7 b	17,7 b
Mg (cmol _c kg ⁻¹)	5,5 b	7,4 a	7,0 a	6,7 a	6,2 a	6,0 a
P (mg kg ⁻¹)	10,2 b	20,0 a	16,1 a	14,7 a	16,3 a	13,3 a
K (mg kg ⁻¹)	109,6 a	113,4 a	124,7 a	98,0 b	127,5 a	95,6 b
5-10 cm						
pH em água	5,6 a	5,4 b	5,6 a	5,6 a	5,4 b	5,3 b
Ca (cmol _c kg ⁻¹)	16,2 a	17,2 a	17,1 a	17,8 a	16,8 a	15,2 a
Mg (cmol _c kg ⁻¹)	5,6 a	5,4 a	5,8 a	6,1 a	5,3 b	4,6 b
P (mg kg ⁻¹)	12,0 b	18,2 a	15,4 a	13,1 a	18,1 a	13,5 a
K (mg kg ⁻¹)	89,7 a	88,0 a	102,9 a	80,9 b	100,4 a	102,9 a
10-30 cm						
pH em água	5,6 a	5,3 b	5,5 a	5,6 a	5,4 b	5,2 b
Ca (cmol _c kg ⁻¹)	16,1 a	13,1 b	14,5 a	15,3 a	15,4 a	13,3 a
Mg (cmol _c kg ⁻¹)	5,3 a	3,9 b	4,7 a	5,3 a	4,7 a	3,8 a
P (mg kg ⁻¹)	8,8 a	10,6 a	8,7 a	8,8 a	10,3 a	11,0 a
K (mg kg ⁻¹)	74,9 a	69,0 a	80,8 a	77,5 a	69,3 b	60,2 b

^{1/}Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

^{2/}P₁ - Plantio direto no plantio de primavera-verão alternado de um preparo com arado no plantio de outono-inverno;

P₂ - Plantio direto contínuo;

^{3/}R₁ - milho - feijão - milho - feijão - arroz - feijão - milho - feijão - milho - feijão;

R₂ - milho - feijão - soja - feijão - arroz - feijão - milho - feijão - soja - feijão;

R₃ - milho - feijão - milho - feijão - arroz - feijão - milho - feijão - milho - feijão;

R₄ - soja - feijão - milho - feijão - arroz - feijão - soja - feijão - milho - feijão.

Os sistemas de preparo do solo diferiram quanto aos teores de Ca e Mg apenas nas profundidades 0-5 cm e 10-30 cm (Tabela 2). Os maiores valores destes nutrientes foram encontrados na profundidade 0-5 cm do plantio direto contínuo. Estes resultados confirmaram os obtidos por Silveira *et al.* (2000), mostrando a concentração desses nutrientes nas camadas superficiais do solo sob plantio direto.

Os valores de pH do solo, Ca e Mg foram afetados pelos sistemas de rotação de culturas, embora para nem todas as profundidades. Ao comparar os sistemas de rotação de culturas, verificou-se que, de modo geral, os maiores valores de pH, Ca e Mg foram obtidos nas rotações de culturas R₁ e R₂, que diferiam das rotações R₃ e R₄ por incluírem, respectivamente, o milho e a soja, em lugar do milho. Silveira e Stone. (2001) constataram maiores valores de pH e Ca em todas as profundidades de solo estudadas, para o sistema de rotação que incluiu a soja. Estes autores observaram que,

o fato da soja não ter recebido adubação nitrogenada em cobertura, contribuiu para minimizar a reacidificação do solo causada por essa adubação. Os menores valores de pH do solo nas rotações R₃ e R₄, que continham milho, e que receberam nitrogênio em cobertura, confirmam os resultados de Paiva *et al.* (1997) que observaram que a adubação sucessiva com sulfato de amônio acarretou a redução dos teores de bases trocáveis do solo.

Houve efeito do sistema de preparo sobre o teor de P do solo. Os maiores teores de P foram observados no tratamento plantio direto contínuo e nas camadas superficiais do solo. Acumulações superficiais de P no plantio direto, sobretudo nos primeiros 5 cm de profundidade de dois solos, Latossolo Roxo distrófico e Latossolo Vermelho-Escuro distrófico argiloso, foram encontradas por Muzilli (1983). Segundo o autor, esse acúmulo se explica pela imobilidade e baixa solubilidade dos compostos de P, sobretudo em solos de natureza ácida e com altos teores de argila e metais pesados. Silveira *et*

al. (2000) também encontraram acumulações superficiais de P em Latossolo Vermelho-Escuro distrófico de cerrado, sob plantio direto por cinco anos consecutivos.

Os teores de P do solo, em todas as profundidades, não foram afetados pelos sistemas de rotação de culturas. Resultados similares também foram relatados por Silveira e Stone (2001).

Os sistemas de preparo do solo não diferiram quanto aos valores de K nas profundidades amostradas, possivelmente, dada a maior mobilidade do elemento no solo. Porém, analisando o perfil do solo percebeu-se que, ambos os sistemas de preparo apresentaram maiores valores de K na profundidade 0-5 cm e decréscimo na concentração deste nutriente com o aumento da profundidade de amostragem. Resultados mostrando que os teores de potássio foram mais elevados nas camadas superficiais do preparo reduzido, foram encontrados por De Maria e Castro (1993). Segundo estes autores, a permanência do material vegetal na superfície do solo dos preparos reduzidos, provavelmente, afetou a distribuição do potássio no perfil do solo.

Os teores de potássio trocável foram afetados pelos sistemas de rotação de culturas. Nas camadas amostradas, os maiores valores deste nutriente ocorreram no sistema de rotação de culturas R₁ na qual foram realizados quatro cultivos de milho. Resultados

mostrando o milho como a cultura que propiciou maior acúmulo de potássio ao solo para o cultivo seguinte foram obtidos por Oliveira, Carvalho e Moraes (2002).

Em 0-5 cm de profundidade, os valores de K no solo foram menores nas rotações que incluíam a soja. Silveira e Stone (2001) obtiveram resultado semelhante e justificaram como sendo diferenças de exportação de K pelos grãos, considerando as diferentes rotações e produtividades obtidas, e às diferentes doses de K₂O aplicadas.

Os teores de matéria orgânica foram afetados pelos sistemas de preparo do solo. Nas profundidades amostradas, os teores deste atributo químico foram maiores no plantio direto contínuo (Tabela 3). Estes resultados confirmam os resultados por Valpassos et al. (2001), mostrando que o plantio direto contínuo propiciou aumento no teor de matéria orgânica do solo.

Apesar das diferentes culturas aportarem diferentes quantidades de matéria seca, os teores de matéria orgânica no solo não foram afetados pelos sistemas de rotação de culturas, corroborando com os resultados obtidos por Silveira e Stone (2001). Isto deve ter ocorrido, provavelmente, devido às condições climáticas da região, com verão quente e úmido e inverno com temperaturas médias acima de 20°C, aliadas à prática da irrigação, favorecendo a rápida mineralização do material orgânico e minimizando as diferenças entre as culturas.

Tabela 3. Valores médios¹ da matéria orgânica (M.O.) em razão de dois sistemas de preparo do solo e quatro sistemas de rotação de culturas, nas camadas 0-5 cm, 5-10cm e 10-30 cm de profundidade.

Atributo químico	Profundidade do solo (cm)	Preparo do solo ²		Rotação de culturas ³				Média
		P ₁	P ₂	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
M.O. (g kg ⁻¹)	0-5	16,2 b	16,5 a	16,5 a	16,5 a	16,2 a	16,5 a	16,4 A
	5-10	14,5 b	15,4 a	15,0 a	15,0 a	15,0 a	14,9 a	14,9 B
	10-30	12,1 b	12,4 a	12,2 a	12,2 a	12,5 a	12,4 a	12,3 C

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

²P₁ - Plantio direto no plantio de primavera-verão alternado de um preparo com arado no plantio de outono-inverno;

P₂ - Plantio direto contínuo;

³R₁ - milho - feijão - milho - feijão - arroz - feijão - milho - feijão - milho - feijão;

R₂ - milho - feijão - soja - feijão - arroz - feijão - milho - feijão - soja - feijão;

R₃ - milho - feijão - milho - feijão - arroz - feijão - milho - feijão - milho - feijão;

R₄ - soja - feijão - milho - feijão - arroz - feijão - soja - feijão - milho - feijão.

CONCLUSÕES

O plantio direto contínuo contribui para maiores valores de pH, Ca, Mg, P, K, e M.O. na camada 0-5 cm de profundidade do solo.

Os sistemas de rotação de culturas que incluem milho e soja no lugar de milho propiciam maiores valores

de pH, Ca e Mg do solo.

O sistema de rotação de culturas que inclui maior número de cultivos de milho propicia maiores teores de K do solo.

Os sistemas de rotação de culturas não afetam os teores de P e matéria orgânica do solo.

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effects of soil tillage and crop rotation systems on soil chemical attributes. The experiment was conducted for five consecutive years with ten crop seasons in a Dystrophic Red Latosol in Santo Antonio de Goiás, GO in a completely randomized design with four replications arranged in a 2 x 4 factorial split plot. Tillage systems were assigned to plots: (P₁) no-tillage followed by plowing and (P₂) continuous no-tillage; and crop rotation was assigned to subplots: (R₁) millet - common bean - millet - common bean - rice - common bean - millet - common bean - millet - common bean, (R₂) millet - common bean - soybean - common bean - rice - common bean - millet - common bean - corn - common bean, (R₃) millet - common bean - millet - common bean - rice - common bean - corn - common bean, and (R₄) soybean - common bean - corn - common bean - rice - common bean - soybean - common bean - corn - common bean. Continuous no-tillage contributed to higher values of pH, Ca, Mg, P, K and soil organic matter in 0-5 cm soil surface layer. R₁ and R₂ crop rotation systems, that included millet and soybean instead corn, showed the highest values of pH, Ca, and Mg, and R₁, that included the highest number of millet cultivation, showed the highest values of K. Crop rotation systems did not affect P and soil organic matter contents.

UNITERMS: Cerrado; Millet; Corn; No-tillage; Soybean; Common bean.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHACÍN LUGO, F. B. **Cursos de avances recientes en el diseño y análisis de experimentos.** Caracas: Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, 1997. 145 p.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DE GOIÁS. **Recomendações de corretivos e fertilizantes para Goiás: 5ª aproximação.** Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 1998. 101 p. (Convênio Informativo Técnico, 1).

DE MARIA, I. C.; CASTRO, O. M. de. Fósforo, potássio e matéria orgânica em um Latossolo Roxo, sob sistemas de manejo com milho e soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 471-477, maio/ago. 1993.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo.** 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília: Embrapa-SPI, 1999. 412 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Enciclopédia dos municípios brasileiros.** Rio de Janeiro, 1959. 475 p.

KLEPKER, D.; ANGHINONI, I. Características físicas e químicas do solo afetadas por métodos de preparo e modos de adubação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, n. 3, p. 395-401, set./dez. 1995.

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. 179 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1998.

LANDERS, J. N. **Fascículos de experiências de plantio direto no cerrado.** Goiânia: APDC, 1994. 261 p.

MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 95-102, jan./abr. 1983.

OLIVEIRA, T. K. de; CARVALHO, G. J. de; MORAES, R. N. S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1079-1087, ago. 2002.

PAIVA, P. J. R.; FURTINI NETO, A. E.; VALE, F. R. do; FAQUIN, V. Efeito do manejo do solo sobre os teores e matéria orgânica, nitrogênio mineral, fósforo e bases trocáveis. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 21, n. 1, p. 35-43, jan./mar. 1997.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. Accouter analysis methods for grouping means in the analysis of variants. **Biometrics**, Raleigh, v. 30, n. 3, p. 507-512, Sept. 1974.

SILVEIRA, P. M. da; STONE, L. F. Teores de nutrientes e de matéria orgânica afetados pela rotação de culturas e sistema de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 387-394, abr./jun. 2001.

SILVEIRA, P. M. da; ZIMMERMANN, F. J. P.; SILVA, S. C. da; CUNHA, A. A. da. Amostragem e variabilidade espacial de características químicas de um Latossolo submetido a diferentes sistemas de preparo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 10, p. 2057-2064, out. 2000.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **SAS/ETS user's guide, version 6**. Cary, 1990. 560 p.

TEIXEIRA NETO, M. L. **Efeito de espécies vegetais para cobertura, no sistema plantio direto na região dos cerrados, sobre as propriedades do solo**. 2002. 151 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2002.

VALPASSOS, M. A. R.; CAVALCANTE, E. G. S; CASSIOLATO, A. M. R.; ALVES, M. C. Effects of soil management systems on soil microbial activity, bulk density and chemical properties. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 12, p. 1539-1545, dez. 2001.