

Propriedades químicas em Latossolo Amarelo de Cerrado do Piauí sob diferentes sistemas de manejo¹

Chemical properties of Yellow Latosol of the Cerrado in the Piauí state under different management systems

Maria da Conceição Bezerra Matias², Adeodato Ari Cavalcante Salviano^{3*}, Luiz Fernando Carvalho Leite⁴ e Sandra Regina da Silva Galvão⁵

Resumo - A região do cerrado piauiense é considerada a última fronteira agrícola do País. Sua utilização de forma sustentável depende, dentre outros fatores, dos sistemas de manejo do solo. O objetivo deste trabalho foi verificar as alterações nas propriedades químicas de um Latossolo Amarelo do cerrado piauiense sob diferentes sistemas de manejo: plantio direto (PD), preparo convencional (PC), área recém-desmatada, ainda não cultivada (ARD) e vegetação de cerrado nativo (CN). As amostras de solo foram coletadas no município de Uruçuí, PI, nas profundidades de 0-5; 5-10; 10-20 e 20-40 cm. Foram determinados o pH em água, Al^{3+} , $H + Al$, Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , P disponível e matéria orgânica (MO), capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (T), soma de bases (SB), saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m). Em todas as profundidades, o teor de Al^{3+} foi menor nos sistemas PD e PC em relação à ARD e CN. PD e PC também apresentaram maiores teores de P disponível e de Ca e Mg trocáveis, nas profundidades de 0-5; 5-10 e 10-20 cm. Não houve diferença entre o PD e PC, com exceção da camada 10-20 cm, para V, SB e MO. A substituição da vegetação nativa pelos sistemas plantio direto e convencional promoveu alterações nas propriedades químicas do solo. O período de três anos não foi suficiente para o sistema PD promover aumento da fertilidade de um Latossolo Amarelo em relação ao PC, em áreas do cerrado piauiense.

Palavras-chave - Fertilidade do solo. Plantio direto. Preparo convencional.

Abstract - The cerrado region of the Piauí State is considered the last Brazilian agricultural frontier. Its sustainability depends, among others factors, of the adopted management systems. The objective of this work was to evaluate the changes in the chemical attributes of a dystrophic Yellow Latosol, under different management systems: no-tillage (NT), conventional tillage (CT) and just-deforested area (JDA), compared to native cerrado vegetation (NC). The soil samples were collected in the Progresso Farm, in Uruçuí, PI, in the 0-5; 5-10; 10-20 and 20-40cm depths. pH in water (1:2.5), Al^{3+} , $H + Al$, Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , available P and organic matter (OM) were evaluated. The soil cation exchange capacity at pH 7.0 (T), sum of basis (SB), basis saturation (V) and the saturation for aluminum (m) were determined. In all the soil depths, the Al^{3+} was lower in the NT and CT systems. NT and CT also presented the highest ($p < 0.05$) available P and Ca and Mg exchangeable, at 0-5; 5-10 and 10-20 cm depths. There are no differences between NT and CT, except to the 10-20 cm depth, for V, SB and OM variables. Change of the native vegetation to NT and CT promoted alterations in soil chemical properties. The adoption time (3 years) of the NT was not enough to increase the fertility of the Yellow Latosol, compared to CT, in cerrado of the Piauí state

Key words - Soil fertility. No-tillage. Conventional tillage.

* Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 28/11/2008; aprovado em 08/07/2009

Parte da dissertação apresentada pela primeira autora à Universidade Federal do Piauí, para a obtenção do grau de mestre em Agronomia

²Unidade de Educação Tecnológica e Profissional/UETEP, Secretaria Estadual da Educação do Piauí, Teresina-PI, Brasil, matiasbezerra@yahoo.com.br

³Departamento Engenharia Agrícola e Solos do Centro de Ciências Agrárias, Campus da Socoço, UFPI, 64.049-550, Teresina-PI, Brasil, asalviano@uol.com.br

⁴Embrapa Meio-Norte, Teresina-PI, Brasil, luizf@cpamn.embrapa.br

⁵Bolsista DTI/CNPq da Embrapa Meio-Norte, Teresina-PI, Brasil, reginassg@uol.com.br

Introdução

O crescimento populacional tem aumentado a necessidade de se incrementar a produção de alimentos e, com isso, novas áreas estão sendo exploradas. Neste contexto, o cerrado brasileiro tornou-se área de importância estratégica para a intensificação das atividades agrossilvipastoris e de produção de alimentos, fibras e energia (BRANNSTROM et al., 2008; FERREIRA et al., 2007).

No Piauí, o cerrado ocupa mais da metade da área territorial, com mais de 8 milhões de hectares, sendo 5 milhões agricultáveis, dos quais 3 milhões são adequados para o cultivo em grande escala (FUNDAÇÃO CEPRO, 1992). Nesse bioma, os Latossolos são as unidades de solos mais representativas (CORREIA et al., 2004). Do total da área desses solos no Estado, cerca de 80% são adequados para algum tipo de utilização agrícola (EMBRAPA, 1989).

Os Latossolos possuem grande potencial para agricultura, entretanto apresentam limitações quanto à fertilidade, como a presença de mais de 95% de sua área com características distróficas e níveis de pH entre 4,8 e 5,2, indicando a típica condição ácida desses solos (AZEVEDO et al., 2007; SOUSA; LOBATO, 2004). Aliado a estas limitações, destaca-se o uso de sistemas de manejo convencional caracterizados pelo revolvimento intensivo do solo, favorecendo a intensificação dos processos de erosão e compactação, diminuindo sua qualidade.

A retirada da cobertura vegetal original e a implantação dos cultivos agrícolas, associadas às práticas de manejo inadequadas, promovem o rompimento do equilíbrio entre o solo e o meio, modificando suas propriedades químicas, físicas e biológicas (CENTURION et al., 2001; ROSA et al., 2003). Neste sentido, uma das formas de se melhorar a qualidade do solo envolve a adoção de sistemas conservacionistas, como o plantio direto (GODSEY et al., 2007; PRADO; NATALE, 2003). Este sistema é constituído por culturas de cobertura, formação de palhada, rotação de culturas e não-mobilização do solo (DUDA et al., 2003; RIBEIRO et al., 2001). Seu uso promove a estruturação do solo, que por sua vez reduz acentuadamente a erosão, amenizando perdas de água, solo e nutrientes, além de aumentar os estoques de matéria orgânica e o sequestro de carbono (JIAO et al., 2006; LEITE et al., 2003). As consequências desse processo refletem-se diretamente na fertilidade, potencializando a redução futura do uso de corretivos e fertilizantes, reduzindo os índices de poluição e criando condições favoráveis para o cultivo por longos períodos sem esgotar o solo.

Informações relacionadas ao efeito do sistema plantio direto, em áreas de cerrado, sobre as propriedades

químicas do solo na região nordeste, especialmente no estado do Piauí, ainda são escassas. Por este motivo, o presente trabalho objetivou verificar os efeitos do sistema de preparo convencional, plantio direto e de uma área recém-desmatada sobre as propriedades químicas de um Latossolo Amarelo distrófico da região do cerrado no sul do estado do Piauí.

Material e métodos

O estudo foi realizado na Fazenda Progresso, localizada no município de Uruçuí, sul do Piauí (7°29'S, 44°14'W e altitude de 470 m). O clima da região é do tipo Aw (Köppen), com temperatura média de 26,5 °C, precipitação média anual de 1200 mm, com estação chuvosa de outubro a abril, sendo janeiro a março o trimestre mais chuvoso, com ocorrência de veranicos. O solo é classificado como Latossolo Amarelo distrófico, textura média.

Foram avaliados três sistemas de manejo do solo, além de uma área adjacente sob vegetação nativa (Tabela 1), sendo as amostragens, efetuadas no ano agrícola de 2004/2005, durante a fase de desenvolvimento vegetativo da cultura da soja. A amostragem do solo foi realizada numa área de 1 ha, em cada sistema, e foram abertas quatro minitrincheiras por área, num transecto, com profundidade de 60 cm, 50 cm de largura e 80 cm de comprimento, cada qual constituindo uma repetição. As coletas foram realizadas nas profundidades de 0-5; 5-10; 10-20 e 20-40 cm.

Para a caracterização química foram determinados os seguintes atributos: pH em água (1:2,5), por potenciometria; K⁺, por fotometria de chama; P disponível, por colorimetria em presença de ácido ascórbico, após extração com solução de Mehlich-1, de acordo com Embrapa (1997); os cátions trocáveis, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ e H + Al, conforme Van Raij et al. (2001) e matéria orgânica, pelo método indireto do carbono orgânico total com aquecimento externo, como descrito por Yeomans e Bremner (1988). Com base nessas determinações, foram calculadas, a capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (T), a percentagem de saturação por base (V) e a percentagem de saturação por alumínio (m).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições. O efeito dos diferentes sistemas de manejo nos atributos químicos do solo, para cada profundidade, foi avaliado pelo teste F e as diferenças entre as médias dos tratamentos foram avaliadas pelo teste de Student-Newman-Keuls a 5% de probabilidade, com o uso do software estatístico SAS (1986).

Tabela 1 - Histórico de uso e manejo de um Latossolo Amarelo distrófico da região do cerrado no sul do estado do Piauí, município de Uruçuí, PI

Sistema de manejo	Símbolo	Histórico de uso e manejo
Preparo convencional	PC	<p>Área desmatada há aproximadamente vinte anos e cultivada com soja desde o ano agrícola 2001/2002, sob sistema de preparo convencional com grade pesada, intermediária e niveladora. Antes do plantio da soja a área estava sob capoeira. No ano agrícola 2001/2002, o solo foi corrigido com três toneladas de calcário (PRNT 70 a 75%) e, no ano seguinte, com uma tonelada de gesso. Para o manejo da fertilidade foram efetuadas as seguintes adubações:</p> <p>2001/2002 - 400 kg ha⁻¹ de NPK 00-20-20 e 150 kg ha⁻¹ de K₂O em cobertura; 2002/2003 - 400 kg ha⁻¹ de NPK 02-20-20 e 150 kg ha⁻¹ de K₂O em cobertura; 2003/2004 - 400 kg ha⁻¹ de NPK 02-24-12 e 150 kg ha⁻¹ de K₂O em cobertura, e; 2004/2005 - 400 kg ha⁻¹ de NPK 00-20-20 e 150 kg ha⁻¹ de K₂O em cobertura</p>
Plantio direto	PD	<p>Área com histórico de uso e manejo semelhante à área de preparo convencional até o ano agrícola 2001/2002. No ano 2002/2003, foi adotado o sistema plantio direto com o cultivo da soja, utilizando o milho na entressafra para formação da palhada. Neste mesmo ano, a área foi adubada com 600 kg ha⁻¹ de superfosfato simples e 170 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio em cobertura</p>
Área recém-desmatada	ARD	<p>Área ainda não cultivada, com a coleta de amostras de solo realizada quinze dias após o desmatamento</p>
Cerrado nativo	CN	<p>Área sob vegetação de cerrado nativo</p>

Resultados e discussão

A transformação de CN em PC e a migração deste para PD modificaram algumas propriedades químicas do solo, principalmente nas camadas superficiais, até 20 cm. A retirada da vegetação nativa, representada pela ARD, também proporcionou mudanças nas propriedades quando comparada ao CN (Tabelas 1, 2 e 3).

A aplicação de calcário nos sistemas PD e PC resultou em maiores valores de pH em relação à ARD e CN, até a profundidade de 20 cm (Tabela 2). Resultado semelhante foi observado por Alleoni et al. (2005) os quais reportaram que a calagem, na superfície ou com incorporação, não influenciou a correção da acidez do subsolo (20-40 cm) em sistema sob plantio direto. Os resultados de Petreire e Anghinoni (2001) corroboram o efeito da aplicação do calcário em superfície, sob plantio direto, para correção do pH na camada superficial, uma vez que observaram aumento do pH do solo na camada 0-10 cm.

Os solos sob ARD e CN apresentaram maiores teores de Al³⁺, quando comparados aos sistemas PD e PC nas diferentes profundidades (Tabela 2), o que evidencia

as altas concentrações de Al³⁺ nos sistemas sob condições naturais de solos de cerrado (SOUSA; LOBATO, 2004). A redução no teor de Al³⁺ nos sistemas PD e PC decorre dos efeitos da calagem. Na profundidade de 10-20 cm, o PD apresentou menores teores de Al³⁺ do que o PC. Esse resultado pode ser reflexo do maior efeito da complexação do alumínio, proporcionada pelos compostos orgânicos resultantes do maior teor de matéria orgânica nessa profundidade, no sistema PD.

A saturação por alumínio (m) foi superior na ARD, ao longo do perfil do solo (Tabela 2), o que pode estar associado tanto à menor CTC quanto aos maiores teores de Al³⁺ nesse sistema, em relação ao PD e PC. Perin et al. (2003), avaliando o tempo de uso agrícola em Latossolos do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, constataram que os solos sob condições naturais apresentavam alto valor de saturação por alumínio, com valores ao redor de 65%, entretanto o uso de corretivos para a implantação do cultivo agrícola foi suficiente para diminuir a saturação de Al³⁺.

Os maiores teores de Ca²⁺ e Mg²⁺ observados nos sistemas sob cultivo (PD e PC), independentemente da profundidade (Tabela 3), são decorrentes da prática

Tabela 2 - Valores médios de pH em água, Al³⁺ trocável, H + Al e saturação por alumínio (m) de um Latossolo Amarelo distrófico sob diferentes sistemas de manejo, em quatro profundidades

Sistemas de manejo	pH H ₂ O	Al ³⁺	H + Al	m
	(1:2,5)	cmol _c dm ⁻³		%
0 - 5 cm				
PD	5,45 A	0,25 B	10,70 B	5,21 B
PC	5,22 A	0,19 B	10,90 B	4,51 B
ARD	4,72 B	1,54 A	17,00 A	59,70 A
CN	4,75 B	1,74 A	12,60 B	58,40 A
5 - 10 cm				
PD	5,18 A	0,12 B	9,20 C	3,25 C
PC	5,15 A	0,20 B	9,56 C	5,22 C
ARD	4,72 B	1,74 A	15,40 A	65,70 A
CN	4,85 AB	1,59 A	12,00 B	58,00 B
10 - 20 cm				
PD	5,08 A	0,11 C	9,38 B	2,96 D
PC	5,08 A	0,45 B	8,70 B	15,20 C
ARD	4,75 B	1,76 A	12,90 A	69,00 A
CN	4,80 B	1,81 A	14,00 A	61,6 B
20 - 40 cm				
PD	4,70 A	0,40 B	6,90 C	22,60 C
PC	4,65 A	0,62 B	8,30 C	31,60 C
ARD	4,98 A	1,66 A	11,90 B	70,90 A
CN	4,92 A	1,94 A	15,80 A	61,40 B

PD - Plantio direto; PC - Preparo convencional; ARD - Área recém-desmatada; CN - Cerrado nativo. Médias com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Student-Newman-Keuls a 5% de probabilidade

da calagem. O uso de calcário em superfície no sistema plantio direto acarreta o enriquecimento de Ca⁺ ao longo do perfil do solo (PÁDUA et al., 2006). No sistema PD, os teores de Ca²⁺ foram superiores aos do PC apenas na profundidade de 10-20 cm, indicando melhor distribuição desse cátion em profundidade no PC (Tabela 3). Petre e Anghinoni (2001) observaram teores maiores de Ca²⁺ e Mg²⁺ no sistema plantio direto, até a camada 5-10 cm, quando comparado com o sistema convencional. No entanto, a partir desta camada, os teores mais elevados foram observados no sistema convencional. De acordo com os autores, isso se deve à incorporação do calcário realizada no PC, promovendo maior distribuição desses elementos no perfil do solo.

Para os teores de K⁺ e SB (Tabela 3), foram verificados também valores mais elevados nos sistemas PD e PC, principalmente nas camadas 0-5, 5-10 e 10-20 cm, em relação à ARD e CN, o que decorre especialmente das práticas de correção e adubação na camada arável

dos sistemas cultivados. A calagem promove aumento na CTC, pela elevação do pH, e, conseqüentemente, fornece sítios de troca para a retenção das bases trocáveis, podendo diminuir a migração vertical no perfil do solo (ALLEONI et al., 2005). Alterações nas características químicas de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, em profundidade, sob vegetação de cerrado, quando submetido a diferentes sistemas de uso, foram constatadas por Perin et al. (2003), sendo os resultados atribuídos à calagem e à fertilização por longos períodos.

Os teores de P disponível (Tabela 4), em todas as profundidades, foram também maiores nos sistemas cultivados, em função da aplicação de fertilizantes fosfatados para o cultivo da soja. Maiores valores foram observados no PD em relação ao PC, nas profundidades de 10-20 e 20-40 cm, o que pode estar associado ao aumento no P orgânico, devido à maior presença dos resíduos. Além disso, há a competição dos ácidos orgânicos com os íons fosfatos pelos sítios

Tabela 3 - Valores médios de Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e soma de bases (SB) de um Latossolo Amarelo distrófico sob diferentes sistemas de manejo em quatro profundidades

Sistemas de manejo	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SB
	cmol _c dm ⁻³			
	0 - 5 cm			
PD	3,05 A	1,18 A	0,32 A	4,55 A
PC	2,50 A	1,20 A	0,32 A	4,02 A
ARD	0,55 B	0,40 B	0,09 B	1,04 B
CN	0,84 B	0,36 B	0,04 B	1,24 B
5 - 10 cm				
PD	2,30 A	0,98 A	0,29 A	3,57 A
PC	2,30 A	1,10 A	0,23 A	3,63 A
ARD	0,35 B	0,52 B	0,04 B	0,91 B
CN	0,61 B	0,50 B	0,04 B	1,15 B
10 - 20 cm				
PD	2,20 A	1,20 A	0,21 A	3,61 A
PC	1,30 B	1,02 A	0,18 A	2,50 B
ARD	0,32 C	0,45 B	0,02 B	0,79 C
CN	0,64 C	0,45 B	0,04 B	1,13 C
20 - 40 cm				
PD	0,70 A	0,50 A	0,17 A	1,37 A
PC	0,55 A	0,68 A	0,11 A	1,34 A
ARD	0,25 B	0,42 A	0,01 B	0,68 B
CN	0,60 A	0,59 A	0,03 B	1,22 A

PD - Plantio direto; PC - Preparo convencional; ARD - Área recém-desmatada; CN - Cerrado nativo. Médias com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Student-Newman-Keuls a 5% de probabilidade

de adsorção, resultando em maiores teores de P na solução do solo (DJODJIC et al., 2004).

Os resultados de P disponível evidenciam a possibilidade de se reduzir, no sistema PD, os gastos com fertilizantes fosfatados, uma vez que, superado o nível crítico de P no solo, este poderá ser mantido com menores quantidades de fertilizante aplicado, em relação às áreas sob preparo convencional.

A área recém-desmatada evidenciou maiores teores de MO (Tabela 4) na profundidade de 0-5 cm do que as áreas sob os demais sistemas. Este resultado provavelmente se deve à presença de restos vegetais derivados do desmatamento na camada superficial do solo, uma vez que a coleta foi realizada logo após a retirada da vegetação nativa e a presença de resíduos vegetais dos sistemas radiculares contribuiu para este aumento, proporcionando, desta forma, um incremento na matéria orgânica do solo nas camadas superficial

(0-5 cm) e subsuperficial (20-40 cm). Outros estudos reportaram resultados contrários ao do presente trabalho, em que o desequilíbrio ocasionado por ocasião do desmatamento favoreceu a oxidação da matéria orgânica do solo (LEITE et al., 2004; MURAGE et al., 2007).

Os sistemas PC e PD apresentaram comportamento semelhante nos teores de MO e isto pode ser atribuído ao tempo de adoção do PD, ainda curto, para apresentar diferenciações, principalmente na região dos Cerrados que apresentam elevada umidade e temperatura, na maior parte do ano, responsáveis pela aceleração no processo de decomposição da MO.

Os maiores teores de MO no sistema ARD, na camada 0-5 cm, contribuíram para o aumento da CTC por meio do fornecimento de cargas elétricas de superfície (Silva et al., 2004). Esta contribuição nem sempre está relacionada positivamente com a saturação por bases, uma vez que os íons que geram a acidez (H⁺

Tabela 4 - Valores médios de capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (T), saturação por bases (V), fósforo disponível (P) e matéria orgânica (MO) de um Latossolo Amarelo distrófico sob diferentes sistemas de manejo em quatro profundidades

Sistemas de manejo	T	V	P	MO
	cmol _c dm ⁻³	%	mg dm ⁻³	dag kg ⁻¹
0 - 5 cm				
PD	15,21 B	29,92 A	55,66 A	3,53 B
PC	14,90 B	27,00 A	61,00 A	2,90 B
ARD	18,00 A	5,78 B	2,10 B	4,55 A
CN	13,83 B	8,98 B	0,30 C	3,17 B
5 - 10 cm				
PD	12,82 B	27,91 A	82,83 A	2,73 A
PC	13,21 B	27,53 A	64,15 A	2,80 A
ARD	16,30 A	5,58 B	2,18 B	2,53 AB
CN	13,13 B	8,78 B	0,20 C	2,03 B
10 - 20 cm				
PD	13,00 AB	27,85 A	35,31 A	2,57 A
PC	11,23 B	22,32 B	22,00 B	1,97 BC
ARD	13,72 AB	5,77 C	1,48 C	2,43 AB
CN	15,14 A	7,48 C	0,30 C	1,70 C
20 - 40 cm				
PD	8,27 C	16,64 A	33,32 A	1,50 A
PC	9,64 CB	13,93 A	3,88 B	1,50 A
ARD	12,61 B	5,40 B	1,65 B	2,07 A
CN	17,00 A	7,18 B	0,20 C	1,47 A

PD: Plantio direto; PC: Preparo convencional; ARD: Área recém-desmatada; CN: Cerrado nativo. Médias com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Student-Newman-Keuls a 5% de probabilidade

e Al³⁺) do solo são cátions que podem ocupar as cargas negativas existentes na superfície do solo. Com isso, as bases que são trocadas pelos íons H⁺ e Al³⁺ permanecem, na solução do solo, susceptíveis à lixiviação. A lixiviação das bases resulta em solos distróficos, ou seja, solos pobres em bases (V<50%).

O efeito da calagem no aumento do pH e dos teores de Ca e Mg, bem como na redução dos teores de Al trocável e da acidez potencial nos sistemas PD e PC, aumentou a saturação por bases nesses sistemas, principalmente quando comparada com o CN e a ARD.

Conclusões

A substituição da vegetação nativa pelos sistemas plantio direto e convencional melhora as propriedades químicas do Latossolo Amarelo do cerrado do Piauí.

O período de três anos não é suficiente para o sistema plantio direto promover aumento da fertilidade de um Latossolo Amarelo em relação ao plantio convencional, em áreas do cerrado piauiense. Novos estudos deverão ser conduzidos em médios e longos prazos para monitorar e ratificar os efeitos desse sistema conservacionista sobre a qualidade do solo.

Referências

- ALLEONI, L. R. F.; CAMBRI, M. A.; CAIRES, E. F. Atributos químicos de um Latossolo de cerrado sob plantio direto, de acordo com doses e formas de aplicação de calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 06, p. 923-934, 2005.
- AZEVEDO, D. M. P. de et al. Atributos físicos e químicos de um Latossolo Amarelo e distribuição do sistema radicular da soja sob diferentes sistemas de preparo no cerrado maranhense. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 01, p. 32-40, 2007.

- BRANNSTROM, C. et al. Land change in the Brazilian Savanna (Cerrado), 1986-2002: comparative analysis and implications for land-use policy. **Land Use Policy**, v. 25, n. 04, p. 579-595, 2008.
- CENTURION, J. F.; CARDOSO, J. P.; NATALE, W. Efeito de formas de manejo em algumas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho em diferentes agroecossistemas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 05, n. 02, p. 254-258, 2001.
- CORREIA, J. R.; REATTO, A.; SPERA, S. T. Solos e suas relações com o uso e o manejo. In: SOUSA, D. M. G. de.; LOBATO, E. (Ed.) **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2004. cap. 1, p. 29-58.
- DJODJIC, F. et al. Phosphorus leaching in relation to soil type and soil phosphorus content. **Journal of Environmental Quality**, v. 33, n. 02, p. 678-684, 2004.
- DUDA, G. P. et al. Perennial herbaceous legumes as live soil mulches and their effects on C, N and P of the microbial biomass. **Scientia Agrícola**, v. 60, n. 01, p. 139-147, 2003.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Piauí – Recursos naturais – solos. In: _____. **Diagnóstico e prioridades de pesquisa em agricultura irrigada**. Brasília: Embrapa, 1989. p. 85-97.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997, 212 p.
- FERREIRA, E. A. B. et al. Dinâmica do carbono da biomassa microbiana em cinco épocas do ano em diferentes sistemas de manejo do solo no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 06, p. 1625-1635, 2007.
- FUNDAÇÃO CEPRO. **Cerrados piauienses**. Teresina, 1992. 64 p. (Estudo preliminar).
- GODSEY, C. B. et al. Changes in soil pH, organic carbon, and extractable aluminum from crop rotation and tillage. **Soil Science Society of America Journal**, v. 71, n. 03, p. 1032-1044, 2007.
- JIAO, Y.; WHALEN, J. K.; HENDERSHOT, W. H. No-tillage and manure applications increase aggregation and improve nutrient retention in a sandy-loam soil. **Geoderma**, v. 134, n. 01-02, p. 24-33, 2006.
- LEITE, L. F. C. et al. Simulating trends in soil organic carbon of an Acrisol under no-tillage and disc-plough systems using the Century model. **Geoderma**, v. 120, n. 03-04, p. 283-295, 2004.
- LEITE, L. F. C. et al. Total C and N storage and organic C pools of a Red-Yellow Podzolic under conventional and no tillage at the Atlantic Forest Zone, Southeastern Brazil. **Australian Journal Soil Research**, v. 41, n. 04, p. 717-730, 2003.
- MURAGE, E. W. et al. Dynamics and turnover of soil organic matter as affected by tillage. **Soil Science Society of America Journal**, v. 71, n. 04, p. 1363-1370, 2007.
- PÁDUA, T. R. P. de; SILVA, C. A.; MELO, L. C. A. Calagem em Latossolo sob influência de coberturas vegetais: neutralização da acidez. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 05, p. 869-878, 2006.
- PERIN, E.; CERETTA, C. A.; KLAMT, E. Tempo de uso agrícola e propriedades químicas de dois Latossolos do Planalto Médio do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 03, p. 665-674, 2003.
- PETREIRE, C.; ANGHINONI, I. Alteração de atributos químicos no perfil do solo pela calagem superficial em campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 04, p. 885-895, 2001.
- PRADO, R. de M.; NATALE W. Alterações na granulometria, grau de floculação e propriedades químicas e de um Latossolo Vermelho distrófico, sob plantio direto e reflorestamento. **Acta Scientiarum: Agronomy**, v. 25, n. 01, p. 45-52, 2003.
- RIBEIRO, M. F. S.; NETO, F. S.; SANTOS, J. A. B. Plantio Direto na pequena propriedade. **Informe Agropecuário**, v. 22, p. 100-108, 2001.
- ROSA M. E. C. et al. Formas de carbono em Latossolo Vermelho eutroférrico sob plantio direto no sistema biogeográfico do Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 05, p. 911-923, 2003.
- SILVA, L. S. et al. Composição da fase sólida orgânica do solo. In: MEURER, E. J. (Ed.). **Fundamentos de Química do Solo**. 2. ed. Porto Alegre: Genesis, 2004. cap. 3, p. 73-100.
- SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. Correção da acidez do solo. In: _____. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2004. cap. 3, p. 81-96.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM (SAS) **System for linear models**. SAS institute, 1986. 211 p.
- VAN RAIJ, B. et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. cap 9, p. 173-180.
- YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 19, n. 13, p. 1467-1476, 1988.