



Alterações dos atributos químicos do solo cultivado no sistema orgânico com plantio direto sob diferentes coberturas vegetais

Changes in soil chemical attributes cultivated in the organic system with no-tillage in different coverage plants

Eurípedes Maximiano Arantes¹, Cassiano Cremon¹, Margarido Antônio Correa Luiz²

¹Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Instituto de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, Av. São João, s/n, Bairro Cavalhada. E-mail: emarantes@brturbo.com.br

²Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Tecnologia Agro-Industrial e Sócio-Economia Rural.

Recebido em: 05/03/2010

Aceito em: 24/01/2012

Resumo. Conhecer a dinâmica dos resíduos vegetais em sistema de plantio direto tem sido um grande desafio. Nesse contexto, este trabalho teve por objetivo avaliar as alterações nos atributos químicos do solo cultivado no sistema plantio direto com diferentes plantas de cobertura. O experimento foi desenvolvido nos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08 na estação experimental da EMPAER, localizada em Cáceres-MT. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com nove tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos adotados foram diferentes coberturas de solo, constituídas por resíduos de mucuna preta (*Stilozobium aterrimum*), feijão guandu anão (*Cajanus cajan*), feijão de porco (*Canavalia eusiformes*), crotalária juncea (*Crotalaria juncea*), milheto (*Pennisetum glaucum* cv ADR 300), sorgo granífero (*Sorghum bicolor* cv BRS 307), coquetel das espécies utilizadas, vegetação espontânea e solo exposto. Após a colheita e arranquio das soqueiras do algodoeiro, procedeu-se a amostragem e análise química do solo. O aporte de resíduos vegetais para cobertura do solo no sistema plantio direto promove, na camada superficial (0 a 5 cm), aumento nos valores dos atributos químicos. As coberturas de solo influenciam significativamente nos teores de potássio e magnésio e nos valores de saturação por bases, mas não diferem quanto aos atributos pH, MO, P, Ca, (H+Al) e CTC.

Palavras-chave. Algodoeiro, rotação de culturas, resíduo vegetal, adubo verde.

Abstract. Learn about the dynamics of vegetable waste tillage system has been a major challenge. In this context, this work aims to evaluate the changes in soil chemical attributes cultivated in the no tillage system with different plants of coverage. The experiment was developed in the years 2006/07 agricultural and 2007/08 in experimental station of EMPAER, located in Cáceres city in the MT state. The trial design used was the randomized blocks, with nine treatments and four replications. Treatments adopted were different coverages soil composed of residues of *Stilozobium aterrimum*, *Cajanus cajan*, *Canavalia eusiformes*, *Crotalaria juncea*, *Pennisetum glaucum* cv ADR 300, sorghum, cocktail of species used, spontaneous vegetation and soil exposed. After the harvest of the cotton plant, was going the soil sampling and were subjected to routine chemical analysis. The sum of waste plants for groundcover in tillage system promotes superficial layer of the soil, increases in chemical attribute values. Coverages soil influence significantly in levels of potassium and magnesium and values of saturation for bases, but not differ as to the attributes pH, MOS, P, Ca, H +Al and CTC.

Keywords. Cotton, crop rotation, crop residue, green manure.

Introdução

Nas regiões tropicais, a incorporação de áreas ao processo de produção agrícola, em especial de culturas anuais, cultivadas no sistema

convencional com revolvimento de solo e incorporação de resíduos, tem contribuído decisivamente para o processo de degradação das propriedades do solo, ocasionando queda de



produtividade dos cultivos, elevação dos custos de produção e redução da qualidade ambiental.

De acordo com Khatounian (2001), uma das causas mais importantes de declínio da fertilidade do sistema, após a remoção da vegetação nativa, está na incapacidade dos sistemas agrícolas implantados produzirem biomassa suficiente para manter os complexos de vida que mantém as boas propriedades dos solos. O revolvimento do solo é outro fator de declínio da fertilidade, uma vez que acelera a decomposição da matéria orgânica e aumenta a erodibilidade da camada arada. Culturas ou técnicas que expõem o terreno ao sol e à chuva contribuem para o empobrecimento do sistema, assim como a perda de nutrientes por lixiviação, a erosão e a extração e exportação pelas culturas. Com esse entendimento, o autor sugere que as medidas de manejo da fertilidade dos agroecossistemas devem estar voltadas para otimizar a produção de biomassa e/ou desacelerar sua decomposição, procurando acoplar a ela o fluxo de nutrientes, pois é através dela que são ciclados.

Considerado como a alternativa de manejo mais adequada para as condições tropicais, o sistema plantio direto (SPD), se baseia em programas de rotação de culturas com uso de plantas de cobertura de solo e caracteriza-se pela semeadura em terreno coberto por palha e em ausência de preparo do solo, por tempo indeterminado (Hernani & Salton, 2001). Como alternativa tecnológica capaz de atender os preceitos da sustentabilidade, o SPD pode contribuir para a evolução dos sistemas de produção, devido o enfoque sistêmico adotado na promoção da agrobiodiversidade e melhoria da qualidade do solo.

O planejamento de rotações de culturas depende das particularidades de cada região, como as condições climáticas, aspectos de mercado, tipo de exploração agropecuária, conveniências do agricultor e de uma criteriosa adequação temporal e espacial das atividades (Calegari, 2002). As inclusões de adubos verdes como plantas de cobertura de solo, nos esquemas de rotação de culturas com plantio direto, visam promover a diversidade biológica e aumentar a produção de fitomassa dos sistemas de produção para proporcionar cobertura ao solo (Burle et al., 2006).

A manutenção dos resíduos vegetais na superfície do solo cria um ambiente favorável ao crescimento vegetal, que resulta em aumentos de produtividade das culturas, preservação da

capacidade produtiva do solo, controle de plantas infestantes e redução dos custos de produção (Alvarenga et al., 2001; Calegari et al., 2006). Estes benefícios, segundo os autores estão direta ou indiretamente relacionados com as melhorias das condições físicas, químicas e biológicas do solo.

De acordo com Cantarella et al. (2005), Lopes et al. (2004) e Bayer et al. (2003), as principais alterações nos atributos químicos do solo, decorrentes da adoção do SPD são os aumentos temporais, nas camadas superficiais, dos teores de matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, saturação por bases e CTC. No entanto, os efeitos na fertilidade decorrentes das práticas de manejo normalmente são de curta duração, atingindo poucas safras (Khatounian, 2001). A esse respeito, Alcântara et al. (2000) avaliaram a influência de adubos verdes sobre a fertilidade do solo e verificaram que os efeitos benéficos provenientes dos seus processos de decomposição e mineralização cessaram aos 150 dias após o manejo.

A estabilização dos teores de nutrientes no solo pode implicar no aumento ou manutenção dos níveis de produtividade no decorrer das safras agrícolas, podendo levar à redução da quantidade de adubo mineral ou mesmo tornar desnecessário sua utilização, em algumas situações (Amado et al., 2002). Entretanto, o cultivo contínuo de espécies comerciais ou a utilização de uma única espécie de cobertura, como ocorre na região dos cerrados com o milheto, ou mesmo uma sucessão específica por vários anos, pode provocar problemas semelhantes à monocultura. Portanto, é fundamental a diversificação de espécies produtoras de palhada para mobilizar os nutrientes na camada agricultável, retendo-os em sua fitomassa e devolvendo-os ao solo durante a decomposição (Calegari, 2004). No entanto, há necessidade de se verificar a contribuição de diferentes espécies de cobertura com a finalidade de manter ou elevar a fertilidade do solo e melhorar a produção das culturas comerciais.

Nesse contexto, este trabalho tem o objetivo de avaliar as alterações nos atributos químicos do solo cultivado sob SPD com diferentes plantas de cobertura.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido nos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08 na estação experimental da Empresa Mato-grossense de Pesquisa,



Assistência e Extensão Rural (EMPAER), localizada no município de Cáceres-MT. O clima local é o AW (Köppen), com verão chuvoso e inverno seco. O experimento foi instalado num Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico chernossólico, textura média/argilosa, cuja análise da camada 0 - 20 cm apresentou os seguintes resultados: pH(água) 6,2; 3,9 mg dm⁻³ de P; 0,21 cmol_c dm⁻³ de K; 10,7 cmol_c dm⁻³ de Ca; 2,9 cmol_c dm⁻³ de Mg; 0,0 cmol_c dm⁻³ de Al; 5,9 cmol_c dm⁻³ de H+Al; 19,7 cmol_c dm⁻³ de CTC; 70 % de saturação por bases (V); 65 g dm⁻³ de matéria orgânica (MO); 240 g kg⁻¹ de argila; 80 g kg⁻¹ de silte e 680 g kg⁻¹ de areia, determinados conforme Embrapa (1997).

Utilizou-se delineamento experimental em blocos casualizados, com nove tratamentos e quatro repetições, totalizando 36 parcelas área de 56m² (8 m x 7 m). Os tratamentos adotados foram diferentes coberturas de solo, constituídas por resíduos de mucuna preta (*Stilozobium aterrimum*), guandu anão (*Cajanus cajan*), feijão de porco (*Canavalia eusiformes*), crotalária juncea (*Crotalaria juncea*), milheto (*Pennisetum glaucum* cv ADR 300), sorgo granífero (*Sorgum bicolor* cv BRS 307), coquetel das espécies utilizadas, vegetação espontânea e solo exposto.

O espaçamento utilizado foi de 0,5 m para as plantas de cobertura e de 1 m para o milho safrinha e o algodoeiro herbáceo. O número de plantas por metro linear foi de 6 a 7 para mucuna e feijão de porco, 15 a 18 plantas de sorgo e guandu, de 22 a 25 de crotalária e 35 a 40 de milheto. No tratamento coquetel, a semeadura foi realizada à lanço com distribuição de sementes por espécie, utilizando-se as quantidades de sementes indicadas (kg ha⁻¹) por Piemonte Pena (s. d.), sendo: 16 kg de mucuna e feijão de porco, 10 kg de feijão guandu, 5 kg de crotalária, 4 kg de sorgo e 2 kg de milheto. No milho safrinha e no algodoeiro herbáceo a densidade foi de 5 a 6 plantas por metro linear.

O preparo inicial de solo constou de duas gradagens, sendo uma pesada seguida de niveladora, sulcamento e semeadura das plantas de cobertura. Foram realizados inicialmente, os procedimentos de roçada manual das plantas de cobertura, duas rolagens (rolo-faca), seguidas de sulcamento e plantio do milho safrinha e do algodoeiro herbáceo.

No primeiro ano, 2006/07, as plantas de cobertura foram cultivadas em pré-plantio ao milho safrinha, sendo semeadas no início de dezembro e

manejadas no final de fevereiro, com 75 dias após a emergência (DAE), quando foi realizado o plantio do milho (*Zea mays* cv BR 106) no SPD. No segundo ano, 2007/08, as espécies foram cultivadas em pré-cultivo ao algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum*), semeadas em outubro e manejadas em janeiro aos 75 DAE. Nas palhadas das plantas de cobertura, procedeu-se o plantio do algodoeiro, cultivar BRS ITAÚBA.

O experimento foi conduzido de acordo com as normas de manejo orgânico, as quais excluem o uso de fertilizantes minerais sintéticos solúveis, agrotóxicos (inseticidas, fungicidas e herbicidas), reguladores de crescimento e outros agroquímicos. Nesse sistema, o milho safrinha e o algodoeiro foram inseridos num plano de rotação de culturas com uso de plantas para cobertura do solo. No algodoeiro, foi realizada adubação nas linhas de plantio com 4,0 t ha⁻¹ de composto orgânico seco ao sol, previamente preparado com resíduos culturais de arroz, feijão e esterco bovino, acrescido de termofosfato magnésiano e sulfato de potássio, de modo a fornecer por hectare, 30 kg de N, 60 kg de P₂O₅ e 45 kg de K₂O, considerando-se no cálculo o fator de aproveitamento de 50% para N e P e 80% para o K (Silva & Peloso, 2006).

Aos 180 dias após o manejo das plantas de cobertura, após a colheita e arranquio das soqueiras do algodoeiro, procedeu-se a amostragem do solo. Para compor cada amostra composta, nas entre linhas do algodoeiro, foram retiradas 20 amostras simples por parcela nas profundidades 0 - 5, 5 - 10 e 10 - 20 cm. As amostras compostas foram submetidas a análises químicas (pH, P, K, Ca, Mg, Al, H+Al, SB, V, CTC e MO), segundo a metodologia proposta por Embrapa (1997).

Os dados foram submetidos à análise de homogeneidade de variâncias (Lilliefors) e normalidade (Kolmogorov-Smirnof), quando supridas as pressuposição dos testes, procederam-se as análises de variância com as médias comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05), pelo programa SASM-AGRI (versão 8.0).

Resultados e Discussão

Foram observadas diferenças significativas (Tabela 1) nos atributos químicos provocadas pelo uso de resíduos vegetais para cobertura do solo no SPD.



Tabela 1. Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos atributos químicos sob diferentes coberturas vegetais

Atributos	0 - 5 cm			5 - 10 cm			10 - 20 cm		
	Blocos	Cobert.	Res.	Blocos	Cobert.	Res.	Blocos	Cobert.	Res.
pH	0,06	3,15*	0,02	0,04	0,05ns	0,05	0,03	0,05ns	0,06
M.O	330,55	7,82**	12,48	343,74	95,92**	19,13	135,66	17,90ns	12,61
P	0,27	2,27**	0,55	0,16	0,83**	0,19	0,06	0,18*	0,05
K	0,001	3,36**	0,003	0,001	0,006**	0,002	0,001	4,72**	0,001
Ca	0,52	1,02**	0,13	0,24	1,08**	0,13	2,1	0,57*	0,2
Mg	0,04	3,54**	0,05	0,02	0,02ns	0,03	0,02	0,07ns	0,04
V	2224,99	94,90**	24,61	2007,21	1,73ns	22,9	61,98	40,53ns	43,33
(H+Al)	105,51	2,20ns	0,78	102	1,18ns	0,74	123,14	0,30ns	1,6
CTC	95,37	2,17*	0,72	97,69	2,76*	1,01	111,13	0,24ns	1,69

ns-não significativo, ** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F

Os resultados das determinações de pH, matéria orgânica (MO) e fósforo (P) encontram-se na Tabela 2, onde se observa que na camada superficial (0-5cm), o pH foi maior no solo com resíduos da vegetação espontânea, no entanto, diferiu estatisticamente apenas dos valores observados no tratamento solo exposto. Nas demais profundidades, não houve influência dos resíduos vegetais. De acordo com Pavinato & Rosolem (2008), a adição de resíduos vegetais resulta na

elevação do pH por promover a complexação de H e Al com compostos do resíduo vegetal, deixando Ca, Mg e K mais livres na solução do solo, o que pode ocasionar aumento na saturação da CTC por esses cátions de reação básica. A acidificação em solos com adição de resíduos vegetais, geralmente, está associada ao uso de fertilizantes nitrogenados, extração de cátions básicos e exportação pelos produtos de colheita (Franchini et al., 2000; Lange et al., 2006 e Lopes et al., 2004).

Tabela 2. Valores de pH em água e teores de matéria orgânica (MO) e fósforo (P) em três profundidades de amostragem sob diferentes coberturas

Coberturas	pH (água)			M. Orgânica (g dm ⁻³)			P (mg dm ⁻³)		
	0 a 5	5 a 10	10 a 20	0 a 5	5 a 10	10 a 20	0 a 5	5 a 10	10 a 20
Mucuna preta	6,3 ab	6,2 a	6,2 a	73,0 a	70,2 a	56,0 a	5,2 a	2,6 ab	1,1 ab
Guandu anão	6,2 ab	6,0 a	6,1 a	67,7 a	66,0 a	53,5 a	3,5 ab	2,2 ab	1,2 ab
Feijão de porco	6,3 ab	6,0 a	6,0 a	66,2 a	65,5 a	52,5 a	5,1 a	2,4 ab	1,1 ab
Crotalaria juncea	6,2 ab	6,1 a	6,0 a	67,2 a	63,5 ab	53,2 a	4,0 ab	2,2 ab	1,0 ab
Coquetel	6,2 ab	5,9 a	5,9 a	69,5 a	67,0 a	55,0 a	3,9 ab	2,5 ab	0,9 ab
Milheto	6,2 ab	6,1 a	6,0 a	69,7 a	64,7a	54,5 a	4,8 ab	2,3 ab	1,2 ab
Sorgo granífero	6,3 ab	6,2 a	6,2 a	72,7 a	68,5 a	56,5 a	5,1 a	3,2 a	1,5 a
V. espontânea	6,4 a	6,2 a	6,1 a	68,0 a	64,0 ab	55,0 a	4,8 ab	2,2 ab	1,2 ab
Solo exposto	6,1 b	5,9 a	6,0 a	56,2 b	53,5 b	49,5 a	3,1 b	1,5 b	0,8 b
Média	6,3	6,1	6,1	68,0	65,0	54,0	4,4	2,3	1,1
CV (%)	2,1	3,6	4,2	5,2	6,7	6,6	17,0	18,9	20,7

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade



O aporte de resíduos na superfície do solo resultou em maiores teores de MO até 10 cm de profundidade. Apesar do conteúdo de MO não diferir entre as coberturas vegetais, apresenta nas camadas 0-5 e 5-10 cm, maiores teores que o tratamento solo exposto. Estes resultados, corroboram os registros de Ciotta et al. (2003); Falleiro et al. (2003) e Santos & Tomm (2003). O acúmulo de MO nas camadas superficiais do solo é função do aporte de fitomassa e de diversos fatores associados à redução da taxa de mineralização da MO, dentre eles a preservação da estrutura do solo, que protege fisicamente frações da MO contra a ação microbiana, e a redução da amplitude de temperatura no solo, que determina menor atividade biológica (Cantarella et al., 2005 e Lopes et al., 2004). Segundo Muzilli (2002), esse acúmulo de MO favorece a agregação de partículas, contribuindo para melhoria da porosidade, beneficiando a aeração, infiltração e armazenamento de água no solo. Nos principais solos agrícolas da região tropical, a MO é responsável por mais de 70% da CTC dependente de pH. Aumentos nos valores desse atributo beneficiam a adsorção de cátions trocáveis (Ca, Mg e K), eleva a saturação por bases no complexo coloidal e melhora a disponibilidade de fósforo (Lopes et al., 2004 e Muzilli, 2002).

Em todas as profundidades, o solo coberto apresentou os maiores teores de P, evidenciando a influência do aporte de resíduos vegetais nos teores desse nutriente. Contudo, não houve diferenças nos teores de P no solo com diferentes resíduos vegetais, apesar dos maiores teores observados na camada 0-5 cm do solo com mucuna preta, feijão de porco e sorgo granífero. De acordo com Pavinato & Rosolem (2008) e Franchini et al (2001), é normal a ocorrência de aumentos na disponibilidade de P no solo com a adição de resíduos vegetais, tanto pelo P contido nos resíduos, como por redução da capacidade de adsorção dos colóides, devido a competição de compostos orgânicos liberados pela decomposição dos resíduos. Contudo, a baixa mobilidade do nutriente e o não revolvimento do solo, também, contribuem para o acúmulo na camada superficial do perfil cultural do solo (Muzilli, 2002).

Os teores de bases (K, Ca e Mg) encontram-se na Tabela 3, onde observa-se que o solo com

resíduos de milheto apresentou os maiores teores na camada 0-5 cm, diferindo do solo com resíduos de guandu anão, feijão de porco e solo exposto. Nas camadas 5-10 e 10-20 cm, o solo com resíduos de sorgo granífero e mucuna preta apresentaram os maiores teores de K, diferindo do tratamento com resíduos de guandu anão e solo exposto (5-10 e 10-20 cm), feijão de porco (5-10 cm) e coquetel de espécies (10-20 cm). Estes resultados são coerentes com os conteúdos acumulados de K pelas plantas de cobertura. Ao avaliar espécies na recuperação de solo degradado, Alcântara et al. (2000), observaram que em todas as profundidades o teor de K foi superior no solo com guandu, seguido da crotalária. Segundo os autores, a maior capacidade de ciclagem e mobilização de nutrientes dessas leguminosas estão associadas às maiores quantidades acumuladas na biomassa. De acordo com Almeida et al. (2008), os resíduos vegetais contêm nutrientes em formas orgânicas lábeis, que podem se tornar disponíveis mediante mineralização.

Em relação ao Ca, verifica-se que o solo coberto com resíduos são maiores que no solo exposto. Contudo, não houve diferenças nos teores de Ca no solo com diferentes resíduos vegetais. Quanto ao Mg, apenas na camada 0-5 cm, os teores no solo com resíduos vegetais foram superiores ao do solo exposto, com destaque para a Crotalária juncea que apresentou teores de Mg superiores ao do solo com resíduos de guandu anão e solo exposto.

Encontra-se na Tabela 4 os resultados dos atributos saturação por bases (V%), acidez potencial (H+ Al) e capacidade de troca de cátions (CTC a pH 7,0). Na camada 0-5 cm, o maior valor de saturação por bases ocorre no solo com resíduos de sorgo granífero, que difere dos valores do solo com resíduos de guandu anão e solo exposto. Estes resultados refletem o acúmulo de bases na camada superficial promovido pelo aporte de resíduos vegetais e concordam com o relato de Pavinato & Rosolem (2008), sobre o aumento da saturação de cátions básicos com a adição de resíduos vegetais. Nas demais camadas, não houve diferenças nos valores de saturação por bases.



Tabela 3. Teores de potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) do solo em três profundidades de amostragens sob diferentes coberturas vegetais

Coberturas	K (cmol _c dm ⁻³)			Ca (cmol _c dm ⁻³)			Mg (cmol _c dm ⁻³)		
	0 - 5	5 a 10	10 a 20	0 a 5	5 a 10	10 a 20	0 a 5	5 a 10	10 a 20
Mucuna preta	0,40 ab	0,25 a	0,16 a	5,4 a	5,4 a	4,8 a	1,5 ab	1,4 a	1,1 a
Guandu anão	0,28 b	0,15 b	0,09 c	4,8 ab	4,9 ab	4,7 ab	1,2 b	1,3 a	0,9 a
Feijão de porco	0,29 b	0,17 b	0,11 abc	4,7 ab	4,8 a	4,4 ab	1,4 ab	1,3 a	1,1 a
Crotalaria juncea	0,41 ab	0,24 ab	0,11 abc	4,6 ab	4,7 a	4,5 ab	1,8 a	1,3 a	1,2 a
Coquetel	0,39 ab	0,20 ab	0,10 bc	4,6 ab	4,7 a	4,4 ab	1,5 ab	1,2 a	1,1 a
Milheto	0,46 a	0,21 ab	0,11 abc	4,7 ab	4,7 a	4,5 ab	1,4 ab	1,5 a	1,1 a
Sorgo granífero	0,40 ab	0,25 a	0,16 a	5,2 ab	5,0 a	4,9 a	1,5 ab	1,3 a	0,9 a
V. espontânea	0,39 ab	0,23 ab	0,13 abc	4,7 ab	4,7 a	4,8 a	1,4 ab	1,4 a	1,1 a
Solo exposto	0,28 b	0,16 b	0,10 bc	3,6 b	3,5 b	3,6 b	1,1 b	1,4 a	1,3 a
Média	0,37	0,21	0,12	4,7	4,7	4,5	1,4	1,3	1,1
CV (%)	15,8	19,9	16,4	7,6	7,7	10,0	14,9	12,9	18,9

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 4. Saturação por bases (V%), acidez potencial (H+Al) e capacidade de troca de cátions (CTC) do solo em três profundidades de amostragens sob diferentes coberturas vegetais

Coberturas	V (%)			H+ Al (cmol _c dm ⁻³)			CTC (cmol _c dm ⁻³)		
	0 a 5	5 a 10	10 a 20	0 a 5	5 a 10	10 a 20	0 a 5	5 a 10	10 a 20
Mucuna preta	63,7 ab	60,5 a	57,5 a	5,4 a	5,1 a	5,0 a	11,90 a	12,82 a	11,15 a
Guandu anão	55,0 b	55,0 a	55,0 a	6,0 a	5,9 a	5,2 a	12,31 a	12,19 a	10,87 a
Feijão de porco	58,0 ab	56,0 a	54,7 a	5,6 a	5,6 a	5,5 a	11,64 ab	11,82 ab	11,11 a
Crotalaria juncea	57,2 ab	56,7 a	56,0 a	5,6 a	5,4 a	5,5 a	11,76 ab	11,59 ab	11,20 a
Coquetel	58,7 ab	56,2 a	54,5 a	6,0 a	5,4 a	5,3 a	12,41 a	11,52 ab	10,93 a
Milheto	62,0 ab	62,0 a	59,5 a	5,0 a	4,7 a	4,7 a	11,61 ab	11,08 ab	10,46 a
Sorgo granífero	67,5 a	64,0 a	59,7 a	4,9 a	4,7 a	4,8 a	11,08 ab	10,77 ab	10,83 a
V. espontânea	63,2 ab	59,2 a	63,7 a	5,3 a	5,1 a	4,9 a	11,81 ab	10,70 ab	11,01 a
Solo exposto	53,5 b	55,5 a	54,2 a	4,9 a	4,5 a	5,1 a	9,95 c	9,55 b	10,26 a
Média	59,9	58,4	57,3	5,4	5,1	5,1	11,61	11,26	10,87
CV (%)	8,3	8,2	11,5	17,4	24,6	24,5	7,3	8,9	11,9

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade

A acidez potencial do solo (H+Al) não foi influenciada pelo aporte de resíduos vegetais. Apesar da alta variabilidade (CV), os resultados indicam que não houve geração de cargas dependentes de pH, o que pode estar associado ao fato do plantio direto não estar ainda consolidado.

O solo coberto com resíduos vegetais apresenta maior CTC que o solo exposto até 10 cm de profundidade, com destaque para o coquetel de espécies, guandu anão e mucuna preta na camada 0-

5 cm. Na camada 5-10 cm, os solos com resíduos de mucuna preta e guandu anão apresentaram os maiores valores de CTC, mas não houve diferenças entre os resíduos vegetais. Considerando a semelhança estatística nos valores de H+Al e o acúmulo de bases refletido nos valores de saturação por bases, depreende-se que o aumento da CTC no solo com resíduos vegetais, em relação ao solo exposto, está associado à mobilização de nutrientes (bases) pelas plantas de cobertura, apesar da



existência de perdas de bases com o tempo de cultivo, por lixiviação e exportação nos produtos de colheita.

Conclusões

O aporte de resíduos vegetais para cobertura do solo no sistema plantio direto promove, na camada superficial do solo, aumentos nos valores dos atributos pH, MO, P, Ca, Mg, K, V, (H+Al) e CTC;

Os aumentos nos teores de nutrientes, saturação por bases e CTC estão associados às quantidades acumuladas na fitomassa das plantas de cobertura de solo e à disponibilização na camada superficial pela decomposição dos resíduos culturais;

As coberturas de solo exercem influencia significativa nos teores de potássio e magnésio e nos valores de saturação por bases, mas não diferem quanto aos atributos pH, MO, P, Ca, (H+ Al) e CTC;

O milho, sorgo granífero e mucuna preta mobilizam maiores quantidades de potássio e a crotalaria juncea de magnésio.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) pelo apoio financeiro.

Referências

ALCÂNTARA, F.A.; FURTINI NETO, A.E.; PAULA, M.B.; MESQUITA, H.A.; MUNIZ, J.A. Adubação verde na recuperação de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.2, p. 277-288, 2000.

ALMEIDA, V.P.; ALVES, M.C.; SILVA, E.C.; OLIVEIRA, S.A. Rotação de culturas e propriedades físicas e químicas em Latossolo Vermelho de cerrado sob preparo convencional e semeadura direta em adoção. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v.32, p. 1227-1237, 2008.

ALVARENGA, R.C.; CABEZAS, W.A.L.; CRUZ, J.C.; SANTANA, D.P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.

AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; FERNANDES, S.B.V. Leguminosas e adubação mineral como fonte de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v.24, p. 179-189, 2000.

BAYER, C.; SPAGNOLLO, E.; WILDNER, L.P.; ERNANI, P.R.; ALBUQUERQUE, J.A. Incremento de carbono e nitrogênio num Latossolo pelo uso de plantas estivais para cobertura do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.3, p. 469-475, 2003.

BURLE, M.L.; CARVALHO, A.M.; AMABILE, R. F.; PEREIRA, J. Caracterização das espécies de adubo verde. In: CARVALHO, A.M.; AMABILE, R.F. **Cerrado: Adubação verde**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2006. p. 71-142.

CALEGARI, A. Alternativa de rotação de culturas para plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v.80, n.1, p. 62-70, 2004.

CALEGARI, A.; CASTRO FILHO, C.; TAVARES FILHO, J.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M.F. Melhoria da agregação do solo através do sistema plantio direto. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v.27, n.2, p. 147-158, 2006.

CALEGARI, A. Rotação de culturas e uso de plantas de cobertura. **Agroecologia- hoje**, Botucatu, n. 14, p. 14-17, 2002.

CANTARELLA, H.; DUARTE, A.P.; ANDRADE, C.A. Manejo de nitrogênio e matéria orgânica em milho no sistema plantio direto. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. (Ed.). **Milho: Tecnologia & Produção**. Piracicaba: ESALQ/ USP/ LVP, P.59-82, 2005.

CIOTTA, M.N.; BAYER, C.; FONTOURA, S.M.V.; HERNANI, P.R.; ALBUQUERQUE, J.A. Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.6, p.1161-1164, 2003.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2ªed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997. 212 p.



- FALLEIRO, R.M.; SOUZA, C.M.; SILVA, C.S.; SEDIYAMA, C.S.; SILVA, A.A.; FAGUNDES, J.L. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p. 1097-1104, 2003.
- FRANCHINI, J.C.; BORKERT, C.M.; FERREIRA, M.M.; GAUDÊNCIO, G.A. Alterações na fertilidade do solo em sistema de rotação de culturas em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p. 459-467, 2000.
- FRANCHINI, J. C.; GONZALEZ-VILA, F.J.; CABRERA, F.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A. Rapid transformations of plant water-soluble organic compounds in relation to cation mobilization in acid oxisol. **Plant Soil**, Hague, v.231, n.1, p. 55-63, 2001.
- HERNANI, L.H.; SALTON, J.C. Manejo e conservação do solo. In: EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Algodão: Tecnologia de produção**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001. p.76-102.
- KHATOUNIAN, C.A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu: Agroecológica, 2001. 348p.
- LANGE, A.; CARVALHO, J.L.N.; DAMIN, V.; CRUZ, J.C.; MARQUES, J.J. Alterações em atributos do solo decorrentes da aplicação de nitrogênio e palha em sistema semeadura direta na cultura do milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.2, p. 460-467, 2006.
- LOPES, A.S.; WIETHÖLTER, S.; GUILHERME, L.R.G.; SILVA, C.A. **Sistema plantio direto: Bases para o manejo da fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA, 2004. 110p.
- MUZILLI, O. Manejo da matéria orgânica no sistema plantio direto: a experiência no Estado do Paraná. **Informações Agronômicas**, Piracicaba: POTAFÓS, n.100, p.6-10, 2002.
- PAVINATO, P.S.; ROSOLEM, C.A. Disponibilidade de nutrientes no solo- Decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p. 911-920, 2008.
- PIEMONTE PENA, R. **Contribuição ao desenvolvimento de novos métodos de adubação verde**. Botucatu, Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural (IBD), s. d. 5p.
- SANTOS, H.P.; TOMM, G.O. Disponibilidade de nutrientes e teor de matéria orgânica em função de sistemas de cultivo e de manejo de solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.3, p. 477-486, 2003.
- SILVA, C.C.; PELOSO, M.J.D. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro comum na região central brasileira 2005-2007**. Santo Antônio de Goiás. EMBRAPA ARROZ e FEIJÃO, 2006. 139p. (Documentos, 193).