



Efeito de sistemas de manejo sobre o fósforo e o potássio em latossolo vermelho amarelo do sudeste paraense

E.J.M. CARVALHO⁽¹⁾, L.S. FREITAS⁽²⁾, C.A.C. VELOSO⁽¹⁾, A.S. SOUZA⁽²⁾, J. C. EL-HUSNY⁽³⁾,
M.A. VALENTE⁽³⁾, F.R.S. de SOUZA⁽³⁾, A. SILVEIRA FILHO⁽¹⁾ & R.S. LIRA⁽⁴⁾

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito de sistemas de manejo sobre o fósforo e potássio disponíveis em área de cerrado no município de Redenção. O estudo foi desenvolvido na fazenda Modelo, com delineamento em blocos ao acaso com quatro tratamentos, e três repetições, sendo o T1 (plantio direto: soja/milho em rotação), T2 (plantio direto: milho/soja, em rotação), T3 (plantio convencional: soja/milho), T4 (plantio convencional: monocultivo de soja) e a área de cerrado natural, que serviu de comparação entre as médias dos resultados. Foram coletadas amostras deformadas, com cinco profundidades: 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 e 30-50 cm. As análises foram determinadas no Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental. As médias foram submetidas à análise de variância (ANAVA). De acordo com os resultados com a implantação dos sistemas de manejo, houve aumento nos teores de fósforo e potássio. A utilização da palhada de milho no plantio direto proporcionou maior acúmulo de fósforo e potássio na camada superior. Os nutrientes estudados decresceram em profundidade nos dois sistemas de manejo.

INTRODUÇÃO

O sistema plantio direto tem sido uma das melhores alternativas para a manutenção da sustentabilidade dos recursos naturais na utilização agrícola dos solos, pois ao se adotar este sistema de manejo, perdem-se menos nutrientes por erosão, água e solo em relação ao sistema de plantio convencional, em virtude da manutenção de cobertura vegetal e palhada na superfície do solo.

Atualmente, a adoção do sistema plantio direto está mais restrita à região Sul e Sudeste do país, estando se expandindo para várias outras regiões como nos cerrados e iniciando com alguns produtores no estado do Pará, onde o sistema está sendo adaptado com sucesso.

Quanto ao aspecto de fertilidade, diversos trabalhos enfocam o efeito da mineralização dos restos culturais no acúmulo de nutrientes na camada superficial do solo, influenciando as culturas em rotação. Entretanto, entre os macronutrientes, o fósforo, devido a sua baixa mobilidade no solo, e o potássio devido à suscetibilidade às reações de fixação provocada pela matéria orgânica em processo de decomposição, vem ocupando a atenção em inúmeros trabalhos relacionados ao manejo da fertilidade do solo.

Desta forma, no Estado do Pará, o sistema plantio direto está iniciando, necessitando de pesquisas em diversas áreas, principalmente no que se refere ao manejo e conservação do solo, constituindo-se em um grande desafio para a pesquisa à sua adoção em substituição a prática convencional.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito de sistemas de manejo sobre o fósforo e potássio disponíveis no solo em área de cerrado no município de Redenção, Estado do Pará.

Palavras chaves: sistemas de manejo, fertilidade do solo, cerrado, química do solo, plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área da fazenda Modelo, situada na mesorregião do sudeste paraense, município de Redenção, no período compreendido entre janeiro de 2000 e junho de 2002, em solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, textura argilosa, cuja amostragem, anterior à instalação do experimento, foi efetuada na camada de 0 a 20 cm de profundidade, cujas características químicas e físicas apresentaram os seguintes resultados: pH (H₂O) = 4,6; M.O. = 27,5 g/kg; P = 1,0 mg dm⁻³; e os cátions trocáveis, em mmolc dm⁻³, K = 0,8; Ca²⁺ = 4,0; Mg²⁺ = 2,0; Al³⁺ = 4,0; H + Al = 6,2. A análise granulométrica em g.kg⁻¹, Areia = 240,0; Silte = 180,0; Argila = 580,0.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro tratamentos, e três repetições, sendo o T1 (plantio direto: conduzido com soja/milho em rotação na palhada de milho), T2 (plantio direto: conduzido com milho/soja, em rotação na palhada de milho), T3 (plantio convencional: conduzido com rotação de soja/milho), T4 (plantio convencional conduzido com o monocultivo de soja). O experimento foi conduzido com esquema de parcela subdividida ("Split plot"), onde as parcelas constituíram os tratamentos e as subparcelas as profundidades de coleta de amostragem de solo. A área das parcelas foi de 100m x 36,50m (3.650m²). Foram coletadas amostras deformadas, nas profundidades: 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 e 30-50 cm. As análises foram determinadas no Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental, utilizando métodos conforme Embrapa (1997).

As médias foram submetidas à análise de variância (ANAVA), e comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5 % de probabilidade, utilizando o programa SISVAR.

¹Eng. Agrôn. D.Sc. Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66.095-100. Belém, PA. E-mail: maklouf@cpatu.embrapa.br

²Eng. Agrôn. M.Sc. Estudante de Pós-Graduação da UFRA, Caixa Postal 917, CEP 66077-530. Belém, PA.

³Eng. Agrôn. M.Sc. Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66.095-100. Belém, PA.

⁴ Estudante de Graduação da UFRA, Bolsista PIBIC/CNPq/Embrapa, Caixa Postal 917, CEP 66077-530. Belém, PA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados médios de fósforo disponível, obtidos em diferentes profundidades, em área de cerrado natural, estão em torno de 1 mg.dm^{-3} de solo, e as médias por sistema de manejos plantio direto e plantio convencional, variaram de 1 a 10 mg.dm^{-3} de solo e de 1 a 8 mg.dm^{-3} de solo, respectivamente (Tabela 1).

A análise estatística desses dados mostraram que ocorreram diferenças significativas em nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Scott-Knott, entre os tratamentos dentro de cada ano e profundidade (Tabela 1.). Com relação aos tratamentos estudados, o plantio direto apresentou maior acúmulo de fósforo na camada de 0-5 cm, diferindo estatisticamente do plantio convencional e cerrado natural.

Conte et al. (2002), afirmam que o acúmulo de fósforo na camada superficial do solo representa uma forma eficiente de armazenamento desse nutriente e que no solo cultivado sob plantio direto, os microorganismos são importantes tanto na biociclagem como no armazenamento de fósforo em suas células, protegendo da adsorção pelos colóides do solo e, conseqüentemente, mantendo o fósforo na forma disponível por mais tempo.

O sistema de manejo plantio direto apresentou maior teor de fósforo, enquanto que, no plantio convencional, houve inversão de valores, isto é, menor teor de fósforo no segundo ano agrícola. Resultados obtidos por Maria (2003), demonstra a diminuição nos teores de fósforo pelo cultivo intenso do solo.

Ao analisar os resultados em profundidade, verifica-se que os maiores teores de fósforo estão na camada superficial, principalmente, até 10 cm do solo, havendo uma tendência de diminuição desses valores nas profundidades subseqüentes, Giacomini et al. (2003), afirmam que tais resultados devem-se ao fato de que, a liberação do fósforo dar-se em maiores quantidades nas primeiras camadas do solo devido ao acúmulo de resíduos vegetais de cultivos anteriores, proporcionado pelo plantio direto, o que vai depender da quantidade de nutrientes acumulados pelas plantas de cobertura.

Ao analisar os sistemas de manejo, correspondentes aos tratamentos, na profundidade de 0-5 cm no primeiro ano agrícola, observa-se que houve diferença estatística para os teores de fósforo. Portanto, o tratamento soja/milho/soja, rotação conduzida sob plantio direto, não difere da rotação conduzida sob plantio convencional, no entanto, ambas foram estatisticamente superiores à monocultura conduzida sob plantio convencional, onde os teores de fósforo decresceram.

Ao comparar os sistemas de manejo no segundo ano agrícola e à profundidade de 0-5 cm, apresentam os maiores teores de fósforo disponível no plantio direto e os menores em comparação ao cerrado natural, que permaneceu com valores baixos de fósforo ao longo das profundidades estudadas. Pode-se observar, que houve diferença estatística entre o plantio direto sobre o convencional. O primeiro, apresentou os maiores teores

de fósforo disponível na referida profundidade estudada, resultados estes, que estão de acordo com os encontrados por Haas (1999).

O menor revolvimento do solo quando se emprega o plantio direto, modifica a distribuição do fósforo nas maiores profundidades (Silveira e Stone, 2003). Convém salientar, que com o não revolvimento do solo no SPD, na camada de 0-5 cm, ocorreram os maiores conteúdos de P disponíveis para as plantas.

Segundo Haas (1999), o fósforo é praticamente imóvel no solo, e com o não revolvimento da camada superficial no SPD, leva a uma acumulação de P na primeira camada do solo, próximo à superfície, e esta concentração é maior à medida que aumenta o tempo de utilização do SPD. Por outro lado, o SPC na profundidade de 10-20 cm; 20- 30cm e 30- 50cm, foi estatisticamente superior ao plantio direto, onde se apresenta com uma pequena elevação dos teores de fósforo nos anos agrícolas, sendo superiores aos demais tratamentos em concentração de fósforo disponível. Este comportamento ocorre, principalmente, pela inversão da leiva quando se revolve o solo neste sistema de manejo, Carvalho (1984).

Maria (2003), afirma que no plantio direto houve concentração de fósforo na camada superficial do solo (0-7 cm). Estes teores foram maiores no sistema plantio direto quando comparado ao convencional.

Oliveira et al. (2002), afirma que esse maior teor de fósforo nas primeiras camadas superficiais, principalmente, no sistema plantio direto (SPD), está diretamente relacionado com a deposição de resíduos vegetais proporcionado pela palhada ao solo.

De modo geral, os resultados mostram que há uma tendência de maiores valores de fósforo no sistema plantio direto, isto é, principalmente, na primeira profundidade de 0-5 cm do solo, o que pode está relacionado, com o uso do milho como palhada de cobertura do solo.

Wiethölter (2001), relata que o sistema plantio direto, forma-se quando há cultivo contínuo de espécies vegetais sem o revolvimento do solo e que devido à permanência de resíduos culturais na superfície, uma nova camada de solo é elaborada naturalmente, em função do acúmulo de nutrientes contidos na palha.

Os resultados médios de potássio disponível, em diferentes profundidades, para os tratamentos e anos agrícolas estudados, bem como, os obtidos em área de cerrado natural, que teve como médias 20 a 33 mg.dm^{-3} de solo, enquanto que as médias por sistema de manejos, plantio direto e plantio convencional, foi de 35 a 251 mg.dm^{-3} de solo e 44 a 142 mg.dm^{-3} , respectivamente.

Analisando-se estes resultados pode-se visualizar que houve diferença significativa ao nível de 5 % de probabilidade para os teores de potássio pelo teste de Scott-Knott, para os tratamentos, profundidade e ano agrícola (Tabela 2).

Em relação aos tratamentos estudados, o plantio direto é estatisticamente superior ao plantio convencional (a no sentido das linhas), e cerrado natural, apresentando maiores teores de potássio, principalmente na camada superficial do solo. Estes

resultados estão de acordo com os obtidos por Maria (2003) e Giacomini et al., (2003), os quais encontraram acúmulo superficial de potássio no sistema plantio direto, principalmente, nas primeiras profundidades do solo.

Falleiro et al. (2003), encontrou menores valores de potássio disponível na camada de 0-5 cm, estes resultados são discrepantes aos encontrados na maioria da literatura, e que esta diminuição na camada superficial do solo deve estar relacionada com sua permanência na palhada, visto que, na semeadura direta, não há revolvimento do solo e, quando da amostragem não é amostrada a palhada.

Para Wiethölter (2001), no sistema plantio direto, o manejo da fertilidade do solo no depende do que ocorre nos primeiros 10 cm do solo, proporcionando assim um sistema de plantio sustentável, pois, melhora a fertilidade do solo, podendo ser entendido como agricultura restauradora de solos degradados.

Ao estudar os anos agrícolas, houve diferença significativa, exceto na monocultura, sendo que o plantio direto, na camada até 0-5 cm, apresentou redução dos teores de potássio do primeiro ano para o segundo, porém, há uma tendência de aumento desses valores, enquanto que, no segundo sistema, os valores médios de potássio tendem a diminuir, principalmente, na monocultura de soja.

Ao analisar as profundidades, verifica-se que os maiores teores de potássio estão na camada superficial, principalmente, até 10 cm do solo, havendo uma tendência de diminuição desses valores nas profundidades subsequentes. Trabalho semelhante realizado por Lopes et al., (2003), afirmam que tais resultados devem-se ao fato de que, a liberação do potássio dar-se em maiores quantidades nas primeiras camadas do solo devido ao acúmulo de resíduos vegetais de cultivos anteriores, proporcionado pelo plantio direto, o que vai depender da quantidade de nutrientes acumulados na fitomassa das plantas de cobertura.

De acordo com os resultados obtidos, pode-se observar que o cerrado natural possui valores menores de potássio disponível permanecendo com valores constantes ao longo do perfil, independente das profundidades. Também é observado pelos resultados que o cerrado natural, apresentou teores inferiores de potássio quando comparado com as médias dos resultados dos sistemas: plantio direto e plantio convencional, havendo diferença estatística pela aplicação do teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Ao analisar os sistemas de manejo e os respectivos tratamentos, na profundidade de 0-5 cm no primeiro ano agrícola, observa-se que houve diferença estatística para os teores de potássio. Portanto, o tratamento soja/milho/soja, rotação conduzida sob plantio direto, difere significativamente, da rotação conduzida sob plantio convencional, no entanto, ambas foram estatisticamente superiores à monocultura conduzida sob plantio convencional.

Verifica-se, também, que quando se comparam os resultados obtidos no cerrado natural e os respectivos sistemas de cultivos: plantio direto e convencional, estes

apresentaram valores superiores de potássio, comprovando a afirmação de Wiethölter (2001), de que a fertilidade dos solos degradados, pode perfeitamente ser recuperada com a utilização do sistema de manejo, principalmente, com o plantio direto.

CONCLUSÕES

O sistema plantio direto proporcionou um maior acúmulo de fósforo e potássio disponíveis em relação ao sistema convencional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. **Manual de métodos de análises do solo**. 2ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- [2] CONTE, E.; LANGHINONI, I.; RHEINHEIMER, D.S. **Fósforo da biomassa microbiana e atividade de fosfatase ácida após aplicação de fosfato em solo no sistema plantio direto**, Revista Brasileira de Ciência do Solo, Rio Grande do Sul, v. 26, p. 925-930, 2002.
- [3] MARIA, L. de S.S. Sistema de amostragem do solo e avaliação da disponibilidade de fósforo na fase de implantação do plantio direto, ESALQ, Piracicaba-SP, 2003. 111 p. (Dissertação de Mestrado).
- [4] GIACOMINI, S.J.; AITA, C.; HÜBNER, A.P.; LUNKES, A.; GUIDINI, E. **Liberação de fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto**, Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 38, p. 1097-1104, 2003.
- [5] HAAS, F.D. **Aspectos básicos de fertilidade sobre plantio direto**. IN: REVISTA PLANTIO DIRETO: Fertilidade do solo em plantio direto: resumos de palestras do III curso sobre aspectos básicos de fertilidade e microbiologia do solo em plantio direto, ed. Aldeia Norte, Passo Fundo-RS, p. 19-31. 1999.
- [6] SILVEIRA, P.M.; STONE, L.F. **Sistema de amostragem do solo e avaliação da disponibilidade de fósforo na fase de implantação do plantio direto**. Piracicaba, 2003. 111 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- [7] CARVALHO, E.J.M. **Efeito de sistemas de manejo sobre algumas propriedades físicas e químicas de um podzólico vermelho-amarelo cámbico distrófico fase terraço e sobre a produção de soja**, Viçosa-MG, 1984. (Dissertação de Mestrado).
- [8] OLIVEIRA, F.H.T.; NOVAIS, R.F. ; ALVAREZ, V.V.H. ; CANTARUTTI, R.B.; BARROS, N.F. **Fertilidade do solo no sistema plantio direto**. IN: SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, II-Tópicos em ciência do solo, Viçosa-MG, p. 393-486, 2002.
- [9] WIETHÖLTER, S. **Comportamento de macro e micronutrientes no solo em sistema plantio direto**. IN: HERNANI, L.C.; FEDATTO, E. 5º Encontro Regional de Plantio Direto no Cerrado, 1.; Dourados-MS, 2001. Anais. Dourados-MS, Embrapa Agropecuária Oeste, p. 113-114. 2001.
- [10] FALLEIRO, R.M.; SOUZA, C.M.; SILVA, C.S.W. et al. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.6, p. 1097-1104, 2003. (citado 04 Novembro 2004). Disponível na World Wide Web: <<http://www.scielo.br/scielo.php>>
- [11] LOPES, A.S.; WIETHÖLTER, S.; GUILHERME, L.R.G. et al. **Sistema plantio direto: bases para o manejo da fertilidade do solo**. ANDA, São Paulo, 2003. 115 p.

Tabela 1. Valores médios de Fósforo disponível ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ de solo), em diferentes profundidades, para os sistemas de manejo, referentes aos anos agrícolas 2000 e 2002, no município de Redenção- PA.

Prof. (cm)	Ano	Cerrado Natural	Tratamentos					
			Plantio Direto (PD)		Média PD	Plantio convencional (PC)		Média PC
			soja/milho/soja	milho/soja/milho		soja/milho/soja	monocultura/soja	
0-5	2000	1	12 a ₁ A ₁ p ₁	8 a ₂ A ₂ p ₁	10	10 a ₁ A ₁ p ₁	7 a ₂ A ₁ p ₁	8
	2002		14 a ₁ A ₁ P ₁	12 a ₂ A ₁ P ₁	13	11 a ₂ A ₁ P ₁	5 a ₃ A ₁ P ₁	8
5-10	2000	1	5 a ₁ A ₁ p ₂	5 a ₁ A ₁ p ₁	5	7 a ₁ A ₁ p ₂	6 a ₁ A ₁ p ₁	6
	2002		7 a ₁ A ₁ P ₂	6 a ₁ A ₁ P ₂	6	8 a ₁ A ₁ P ₂	4 a ₁ A ₁ P ₁	6
10-20	2000	1	5 a ₁ A ₁ p ₂	3 a ₁ A ₁ p ₂	4	4 a ₁ A ₁ p ₃	5 a ₁ A ₁ p ₁	4
	2002		3 a ₂ A ₁ P ₃	3 a ₂ A ₁ P ₃	3	6 a ₁ A ₁ P ₃	2 a ₂ A ₂ P ₂	4
20-30	2000	1	1 a ₁ A ₁ p ₃	2 a ₁ A ₁ p ₂	1	2 a ₁ A ₁ p ₃	2 a ₁ A ₁ p ₂	2
	2002		2 a ₂ A ₁ P ₃	1 a ₂ A ₁ P ₃	1	5 a ₁ A ₁ P ₃	2 a ₁ A ₁ P ₂	3
30-50	2000	1	1 a ₁ A ₁ p ₃	1 a ₁ A ₁ p ₂	1	1 a ₁ A ₁ p ₃	1 a ₁ A ₁ p ₂	1
	2002		1 a ₁ A ₁ P ₃	1 a ₁ A ₁ P ₃	1	2 a ₁ A ₁ P ₄	1 a ₁ A ₁ P ₂	1

As médias “a” nas linhas, por profundidade dentro de cada ano, com o mesmo índice; “A” nas colunas - médias entre anos, dentro de cada profundidade, com o mesmo índice; “P” nas colunas - médias de comparação entre profundidades, dentro do ano 2000, com o mesmo índice; “P” nas colunas - médias de comparação entre profundidades, dentro do ano 2002, com o mesmo índice, não apresentam diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Tabela 2. Valores médios de potássio disponível ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ de solo), em diferentes profundidades, para os sistemas de manejo, referentes aos anos agrícolas 2000 e 2002, no município de Redenção - PA.

Prof. (cm)	Ano	Cerrado Natural	Tratamentos					
			Plantio Direto (PD)		Média PD	Plantio convencional (PC)		Média PC
			soja/milho/soja	milho/soja/milho		soja/milho/soja	monocultura/soja	
0-5	2000	33	251 a ₁ A ₁ p ₁	251 a ₁ A ₁ p ₁	251	141 a ₂ A ₁ p ₁	144 a ₂ A ₁ p ₁	142
	2002		168 a ₁ A ₂ P ₁	194 a ₁ A ₂ P ₁	181	141 a ₂ A ₁ P ₁	116 a ₂ A ₁ P ₁	128
5-10	2000	30	142 a ₁ A ₁ p ₂	134 a ₁ A ₁ p ₂	138	62 a ₂ A ₂ p ₂	64 a ₂ A ₁ p ₂	63
	2002		130 a ₁ A ₁ P ₂	125 a ₁ A ₁ P ₂	127	107 a ₁ A ₁ P ₁	83 a ₁ A ₁ P ₁	95
10-20	2000	28	85 a ₁ A ₁ p ₃	66 a ₁ A ₁ p ₃	76	63 a ₁ A ₁ p ₂	61 a ₁ A ₁ p ₂	62
	2002		101 a ₁ A ₁ P ₂	74 a ₁ A ₁ P ₁	88	82 a ₁ A ₁ P ₂	55 a ₁ A ₁ P ₂	68
20-30	2000	22	47 a ₁ A ₁ p ₄	40 a ₁ A ₁ p ₃	43	54 a ₁ A ₁ p ₂	49 a ₁ A ₁ p ₂	51
	2002		58 a ₁ A ₁ P ₃	47 a ₁ A ₁ P ₁	52	80 a ₁ A ₁ P ₂	40 a ₁ A ₁ P ₂	60
30-50	2000	20	42 a ₁ A ₁ p ₄	29 a ₁ A ₁ p ₃	35	49 a ₁ A ₁ p ₂	40 a ₁ A ₁ p ₂	44
	2002		41 a ₁ A ₁ P ₃	61 a ₁ A ₁ P ₁	51	61 a ₁ A ₁ P ₂	34 a ₁ A ₁ P ₂	47

As médias “a” nas linhas, por profundidade dentro de cada ano, com o mesmo índice; “A” nas colunas - médias entre anos, dentro de cada profundidade, com o mesmo índice; “P” nas colunas - médias de comparação entre profundidades, dentro do ano 2000, com o mesmo índice; “P” nas colunas - médias de comparação entre profundidades, dentro do ano 2002, com o mesmo índice, não apresentam diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.