

Sistemas de manejo e modificações na disponibilidade e teores totais de P em Latossolo no Cerrado⁽¹⁾.

Marcos Rodrigues⁽²⁾; Paulo Sérgio Pavinato⁽³⁾; Luiz Antonio Silva Junior⁽⁴⁾; Deyvison Asevedo dos Santos⁽⁵⁾; Bruno Sattolo⁽⁶⁾; Tobias Walzberg⁽⁷⁾

⁽¹⁾ Trabalho derivado da dissertação de Mestrado do primeiro autor. Financiado pela **Fundação AGRISUS**.

⁽²⁾ Aluno de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas; Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz / Universidade de São Paulo (ESALQ/USP); Piracicaba, SP; rodrigues.m@usp.br.

⁽³⁾ Professor – Departamento de Solos; ESALQ/USP.

⁽⁴⁾ Técnico superior – Laboratório de química e fertilidade do solo; ESALQ/USP.

⁽⁵⁾ Aluno de graduação – Agronomia; Universidade Federal do Maranhão - UFMA.

⁽⁶⁾ Aluno de graduação – Agronomia; ESALQ/USP.

⁽⁷⁾ Aluno de graduação – Agronomia; ESALQ/USP.

RESUMO: A adoção do plantio direto vem proporcionando uma nova dinâmica na fertilidade do solo, sobretudo na disponibilidade de fósforo (P). Objetivou-se avaliar as modificações promovidas na disponibilidade de P por extratores em distintas profundidades e os teores totais do elemento, manejado por longo período nos sistemas de cultivo Convencional (SCC) e Plantio Direto (SPD), no bioma Cerrado. Os tratamentos consistiram em SCC e o SPD, além de área de Cerrado nativo (CE) como referência, num Latossolo Vermelho de textura argilosa. Amostrou-se as profundidades de 0 – 10 e 10 – 20 cm. Foi avaliado o P-disponível pelos métodos da Resina e Mehlich-1, e os teores totais de P, sendo os dados submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste T (LSD, $p=0,05$). A conversão do Cerrado nativo em áreas de produção agrícola, seja em SCC ou SPD, acarreta na elevação dos teores disponíveis de P (Resina e Mehlich-1). A adoção do SPD resultou em maior teor de P-disponível na camada mais superficial quando comparado com o SCC, evidenciando o fato de o SPD criar uma zona de maior fertilidade na camada superficial, proporcionada pela reciclagem e consequente deposição de P em superfície (P orgânico), aliado ao não revolvimento do solo, reduzindo o efeito de adsorção específica do P. Entretanto, não se observa tal efeito em maiores profundidades no solo. A adoção de sistemas produtivos resulta em incremento nos teores totais de P e a profundidade do solo tem efeito na avaliação destes teores, sendo observado incremento na camada superficial.

Termos de indexação: Plantio Direto, Resina, Mehlich-1.

INTRODUÇÃO

Nos últimos tempos tem sido crescente a mudança no sistema de produção de grãos brasileiro, passando do Sistema de Cultivo Convencional (SCC) para o Sistema de Plantio

Direto (SPD), devido a inúmeras vantagens do manejo conservacionista, como, por exemplo, redução dos riscos de erosão, maior atividade biológica e matéria orgânica no solo, melhor estrutura, além de incrementos na fertilidade (EMBRAPA, 2005), proporcionando assim nova dinâmica de fertilidade do solo. Uma importante alteração é o gradiente de concentração de nutrientes no perfil (Nunes et al., 2011), devido à não mobilização de fertilizantes e corretivos aplicados nas camadas superficiais, bem como à ciclagem de nutrientes. Uma vez que o P apresenta baixa mobilidade e baixíssima disponibilidade nos solos oxídicos (Novais et al., 2007), o suprimento às plantas é alterado, já que a absorção pelas raízes é dependente dos teores disponíveis de P.

Áreas manejadas sob SCC têm apresentado menores teores de P (Mehlich-1) em relação às sob SPD, especialmente nas camadas superficiais, pelo fato da maior uniformidade na distribuição do P no perfil, proporcionada pela incorporação dos fertilizantes até as camadas revolvidas pela grade e o arado. Como consequência, o fertilizante fosfatado tem mais contato com os colóides do solo, resultando em maior adsorção específica do íon fosfato (Rheinheimer & Anghinoni, 2001).

Com o uso dos solos para as atividades agrícolas tem-se verificado aumento nos teores de P total da camada arável, pois as quantidades desse nutriente adicionadas através dos fertilizantes fosfatados superam as quantidades exportadas pelas colheitas alterando com isso os estoques de P no solo. Em SPD, os fertilizantes, uma vez que são aplicados na superfície do solo sem a posterior incorporação, existe uma tendência a elevações substanciais nos teores de P total da camada superficial, não sendo tão evidenciado tal fato em SCC, uma vez que as práticas de manejo empregadas condicionam uma maior distribuição dos fertilizantes fosfatados no perfil do solo, de modo a resultar numa distribuição mais homogênea do P adicionado (Rheinheimer & Anghinoni, 2001).

A adoção de sistemas de manejo que busquem o não revolvimento do solo acarretam numa nova distribuição do elemento no perfil, tornando-se necessária a preocupação com a profundidade de amostragem para levantamentos de fertilidade do solo. em função disso, objetivou-se avaliar as modificações promovidas pelos manejos Convencional e Plantio Direto, na disponibilidade de P por diferentes extratores, em profundidades distintas, num Latossolo Vermelho argiloso, quando comparado com área nativa de Cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo consistiu na avaliação de um experimento instalado em Sapezal - MT (13°56'33" S e 58°53'43"O), num Latossolo Vermelho (Embrapa, 2006) de textura argilosa, em área experimental pertencente à empresa SLC Agrícola S.A, em estudo de longo período sob sistemas de manejo do solo: Sistema de Cultivo Convencional (SCC) e sistema plantio direto (SPD), além de área de referência (Cerrado nativo - CE). O SCC consiste no preparo do solo através de duas operações de gradagem e o SPD sem preparo do solo.

A abertura do Cerrado se deu em 1997, com cultivo de soja (safra 1997/98) e, nos anos seguintes (1999/00 e 2000/01) foi cultivado algodão e soja, respectivamente, utilizando-se o mesmo preparo do solo. A partir de 2001/02 se deu a instalação do experimento com a diferenciação dos manejos de solo na área.

Ao longo dos anos procedeu-se a rotação de cultivos de soja, milho e algodão, durante as safras de verão, procedendo-se o cultivo de milho na safrinha em todos os anos.

Amostras de solo foram coletadas nas profundidades de 0 - 10 e 10 - 20 cm. Foram realizadas as caracterizações química e granulométrica do solo, no Laboratório de Solos da ESALQ/USP (Piracicaba - SP). O teor de argila, foi determinado segundo Embrapa (1997), sendo ainda determinados os atributos químicos pH (CaCl₂), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) trocáveis, além do hidrogênio e alumínio (H+Al), conforme Raji et al. (2001). Calculou-se ainda a saturação por bases (V%) e os resultados podem ser observados na **Tabela 1**.

O P-disponível foi extraído pelos métodos da Resina (Hedley, 1982) e Mehlich 1 (Embrapa, 1997). O P total foi obtido por digestão sulfúrica das amostras segundo Olsen e Sommers (1982), com modificações de Gatiboni (2003). Todas as determinações de P foram realizadas por colorimetria em molibdato de amônio, com leitura

em espectrofotômetro, segundo Murphy e Riley (1962).

Os dados foram submetidos a análise de variância e teste T (Student), a 5% de probabilidade, utilizando-se o software estatístico SAS 9.2 (Sas, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, a conversão do Cerrado nativo em áreas de produção agrícola, seja em SCC ou SPD, acarreta na elevação dos teores disponíveis de P. Verifica-se para os teores de P (Resina) um incremento de 2,4 e 3,5 vezes o teor de P na conversão de CE para SCC, e de 4,7 e 3,8 vezes na conversão do CE para SPD, nas camadas de 0 - 10 e 10 - 20 cm, respectivamente (**Tabela 2**).

Comparando-se o SCC com o SPD, verifica-se na camada superficial (0 - 10 cm) que a adoção do SPD resultou num teor P-disponível (P-Resina) aproximadamente duas vezes maior que o encontrado no SCC. Entretanto, os resultados encontrados na camada de 10 - 20 cm mostram uma diferença muito pequena do SPD para o SCC (11%), mostrando que de fato o SPD cria uma zona de maior fertilidade na camada superficial, entretanto não se observando tal diferença em maiores profundidades no solo.

Em relação ao teor de P-disponível por Mehlich-1 observa-se que a conversão CE em área de produção manejada sob SCC resulta em incremento de 3,4 e 4,9 vezes o teor de P, e de 6,0 e 6,2 vezes na conversão do CE para SPD, respectivamente, para as camadas de 0 - 10 e 10 - 20 cm.

Comparando-se o SCC com o SPD, verifica-se na camada superficial (0 - 10 cm) que a adoção do SPD resultou num teor P-Mehlich-1 1,8 vezes maior que o encontrado no SCC. Na camada de 10 - 20 cm, entretanto, o incremento mostra-se inferior (1,3 vezes). Os resultados indicam que de fato o SPD cria uma zona de maior fertilidade na camada superficial, entretanto não se observa tal diferença em maiores profundidades no solo.

Os resultados encontrados para maiores teores de P-disponível no SPD podem ser atribuídos à reciclagem do nutriente promovida pelos cultivos sucessivos, resultando na deposição de P na camada superficial, aliado ao não revolvimento do solo, o qual favorece não somente a manutenção do P em formas orgânicas não passíveis de adsorção específica a fase mineral do solo, mas também gera uma zona de alta fertilidade e biodisponibilidade do elemento, concentrando-o nestas camadas mais superficiais no solo. Nunes et al. (2011) avaliando a distribuição de P no perfil do solo em áreas manejadas sob SCC e SPD, encontraram



resultados semelhantes para os teores disponíveis de P em Latossolo muito argiloso, onde os autores obtiveram maiores teores de P-disponível nas camadas superficiais para o SPD, sendo tal diferença muito menor e mais uniforme no SCC. Os autores também relatam o efeito diluição do fertilizante fosfatado aplicado no SCC como responsável pela diminuição na diferença na distribuição do P-disponível, comumente encontrada em lavouras cultivadas em SPD. No presente estudo, tal efeito também foi observado.

Para os teores totais de P no solo (**Tabela 3**) também houve interação significativa entre as profundidades e os sistemas de manejo empregados. Verifica-se que a conversão do CE, tanto para SCC quanto para SPD resultou em acúmulo nos teores totais de P do solo. Tal resultado pode ser atribuído ao aporte do elemento proporcionado pela aplicação média anual de 102,0 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (44,6 kg ha⁻¹ de P). Comparando-se o SCC com SPD, verifica-se que a adoção do SPD resultou em menores teores totais de P ao solo. Em relação à profundidade, observa-se que tanto a adoção do SCC como do SPD proporcionaram ao solo maior concentração de P-total na camada de 0 – 10 cm. Já no CE, não observa-se diferença entre as camadas de 0 -10 e 10 – 20 cm.

Tais resultados evidenciam que os teores totais de P no solo se alteram em função das práticas de manejo adotadas e, novamente, existe uma tendência de acúmulo de P na camada superficial do solo.

CONCLUSÕES

A adoção do sistema Plantio Direto proporciona maior disponibilidade de P na camada superficial do solo, comparado ao sistema de cultivo convencional ou ao Cerrado nativo.

A profundidade do solo tem efeito na avaliação da disponibilidade de P e nos teores totais de P, se fazendo necessária a amostragem em camadas para maior detecção da disponibilidade de P do solo.

Ocorre incremento no teor total de P no solo com a adoção de sistemas produtivos.

AGRADECIMENTOS

À AGRISUS pelo financiamento do projeto.

Ao CNPq, pela concessão de bolsa de mestrado ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de

Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema plantio direto: conceitos, adoção e fatores limitantes. EMBRAPA Solos. Comunicado técnico 31. 2005. 8p.

GATIBONI, L.C. Disponibilidade de formas de fósforo do solo às plantas. 231f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, 2003.

HEDLEY, M.J.; STEWART, J.W.B.; CHAUHAN, B.S. Changes in inorganic and organic soil phosphorus fractions induced by cultivation practices and by laboratory incubations. Soil Science Society of American Journal, Madison, v.46, p.970-976, 1982.

MURPHY, J.; RILEY, J.P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Analytica Chimica Acta, Oxford, v.27, n.1, p.31-36, 1962.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J.; NUNES, F.N. Fósforo. In: NOVAIS, R.F.; et al. (eds). Fertilidade do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. v.1. p.471-550.

NUNES, R. S.; et al. Distribuição de fósforo no solo em razão do sistema de cultivo e manejo da adubação fosfatada. Revista Brasileira de Ciência do Solo., v.35, n.3, p 877-888. 2011.

OLSEN, R.S.; SOMMERS, L.E. Phosphorus. In: PAGE, A. L.; MILLER, R. H.; KEENEY, Q. R. (Eds.) Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2. ed. SSSA. Madison, 1982 p. 403-430.

RAIJ, B. van; et al. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, 2001. 285p.

RHEINHEIMER, D.S.; ANGHINONI, I. Distribuição do fósforo inorgânico em sistemas de manejo de solo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.36, p.151-160, 2001.

SAS Institute Inc. SAS/STAT. User`s guide, version 9.2. Cary: SAS Institute, 2008.

Tabela 1 – Atributos químicos e granulometria do solo em áreas sob sistemas de Cultivo Convencional (SCC), Plantio Direto (SPD) e Cerrado nativo (CE). Sapezal – MT. 2013.

Prof. Cm	Sistema de Manejo	pH CaCl ₂	Ca	Mg	H + Al	V	Argila
			----- mmol _c dm ⁻¹ -----			%	g kg ⁻¹
0 – 10	SCC	4,8	21,3	8,3	47,0	41,4	841
	SPD	5,0	30,8	14,1	38,0	55,5	835
	CE	4,0	2,1	0,7	88,0	4,2	785
10 – 20	SCC	5,0	24,7	11,0	38,0	49,9	835
	SPD	4,7	14,8	6,6	45,0	33,3	856
	CE	4,2	2,1	0,7	58,0	5,9	808

Tabela 2 – P-disponível extraído por Resina (RTA) e Mehlich-1 em Latossolo Vermelho sob sistemas de Cultivo Convencional (SCC), Plantio Direto (SPD) e Cerrado Nativo (CE). Sapezal-MT, 2013.

Sistema de Manejo	P-Resina		P-Mehlich-1	
	0 - 10 cm	10 - 20 cm	0 - 10 cm	10 - 20 cm
	----- mg Kg ⁻¹ -----		----- mg Kg ⁻¹ -----	
SCC	20,5 Ba	14,2 Bb	6,1 Ba	5,4 Ba
SPD	40,6 Aa	15,8 Ab	11,0 Aa	6,9 Ab
CE	8,6 Ca	4,1 Cb	1,8 Ca	1,1 Cb
CV (%)	17,26		10,23	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste T (LSD) a 5 %.

Tabela 3 – Teores Totais de P em Latossolo Vermelho sob sistemas de Cultivo Convencional (SCC), Plantio Direto (SPD) e Cerrado Nativo (CE). Sapezal-MT, 2013.

Sistema de Manejo	P-Total	
	0 - 10 cm	10 - 20 cm
	----- mg Kg ⁻¹ -----	
SCC	3005,5 Aa	2502,5 Ab
SPD	2512,8 Ba	2401,5 Bb
CE	2236,8 Ca	2283,9 Ca
CV (%)	3,60	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste T (LSD) a 5 %.