



# XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas  
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

## DISPONIBILIDADE DE FÓSFORO EM UM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO COM DIFERENTES HISTÓRICOS DE USO SOB DOSES DE P

**Leandro Flavio Carneiro**<sup>(1)</sup>; **Antônio Eduardo Furtine Neto**<sup>(2)</sup>; **Álvaro Vilela de Rezende**<sup>(3)</sup>; **Zosé Zilton Lopes Santos**<sup>(4)</sup>; **Thiago Henrique Pereira Reis**<sup>(5)</sup>; **Daniella Nogueira Moraes Carneiro**<sup>(6)</sup>; **Everton Igor Severino Souza**<sup>(7)</sup>; **Hugo Manoel de Souza**<sup>(7)</sup>.

<sup>(1)</sup> Professor Efetivo da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS, Rodovia MS 306 Km 6 Zona Rural, Unidade Universitária de Cassilândia, CEP 79540-000 Cassilândia (MS), [lcarneiro@uems.br](mailto:lcarneiro@uems.br); <sup>(2)</sup> Professor Adjunto do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal de Lavras - UFLA, Caixa postal: 303, CEP 37200-000 Lavras – MG; <sup>(3)</sup> Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Rod. MG 424 Km 45, Caixa Postal 285, CEP 35701-970 Sete Lagoas (MG); <sup>(4)</sup> Professor Adjunto da Universidade Federal da Amazonas –UFAM, Av. Gen. Rodrigo Octávio Jordão Ramos 3000, Campus Universitário, Bairro Coroado I, CEP 690077-000 Manaus (AM); <sup>(5)</sup> Pós Graduando; Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas - UFLA; CEP 37200-000 Lavras (MG); <sup>(6)</sup> Pós-Graduanda; Programa de Pós-graduação em Fitotecnia; UFLA; CEP 37200-000 Lavras, MG; <sup>(7)</sup> Graduandos em Agronomia - UEMS, Rodovia MS 306 Km 6 Zona Rural, Unidade Universitária de Cassilândia, CEP 79540-000 Cassilândia (MS).

**Resumo** – O uso e o manejo do solo alteram a dinâmica do P, mas as informações sobre as transformações do P adicionado na adubação e do seu efeito residual em sistema de plantio direto (SPD) são ainda limitadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a disponibilidade de P em um Latossolo Vermelho distrófico com diferentes históricos de uso sob doses de P. Foram coletadas amostras (0-20 cm) sob condição de vegetação nativa do cerrado e condição de cultivo de um Latossolo Vermelho distrófico (LVd) textura argilosa. Utilizou-se o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Jalo Radiante) e, em seguida, braquiária (*Brachiaria decumbens*) como plantas teste, em vasos plásticos (4 dm<sup>3</sup>). Os tratamentos foram dispostos em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4, sendo duas condições de uso anterior do solo e quatro doses de P (0, 120, 240 e 480 mg dm<sup>-3</sup>) (superfosfato triplo). Após o cultivo do feijoeiro e da braquiária e antes da aplicação dos tratamentos, determinou-se as frações inorgânicas (Pi) e orgânicas (Po) de P (Hedley et al., 1982). As frações lábeis e pouco lábeis de P foram maiores na condição cultivada, independente das doses de P e épocas de avaliação. A superioridade dos valores de P-lábil e P-pouco lábil na condição cultivada se deve ao fato dessa área ter recebido adubações anuais de P e calagem. A adubação fosfatada influenciou a disponibilidade de fósforo ao longo do cultivo das culturas, independente do histórico de uso.

**Palavras-Chave:** sistema de plantio direto; frações de P; manejo

### INTRODUÇÃO

A maioria dos solos de regiões tropicais e subtropicais, graças ao avançado intemperismo, apresenta maior eletropositividade e absorção de fosfatos. O solo compete com a planta pelo P adicionado, caracterizando-se, neste caso, como um dreno (Novais et al., 1998; Conte et al., 2003). Esses solos respondem a grandes adições de fertilizantes

fosfatados, aumentando a produção vegetal, com reflexos econômicos acentuados.

O uso e o manejo do solo alteram a dinâmica do P, mas as informações sobre as transformações do P adicionado na adubação e do seu efeito residual em sistema de plantio direto (SPD) são ainda limitadas (Rheinheimer, 2000; Gatiboni et al., 2007). O SPD tem sido rapidamente incorporado à exploração agrícola do País e tem sido uma importante alternativa para reduzir os riscos de degradação ambiental sem alterar a produtividade das culturas.

Algumas características do sistema de plantio direto (SPD) podem interferir na dinâmica e disponibilidade do fósforo no solo e consequentemente na resposta das culturas à adubação fosfatada. O não revolvimento do solo no SPD, além de reduzir a erosão e propiciar maior teor de água (facilitando o mecanismo de difusão), diminui o contato entre os colóides do solo e o íon fosfato, reduzindo as reações de adsorção. A mineralização lenta e gradual dos resíduos orgânicos proporciona a liberação e a redistribuição das formas orgânicas de P, mais móveis no solo e menos susceptíveis às reações de adsorção, além de manter um fluxo contínuo de diferentes formas de carbono, as quais competem com os íons fosfatos pelos sítios de carga positiva dos colóides inorgânicos e complexam íons de Al<sup>+3</sup> e Fe<sup>+3</sup>, formando compostos hidrossolúveis complexos e estáveis, resultando em aumento da disponibilidade de P para as raízes (Rheinheimer & Anghinoni, 2003).

Diante destas considerações, as respostas das culturas à adição de P no SPD têm sido relativamente pequenas, ou seja, as culturas têm requerido doses mais baixas desse nutriente (Resende et al., 2006; Rheinheimer et al., 2008). Isso, provavelmente, pode acontecer devido à ineficiência dos métodos de rotina em detectar a disponibilidade das formas orgânicas biodisponíveis de P no solo e à dificuldade de interpretação do nível de resposta a esse nutriente em uma rotação ou seqüência de culturas (Sá, 2004).

Desse modo, buscando compreender como a disponibilidade de fósforo é influenciada em áreas anteriormente adubadas, em sistema de plantio direto, sob

adição de doses de P e em como isso pode implicar no manejo de adubações fosfatadas futuras, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a disponibilidade de P em um Latossolo Vermelho distrófico com diferentes históricos de uso sob doses de P.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras utilizando-se amostras de um Latossolo Vermelho distrófico (LVd) textura argilosa (57% de argila; 220, 113,2, 4,7 e 35,1 g.kg<sup>-1</sup>, respectivamente de caulinita, gibsitita, hematita e goethita). As amostras do solo foram coletadas na Fazenda Alto Alegre, localizada no Município de Planaltina de Goiás-GO. As amostras foram obtidas na profundidade de 0-20 cm, sob condição de vegetação nativa do cerrado (solo adjacente) e sob condição de cultivo (solo cultivado). Este solo, cultivado com culturas anuais (soja/milho) há mais de 10 anos no sistema de plantio direto (SPD), recebeu calagem ocasional e adubação anual de 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e uma adubação fosfatada corretiva com 650 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato de gafsa (28% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total), seis anos antes da coleta das amostras, a qual foi incorporada com arado de aiveca. Após incorporação do fosfato, este solo permaneceu sem perturbação até a coleta das amostras.

Utilizou-se o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Jalo Radiante) e, em seguida, braquiária (*Brachiaria decumbens*) como plantas teste, em vasos plásticos com capacidade para quatro dm<sup>3</sup> de solo. Antes da aplicação dos tratamentos, foi feita calagem, objetivando elevar a saturação por bases para 70%. Os tratamentos foram dispostos em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4 com quatro repetições, totalizando 32 vasos. Os tratamentos foram constituídos por duas condições de uso anterior do solo (solo adjacente sob vegetação de cerrado e solo agrícola cultivado por vários anos) e quatro doses de P (0, 120, 240 e 480 mg dm<sup>-3</sup>), utilizando-se como fonte o superfosfato triplo.

Após a retirada das raízes do feijoeiro, através da secagem e tamisagem do solo em peneira de quatro milímetros, procedeu-se a semeadura de dez sementes de braquiária por vaso. Aos 10 DAP foram efetuados os desbastes, deixando-se quatro plantas por vaso. Foram realizados dois cortes sucessivos no início do florescimento da braquiária sem nenhuma adição de fósforo (efeito residual dos tratamentos).

Após o cultivo do feijoeiro e da braquiária, no momento da retirada das raízes, foram obtidas amostras de solo de cada vaso que, juntamente com as amostras armazenadas na condição inicial do solo (antes da aplicação dos tratamentos), foram preparadas para determinação das frações inorgânicas e orgânicas de P (Hedley et al., 1982).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e testes de médias (Scott-Knott, 5%) para avaliar as diferenças entre os tratamentos. Foram ajustadas equações de regressão para as diferentes frações de P no solo como variáveis dependentes das

doses de P, utilizando-se o software estatístico Sisvar (Ferreira, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente trabalho, a fração de P considerada disponível para as plantas foi obtida pelo fracionamento de Hedley et al. (1982) constituída pela soma do Pi + Po-NaHCO<sub>3</sub> (P-lábil) e a fração pouco lábil de P foi obtida pela soma de Pi + Po NaOH 0,1 e NaOH 0,5M.

Em geral, as frações lábeis e pouco lábeis de P foram maiores na condição cultivada, independente das doses de P e épocas de avaliação (Tabela 1).

As frações de P-lábil aumentaram de forma linear em função das doses de P em todas as épocas avaliadas do experimento, independente do histórico de uso (Figuras 2a, 2b e 2c). Para a fração de P pouco lábil, o ajuste às médias observadas em função das doses de P foi quadrático e linear, respectivamente, após a incubação dos tratamentos e cultivo do feijoeiro, independente do histórico de uso (Figuras 2d e 2e). Já após o cultivo da braquiária os ajustes em função das doses de P foram quadrático e linear, respectivamente, na condição cultivada e não cultivada (Figura 2f).

A superioridade dos valores de P-lábil e P-pouco lábil (após incubação dos tratamentos e cultivo do feijoeiro) na condição cultivada se deve ao fato dessa área ter recebido adubações anuais de P por mais de dez anos para o plantio de milho e soja em rotação e também de uma adubação corretiva de 650 kg.ha<sup>-1</sup> de fosfato de Gafsa. Isso provavelmente promoveu, além de uma saturação dos sítios de adsorção, um aumento na densidade de cargas negativas e conseqüentemente menor adsorção do P aplicado (Buehler et al., 2002; Singh et al., 2006). Outro fator que também pode ajudar a explicar esse comportamento, apesar de ter sido comum para os dois históricos de uso, é a calagem feita antes da aplicação dos tratamentos, diminuindo a adsorção de P seja pelo aumento de cargas negativas do solo, maior solubilização de compostos de P-Fe e P-Al ou por propiciar uma maior decomposição da matéria orgânica e conseqüentemente aumentar a mineralização do Po no solo cultivado (Silva et al., 2000).

Após o cultivo da braquiária, tanto a fração lábil como a pouco lábil tiveram seus valores reduzidos, expressando seu caráter fonte, principalmente a fração pouco lábil na condição cultivada (10 anos de SPD). Portanto, esses resultados sugerem que há uma maior reposição do P para a solução do solo das frações de Pi e Po-NaOH 0,1M, principalmente na condição cultivada, o que contribuiu para que a fração pouco lábil não diferisse entre os históricos de uso após o cultivo da braquiária nos tratamentos que receberam fósforo (Tabela 1).

## CONCLUSÕES

1. A disponibilidade de fósforo foi maior na condição de solo com histórico de cultivo e adubação.
2. A adubação fosfatada influenciou a disponibilidade de fósforo ao longo do cultivo das culturas, independente do histórico de uso.

## AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG, pelo financiamento do projeto de pesquisa, no qual este experimento está incluído.

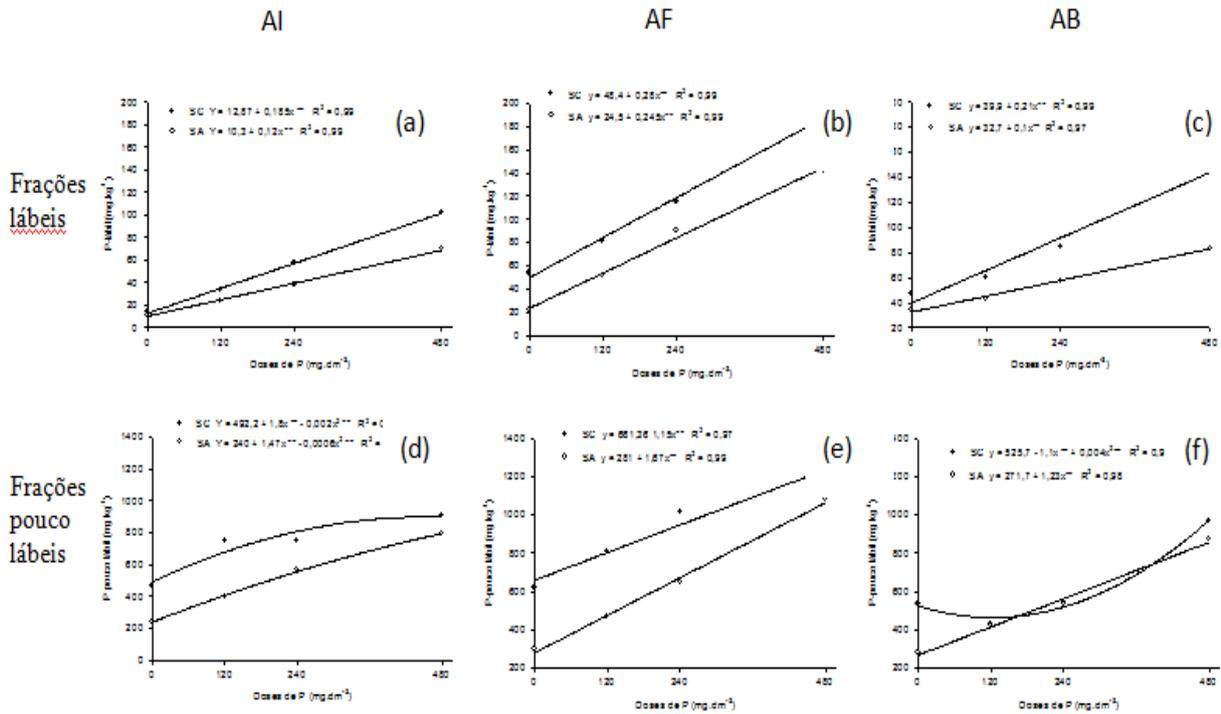
**REFERÊNCIAS**

- BUEHLER, S.; OBERSON, A.; RAO, J. M.; FRIESEN, D. K.; FROSSARD, E. Sequential phosphorus extraction of a 33P-labeled Oxisol under contrasting agricultural systems. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 66, n. 3, p. 868-877, May 2002.
- CONTE, E.; ANGHINONI, I.; RHEINHEIMER, D. S. Frações de fósforo acumuladas em latossolo argiloso pela aplicação de fosfato no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 5, p. 896-900, set/out. 2003.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFScar, 2000. p. 255-258.
- GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J.; SANTOS, D. R.; FLORES, J. P. C. Biodisponibilidade de formas de fósforo acumuladas em solo sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, n. 4, p. 691-699, jul./ago. 2007.
- HEDLEY, M. J.; STEWARD, W. B.; CHAUHAN, B. S. Changes in inorganic and organic soil phosphorus fraction induced by cultivation practices and laboratory incubation. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 46, n. 5, p. 970-976, Sept. 1982.
- NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; BARROS, N. F. A natureza não tem palito de fósforo! **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 23, n. 1, p. 24-26, nov. 1998.
- RESENDE, A.V.; FURINI NETO, A. E.; ALVES, V. M. C.; MUNIZ, J. A.; CURI, N.; FAQUIN, V.; KIMPARA, D. I.; SANTOS, J. Z. L.; CARNEIRO, L. F. Fontes e modos de aplicação de fósforo para o milho em solo cultivado da região do cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, p. 453-466, maio/jun. 2006.
- RHEINHEIMER, D. S.; ANGHINONI, I. Accumulation of soil organic phosphorus by soil Tillage and cropping systems under subtropical conditions. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 35, n. 15/16, p. 2339-2354, Aug. 2003.
- RHEINHEIMER, D. S.; ANGHINONI, I.; KAMINSKI, J. Depleção do fósforo inorgânico de diferentes frações provocada pela extração sucessiva com resina em diferentes solos e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, n. 2, p. 345-354, abr./jun. 2000.
- RHEINHEIMER, D. S.; GATIBONI, L.C.; KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistemas plantio direto. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p.576-586, mar./abr. 2008.
- SÁ, J. C. M. de. Adubação fosfatada no sistema plantio direto. In: YAMADA, T.; ABDALA, S. R. S. **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafos, 2004. p. 201-220.
- SINGH, V.; DHILLION, N. S.; BRAR, B. S. Influence of long-term of fertilizers and farmyard manure on the adsorption-desorption behavior and bioavailability of phosphorus in soils. **Nutrient in Cycling Agroecosystems**, Dordrecht, v. 75, n. 1/3, p. 67-78, July 2006.

**TABELA 1.** Frações de fósforo lábil (P-lábil) e pouco lábil (P-pouco lábil) no Latossolo Vermelho, com diferentes históricos de uso (solo adjacente (SA) e solo cultivado (SC)), doses de P e épocas de avaliação.

Fósforo	Épocas <sup>1</sup>	Uso	P inicial	Doses de P			
				0	120	240	480
.....mg.dm <sup>-3</sup> .....							
P-lábil	AI	SA	40	12 a	24 b	39 b	69 b
		SC	75	14 a	33 a	58 a	102 a
	AF	SA	40	22 b	51 b	91 b	142 b
		SC	75	54 a	81 a	115 a	190 a
	AB	SA	40	34 b	43 b	57 b	84 b
		SC	75	47 a	61 a	85 a	149 a
P-pouco lábil	AI	SA	302	244 b	397 b	565 b	795 b
		SC	445	465 a	751 a	755 a	908 a
	AF	SA	302	296 b	468 b	647 b	1077 b
		SC	445	620 a	811 a	1012 a	1202 a
	AB	AS	302	276 b	421 a	532 a	870 a
		SC	445	538 a	426 a	547 a	968 a

Médias seguidas de mesmas letras nas colunas para cada fração de P e época de avaliação não diferem entre si (Scott-Knott, 5%). P-lábil = somatório das frações Pi e Po-NaHCO<sub>3</sub>; P-pouco lábil = somatório das frações Pi e Po NaOH 0,1 e 0,5M. <sup>1</sup> AI = após incubação dos tratamentos; AF = após cultivo do feijoeiro e AB = após cultivos da braquiária.



**FIGURA 1:** Frações de fósforo lábil e pouco lábil num Latossolo Vermelho, com diferentes históricos de uso (solo adjacente (SA) e solo cultivado (SC)), doses de fósforo e épocas de avaliação. Após incubação dos tratamentos (AI), após cultivo do feijoeiro (AF) e após cortes sucessivos de braquiária (AB), respectivamente: (a), (b) e (c) = P lábil e (d), (e) e (f) = P pouco lábil.