



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

FRAÇÕES DE FÓSFORO EM UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO COM DIFERENTES HISTÓRICOS DE USO SOB DOSES DE P

Leandro Flávio Carneiro⁽¹⁾; Álvaro Vilela de Rezende⁽²⁾; Antônio Eduardo Furtini Neto⁽³⁾; José Zilton Lopes Santos⁽⁴⁾; Thiago Henrique Pereira Reis⁽⁵⁾; Daniella Nogueira Moraes Carneiro⁽⁶⁾; Hugo Manoel de Souza⁽⁷⁾; Everton Igor Severino Souza⁽⁷⁾

⁽¹⁾ 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; ⁽²⁾ Pesquisador da Embrapa; Embrapa Milho e Sorgo; Rodovia MG 424 Km 45; CEP 35701-970 Sete Lagoas(MG); ⁽³⁾ Professor Adjunto Universidade Federal de Lavras; Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal de Lavras; UFLA; Caixa postal :3037, CEP 37200-00 Lavras (MG); ⁽⁴⁾ 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); ⁽⁵⁾ Pós-Graduando ; Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas; UFLA; CEP 37200-000 Lavras (MG); ⁽⁶⁾ Pós-Graduando; Programa de Pós-graduação em Fitotecnia; UFLA; CEP 37200-000 Lavras (MG); ⁽⁷⁾ Graduandos em Agronomia; UEMS; Rodovia MS 306 Km 6 Zona Rural, Unidade Universitária de Cassilândia, CEP 79540-000 Cassilândia (MS).

Resumo – Em áreas que já foram adubadas anteriormente, principalmente sob sistema de plantio direto (SPD), podem interferir na dinâmica e disponibilidade do fósforo (P) no solo e consequentemente na resposta das culturas à adubação fosfatada. O objetivo deste trabalho foi avaliar a disponibilidade de P em um Latossolo Vermelho-Amarelo 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-Amarelo distrófico (LVAd) textura média. Utilizou-se o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Jalo Radiante) e, em seguida, braquiária (*Brachiaria decumbens*) como plantas teste, em vasos plásticos (4 dm³). 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⁻³) (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). A disponibilidade de (P) foi maior na condição de solo com histórico de cultivo e adubação nas menores doses de P e antes do cultivo das culturas. A adubação fosfatada influenciou a disponibilidade de fósforo ao longo do cultivo das culturas, principalmente na condição de solo adjacente sob vegetação de cerrado nativo. A disponibilidade de P foi influenciada pelo histórico de uso e pela adição de P.

Palavras-Chave: disponibilidade de P; manejo; adubação.

INTRODUÇÃO

A dinâmica do fósforo no solo está associada a fatores ambientais que controlam a atividade dos microrganismos, os quais imobilizam ou liberam íons fosfato, ou seja, íons resultantes da desprotonação do ácido ortofosfórico (H₃PO₄), e às propriedades físico-

químicas e mineralógicas do solo. Assim, em solos jovens e nos moderadamente intemperizados, ainda ocorre fósforo em minerais primários, mas a maior parte deste elemento se encontra na forma orgânica (Po), ou na forma mineral (Pi), adsorvida fracamente pelos minerais secundários. Nos solos altamente intemperizados, como os Latossolos, predominam as formas inorgânicas ligadas à fração mineral com alta energia e as formas orgânicas estabilizadas física e quimicamente, resultando em baixos teores de P na solução do solo e, consequentemente, limitando a produção agrícola (Oliveira et al., 1982; Cross & Schlesinger, 1995; Novais & Smith, 1999).

Chama-se atenção para o fato de que, em áreas que já foram adubadas anteriormente, os efeitos do fornecimento de fósforo podem não seguir os padrões típicos das respostas normalmente verificadas nos estudos de adubação fosfatada conduzidos em solos virgens (Kaminski & Peruzzo, 1997; Anghinoni, 2003). Após nova aplicação de fosfatos, a dinâmica que se estabelece entre as formas de P, bem como a biodisponibilidade do nutriente, costuma ser diferenciada, de forma que solos com certa reserva do nutriente tendem a favorecer a equiparação das respostas a distintas estratégias de manejo da adubação fosfatada.

Além disto 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 absorção, 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⁺³ e Fe⁺³, formando compostos hidrossolúveis complexos e estáveis, resultando

em aumento da disponibilidade de P para as raízes (Rheinheimer & Anghinoni, 2003; Sá, 2003).

Visto que o fornecimento de fósforo representa parte expressiva do custo de produção das culturas, especialmente em lavouras conduzidas em alto nível tecnológico e que existe alguma tendência de melhor aproveitamento do P em lavouras conduzidas no sistema de plantio direto, sobretudo em áreas cultivadas por longo período, há uma necessidade de definição/confirmação da melhor utilização de fertilizantes fosfatados a fim de subsidiar os técnicos e agricultores na tomada de decisão para o adequado manejo da adubação fosfatada.

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-Amarelo 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-Amarelo distrófico (LVd) textura média (13% de argila; 18, 2,5, 0,6 e 1,7 g.kg⁻¹, 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 pastagens por 13 anos, culturas anuais por 5 anos (soja/milho) no SPD e novamente pastagens por mais 3 anos sem perturbação, recebeu calagem ocasional e adubação de 88 kg ha⁻¹. ano⁻¹ de P₂O₅ (soja/milho), mais adubação corretiva 650 kg ha⁻¹ com Fosfato de Gafsa (28% de P₂O₅ total) incorporado com arado de aiveca antes do cultivo de soja/milho e mais calagem ocasional.

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⁻³ 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⁻³), 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-NaHCO₃ (P-lábil) e a fração pouco lábil de P foi obtida pela soma de Pi + Po NaOH 0,1 e NaOH 0,5M.

Em relação ao P-lábil observa-se que, após incubação dos tratamentos, as médias foram maiores no solo cultivado, exceto na maior dose de P. Nas épocas subsequentes, observou-se maiores valores no solo adjacente, com exceção para o tratamento que não recebeu P (Tabela 1). Em todas as etapas avaliadas no experimento, houve ajuste linear, independente do histórico de uso (Figura 1a, 1b e 1c).

Para a fração de P pouco lábil, após incubação dos tratamentos e cultivo do feijoeiro, os valores observados foram maiores no solo cultivado, exceto na maior dose de P (Tabela 1) e ajustes polinomiais, respectivamente, quadrático e linear para estas etapas em função das doses de P (Figuras 1d e 1e). Após o cultivo da braquiária, a fração de P-pouco lábil já foi maior no solo adjacente, exceto no tratamento que não recebeu fósforo (Tabela 1) e os ajustes polinomiais foram lineares, com o aumento das doses de P para os históricos de uso avaliados (Figura 1f).

Quando se compara a magnitude dos valores de P-lábil entre as épocas de avaliação nota-se que houve redução desta fração após o cultivo do feijoeiro, assim como observado para Pi e Po-NaHCO₃ 0,5M. Mas após os cortes sucessivos da braquiária houve um aumento do P-lábil, refletindo o comportamento do Po-NaHCO₃ 0,5M. O Po-NaHCO₃ 0,5M pode estar intimamente relacionado com o conteúdo de P da biomassa de microrganismos, indicando que, provavelmente, durante o cultivo da braquiária, o Pi tamponado por outras frações tenha sido utilizado para o crescimento da biomassa microbiana (Moreira & Siqueira, 2006), além, é claro, para a nutrição da braquiária, pois o Pi-NaHCO₃ 0,5M diminuiu após os cortes desta planta.

A fração P-pouco lábil expressou seu maior caráter fonte nas menores doses de P após o cultivo do feijoeiro, porém, após os cortes da braquiária esse comportamento foi mais expressivo nas maiores doses de P, principalmente no solo cultivado. Este comportamento confirma que em solos menos oxidados sob SPD ocorre um maior efeito residual das adubações fosfatadas, podendo-se reduzir as doses de P para as culturas subsequentes e garantir maior lucratividade para o produtor. Porém, deve-se considerar

que o efeito residual de longo prazo é menor nestes solos, pois possuem menor fator capacidade de P (Novais & Smyth, 1999).

É importante ressaltar também que a fração P-lábil tendeu a aumentar após o cultivo da braquiária em relação ao período após cultivo do feijoeiro devido ao aumento da fração Po-NaHCO₃. Apesar desta fração ter sido o menor compartimento entre as frações orgânicas de P, a mesma pode fornecer quantidades suficientes de P para garantir, pelo menos, o crescimento inicial da maioria das culturas (Moreira & Siqueira, 2006). Pode-se explicar o incremento de Po-NaHCO₃ 0,5M após o cultivo da braquiária, uma vez que esta gramínea possui um grande potencial para ciclar o P no solo devido ao seu maior crescimento radicular, tolerância ao alumínio, absorção eficiente do nutriente, associação micorrízica e maior habilidade em usar o P em condições de baixa disponibilidade (Rao, 2001).

CONCLUSÕES

1. A disponibilidade de fósforo foi maior na condição de solo com histórico de cultivo e adubação nas menores doses de P e antes do cultivo das culturas.

2. A adubação fosfatada influenciou a disponibilidade de fósforo ao longo do cultivo das culturas, principalmente na condição de solo adjacente sob vegetação de cerrado nativo.

AGRADECIMENTO

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

REFERÊNCIAS

ANGHINONI, I. Fatores que interferem na eficiência da adubação fosfatada. In: SIMPÓSIO SOBRE FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1., 2003, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba. Piracicaba: Potafos/Anda, 2003. 1 CD-ROM.

CROSS, A. F.; SCHLESINGER, W. H. A literature review and evaluation of the Hedley fractionation: applications to the biogeochemical cycle of soil phosphorus in natural ecosystems. *Geoderma*, Amsterdam, v. 64, n. 3/4, p. 197-214, Jan. 1995.

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.

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.

KAMINSKI, J.; PERUZZO, G. *Eficiência de fosfatos naturais reativos em sistemas de cultivo*. Santa Maria: Núcleo Regional Sul da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. 31 p. (Boletim técnico, 3).

MOREIRA, F. M. de S.; SIQUEIRA, J. O. *Microbiologia e bioquímica do solo*. Lavras: UFLA, 2006. 729 p.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. *Fósforo em solos e planta em condições tropicais*. Viçosa, MG: UFV, 1999. 399 p.

OLIVEIRA, A. J.; LOURENÇO, S.; GOEDERT, W. J. *Adubação fosfatada no Brasil*. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1982. 326 p.

RAO, I. M. Adapting tropical forages to low-fertility soils. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, Piracicaba. *Annals...* Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry, 2001. p. 247-254.

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.

SÁ, J. C. M. de. Adubação fosfatada no sistema plantio direto. In: SIMPÓSIO SOBRE FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1., 2003, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Potafos/Anda, 2003. 1 CD-ROM

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

Fósforo	Épocas ¹	Uso	P inicial	Doses de P			
				0	120	240	480
.....mg.dm ⁻³							
P-lábil	AI	SA	23	40 b	83 b	135 b	232 a
		SC	45	59 a	107 a	154 a	223 a
	AF	SA	23	15 b	47 a	80 a	141 a
		SC	45	30 a	45 a	71 b	136 a
	AB	SA	23	49 a	78 a	106 a	159 a
		SC	45	54 a	58 b	86 b	159 a
P-p. lábil	AI	SA	117	127 b	192 b	316 b	421 a
		SC	219	203 a	255 a	532 a	380 b
	AF	SA	117	97 b	180 b	249 b	450 a
		SC	219	174 a	244 a	382 a	435 b
	AB	SA	117	156 b	231 a	246 a	347 a
		SC	219	193 a	176 b	242 a	359 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-NaHCO₃; P-pouco lábil = somatório das frações Pi e Po NaOH 0,1 e 0,5M. ¹ AI = após incubação dos tratamentos; AF = após cultivo do feijoeiro e AB = após cultivos da braquiária

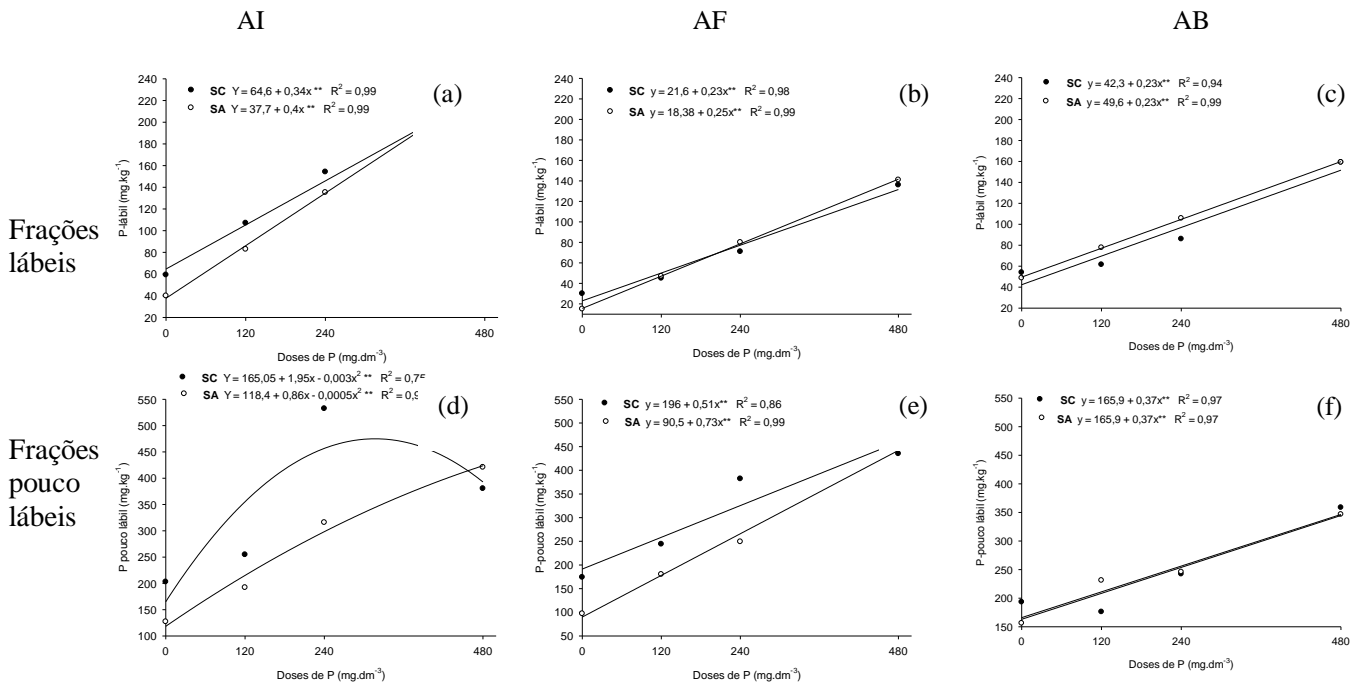


Figura 1: Frações de fósforo lábil e pouco lábil num Latossolo Vermelho-Amarelo, proveniente de áreas cultivadas com grãos (SC) e em solo adjacente (SA) sob diferentes doses de fósforo e épocas de avaliação. Após incubação dos tratamentos (AI), após cultivo do feijoeiro (AF) e após cortes sucessivos de braquiária (AB), respectivamente: (a), (b) e (c) = P lábil e (d), (e) e (f) = P pouco lábil.