

# CURVAS DE DISPONIBILIDADE DE FÓSFORO EM SOLOS COM DIFERENTES TEXTURAS APÓS APLICAÇÃO DE DOSES CRESCENTES DE FOSFATO MONOAMÔNICO

## AVAILABILITY CURVES OF PHOSPHORUS IN SOILS WITH DIFFERENT TEXTURES AFTER APPLICATION OF INCREASING DOSES OF MONOAMMONIUM PHOSPHATE

**Vanessa Júnia MACHADO<sup>1</sup>; Carlos Henrique Eiterer de SOUZA<sup>2</sup>;  
Bruno Bernardes de ANDRADE<sup>3</sup>; Regina Maria Quintão LANA<sup>4</sup>;  
Gaspar Henrique KORNDORFER<sup>5</sup>;**

1. Engenheira Agrônoma, Mestranda; Instituto de Ciências Agrárias – ICIAG, Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Uberlândia, MG, Brasil. [vjunia01@globocom.com](mailto:vjunia01@globocom.com). 2. Engenheiro Agrônomo, Professor, Doutorando; Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM, Patos de Minas, MG, Brasil. [carloshenrique@unipam.edu.br](mailto:carloshenrique@unipam.edu.br). 3. Engenheiro Agrônomo, Patos de Minas, MG, Brasil. [brunbernardes@hotmail.com](mailto:brunbernardes@hotmail.com). 4. Engenheira Agrônoma, Professora, Doutora; ICIAG - UFU, Uberlândia, MG, Brasil. [rmqlana@iciag.ufu.br](mailto:rmqlana@iciag.ufu.br). 5. Engenheiro Agrônomo, Professor, Doutor; ICIAG - UFU, Uberlândia, MG, Brasil. [ghk53@terra.com.br](mailto:ghk53@terra.com.br).

**RESUMO:** A disponibilidade de fósforo no solo é um fator que interfere diretamente na sua absorção pelas plantas. Essa disponibilidade pode ser influenciada pela textura, dose do fertilizante fosfatado e pelo tempo de contato com o solo. De maneira geral, quanto maior o teor de argila presente no solo, maior a adsorção do P e menor sua disponibilidade, e, quanto maior o tempo que o P permanecer no solo, menor será sua disponibilidade. O experimento foi conduzido no Laboratório de análises de fertilidade do solo do UNIPAM (CeFert), localizado no Campus do Centro Universitário de Patos Minas, em Minas Gerais. O experimento teve como objetivo quantificar os teores de P disponível, após incubação de solos com diferentes texturas. Os tratamentos utilizados foram testemunha (sem aplicação de P) e doses crescentes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (50; 100; 200 e 400 mg dm<sup>-3</sup>). Foi utilizado como fonte de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> o fertilizante fosfatado monoamônico-MAP, em solos com textura argilosa, média e arenosa. No solo arenoso foi realizada a calagem, com calcário calcítico comercial (Filler), visando homogeneizar o pH, elevando-o a 6,0. Após 30, 60 e 90 dias da incubação do fertilizante fosfatado com o solo, foram realizadas análises de P disponível por Mehlich-1. Os resultados obtidos demonstram que o solo arenoso apresentou a maior disponibilidade de P em função da dose aplicada e o solo de textura média apresentou maior adsorção e menor disponibilidade do nutriente, em função da dose aplicada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Solos arenoso argiloso e com textura média. MAP. Adsorção de P.

## INTRODUÇÃO

Dentre os fatores que mais tem contribuído para o incremento da produção de grãos, nos últimos anos, destacam-se a adoção de inovações tecnológicas e práticas adequadas por parte dos produtores rurais, como por exemplo, o incremento do uso de fertilizantes no processo de produção. De acordo com dados da ANDA (Associação Nacional para Difusão de Adubos) o consumo de fertilizantes “NPK” aumentou na ordem de 275% no período de 1990 a 2003, onde neste mesmo período a produção nacional de grãos fora aumentada em 112% (ANDA, 2005).

Os solos brasileiros são carentes em fósforo (P), em consequência do seu material de origem e da forte interação do P com o solo (RAIJ, 1991), assim o fósforo pode ser considerado o nutriente mais limitante da produção de biomassa dos solos tropicais (NOVAIS; SMYTH, 1999).

Sousa; Lobato (2004) preconizaram que a qualidade dos fertilizantes, tipo de solo, época de

aplicação do adubo, forma de aplicação ou localização do adubo, uniformidade de aplicação do adubo, são fatores que associados a umidade do solo, espécie vegetal cultivada e manejo da lavoura interferem na eficiência da adubação, podendo ocasionar perdas de nutrientes e consequente desperdício de recursos financeiros quando da adubação.

Dentre as principais possibilidades de perdas de N e P na agricultura destacam-se o processo de erosão laminar que carreiam os nutrientes sobre a superfície do solo, processos de lixiviação ou percolação, que “lavam” o solo no sentido vertical, a volatilização, que é a perda do nitrogênio na forma de compostos gasosos e a fixação que é a transformação de formas solúveis de certos nutrientes para formas insolúveis que deixam de ser absorvidos pelas plantas (ALCARDE et al., 1998).

O uso eficiente de fertilizantes além de proporcionar maior produtividade, pode reduzir os custos de produção, refletindo em margem positiva

no final da safra plantada. Para tanto, diversos estudos estão sendo desenvolvidos para melhorar a qualidade dos fertilizantes, de modo a aumentar sua eficiência, disponibilidade de nutrientes para as plantas e diminuir perdas no campo, reduzindo ou até evitando a contaminação do meio ambiente, devido a menor quantidade aplicada por safra e redução do custo da lavoura (ANDA, 2005).

Em geral, os fertilizantes são aplicados localizadamente, como nas linhas de semeadura ou a lanço. O melhor modo de aplicação depende da cultura que está sendo adubada, das características físicas e químicas do solo e do fertilizante utilizado. Para os adubos fosfatados, devido a sua reação de adsorção e precipitação no solo, em particular em solos argilosos, a maneira mais adequada de se localizar os nutrientes em profundidade é a aplicação deste fertilizante concentrado na linha de semeadura, posicionando o adubo abaixo e ao lado da linha de distribuição das sementes (CERETTA et al., 2007).

A adubação a lanço pode fazer com que praticamente todo o fertilizante fosfatado aplicado entre em contato com o solo, possibilitando elevada adsorção de P e reduzindo o aproveitamento desse elemento pela planta. Por outro lado, para diminuir a adsorção, utiliza-se a aplicação localizada do adubo fosfatado e, como consequência, pequena porção do sistema radicular entra em contato com o P proveniente do adubo (MALAVOLTA, 1981).

A época de aplicação do fertilizante é influenciada também, além dos fatores relacionados ao tipo de solo e da cultura, pelo sistema de plantio utilizado. No sistema de plantio direto tem-se utilizado a aplicação na cultura de inverno de parte ou de todo o fertilizante fosfatado que seria usado em culturas comerciais no verão (CERETTA et al., 2007). Deve-se observar o estágio de implantação deste sistema, a fim de se fazer a fosfatagem de maneira adequada. Na instalação do sistema de

plantio direto (SPD), recomenda-se fazer uma adubação corretiva total quando os teores de P estiverem nas faixas muito baixa e baixa. Para as lavouras em SPD já consolidadas, recomenda-se que a adubação seja embasada na análise de solo e aplicada na linha de semeadura ou a lanço quando os teores de P estiverem nas faixas alta ou muito alta, utilizando fosfatos solúveis (ANGHINONI, 2007).

Fica implícita a importância do conhecimento sobre as características do solo para a determinação da forma e dose aplicadas do fertilizante fosfatado, além da cultura, do clima e sistema de cultivo adotado. Assim, aproximando-se a adubação da real necessidade nutricional da cultura, diminuindo perdas do nutriente por adsorção, no caso de P, lixiviação ou precipitação em outros nutrientes.

Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a disponibilidade de P em solos da região do Alto Paranaíba - MG, com diferentes capacidades tampão e texturas, a partir da incubação de doses crescentes de fosfato monoamônico (MAP).

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de análises de fertilidade do solo do UNIPAM (CeFert), localizado no Campus do Centro Universitário de Patos Minas em Minas Gerais, localizada a 18° 34' 44'' de latitude sul, longitude de 46° 31' 04'' W, altitude de 815 m e clima tropical de altitude do tipo CWA, de Köppen. O período experimental foi de 90 dias.

Foram utilizadas amostras de três Latossolos, EMBRAPA (2006), com diferentes texturas, argilosa, média e arenosa (Tabela 1), coletadas a uma profundidade de 0,2 a 0,4 m na região do Alto Paranaíba, Minas Gerais.

**Tabela 1.** Classificação e análise textural dos Latossolos utilizados na condução do ensaio com curvas de disponibilidade de fósforo após incubação com diferentes doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Patos de Minas, UNIPAM, 2009.

Classes de Solo	Argila	Silte		Areia
		----- g kg <sup>-1</sup> -----		
Latossolo Vermelho Distrófico argiloso	380	200		420
Latossolo Amarelo Distrófico arenoso	60	10		930
Latossolo Amarelo Distrófico médio	250	210		540

Teores de argila, silte e areia determinados pelo teste da pipeta, segundo Embrapa (1997)

Após coletadas as amostras foram secas ao ar, homogeneizadas e peneiradas em peneira de 0,2

mm. De cada solo foi coletada uma amostra de 0,3 kg e posteriormente realizada análise para

caracterização química dos solos, determinando os teores de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Al}^{3+}$  trocáveis; acidez potencial por acetato de cálcio; matéria orgânica total (MOS) por titolometria; P-assimilável por

Mehlich-1, P-remanescente, e pH em água, seguindo metodologia descrita pela EMBRAPA (1997) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Análise química dos Latossolos utilizados na condução do ensaio com curvas de disponibilidade de fósforo após incubação com diferentes doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Patos de Minas, UNIPAM, 2009.

Textura do Solo	pH	P-Meh	P-Rem	K	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Al}^{3+}$	(H+Al)	M.O.
	Água	----- mg dm <sup>-3</sup> -----			----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----			)	dag kg <sup>-1</sup>
Argiloso	6,77	6,05	4,38	9,76	0,2	1,5	0,1	3,8	0,84
Arenoso	4,89	0,31	25,22	8,76	0,1	1,1	0,3	3,3	1,44
Média	6,38	1,03	13,14	106,37	3,7	2,3	0,0	4,0	5,64

pH em água, K e P-assimilável por Mehlich-1, P-remanescente, teores de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{Al}^{3+}$  trocáveis extraídos por KCl; acidez potencial por Acetato de Cálcio; matéria orgânica total (MOS) por titolometria, segundo metodologia Embrapa (1997).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em um esquema fatorial 5x3, constituídos de tratamentos com doses de fósforo, textura de solo, e três repetições, em um total de 45 unidades experimentais.

Os tratamentos foram: testemunha (sem aplicação de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) e doses crescentes de  $\text{P}_2\text{O}_5$  (50; 100; 200 e 400 mg dm<sup>-3</sup>); utilizando MAP e solos com textura: argilosa, média e arenosa.

Em todos os tratamentos foi realizada a calagem, de acordo com o método de  $\text{Al}^{3+}$  e  $\text{Ca}^{2+}$  +  $\text{Mg}^{2+}$  trocáveis, de acordo com a expressão  $[\text{NC} = (\text{Y} \times \text{Al}^{3+}) + (\text{X} - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}))]$ , com calcário calcítico comercial (Filler). Em que Y = 1 (textura arenosa); 2 (textura média), e 3 (textura argilosa); X = 2 (cultura do milho).

Foram utilizados 0,3 dm<sup>3</sup> de amostras de solo, que foram colocadas em sacos plásticos para realização da calagem. O calcário calcítico comercial foi incorporado em todo o volume do solo, sendo este umedecido até aproximadamente 80% da capacidade de campo, incubando-se por 10 dias e secas ao ar até atingirem umidade suficiente para permitir o manuseio, e posterior transporte para os potes plásticos translúcidos com 0,5 dm<sup>3</sup> de volume, nos quais foram aplicados os tratamentos.

O adubo fosfatado foi peneirado em peneira de 0,2 mm a fim de homogeneizar sua granulometria. Após pesado, o adubo foi incorporado ao volume total do solo. As unidades experimentais foram mantidas a capacidade de campo de acordo com o peso, sendo então, feita a reposição com água destilada.

O experimento foi conduzido por 90 dias após a aplicação de fósforo e incubação do solo. A cada 30 dias após o início do experimento foram coletadas amostras de 10 cm<sup>3</sup> das unidades experimentais e determinada o teor de P-disponível

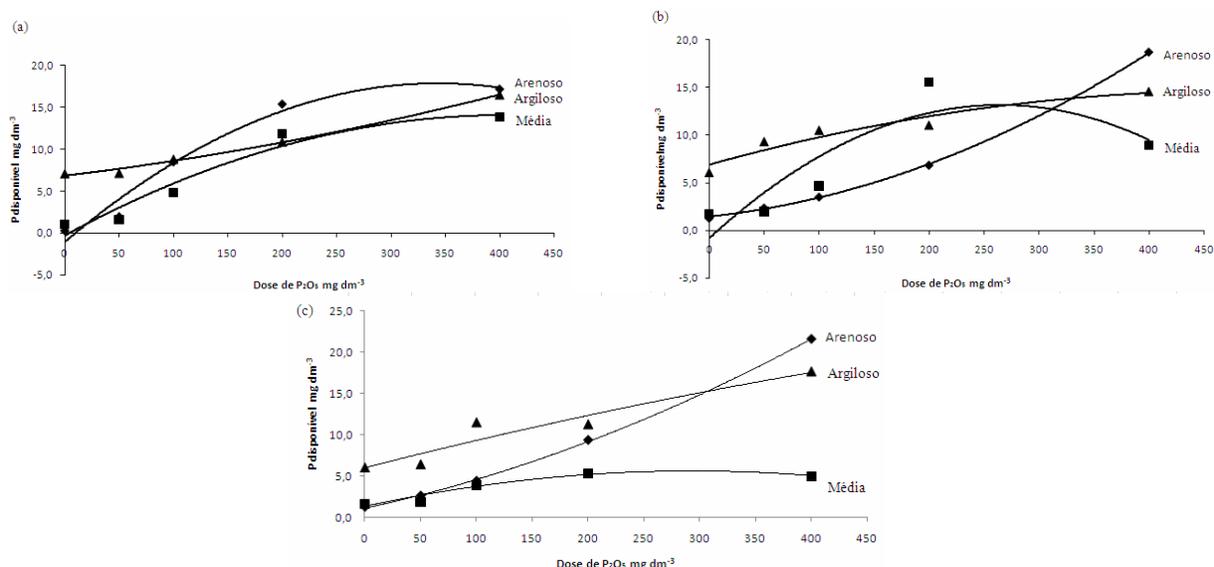
por Mehlich-1, segundo metodologia proposta pela EMBRAPA (1997).

Os dados foram submetidos a análise de variância ajustando modelos de regressão dos parâmetros avaliados a 5% de significância, utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

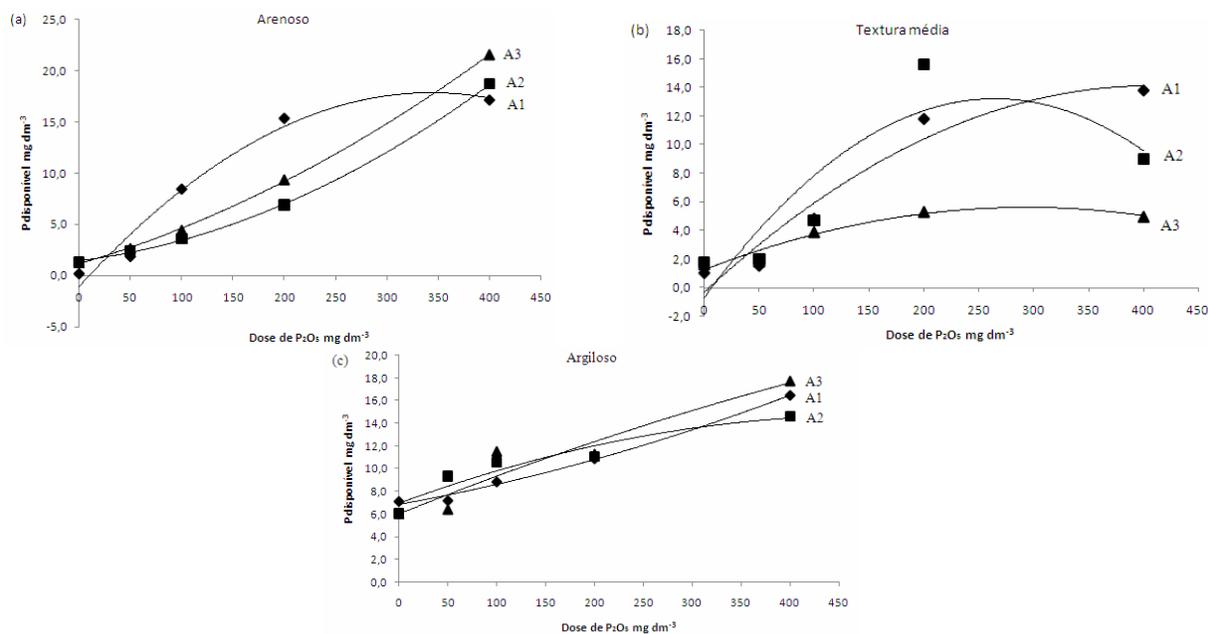
Observou-se a tendência de decréscimo na disponibilidade de P a medida que o nutriente permanece em contato com o solo, em valores menos significativos nos solos arenosos e principalmente em solos com maior teor de argila (Figuras 1a, 1b e 1c), sendo que no solo de textura média o decréscimo foi de 18%, 55% e 64% para as doses 100, 200 e 400 kg ha<sup>-1</sup> de  $\text{P}_2\text{O}_5$  respectivamente. Já para o solo argiloso, este decréscimo se observa nas doses mais baixas de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , sendo de 10% e 15% para o tratamento sem aplicação do fertilizante e para a dose de 50 kg ha<sup>-1</sup> de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , respectivamente (Figuras 2b e 2c). No solo arenoso observa-se uma tendência de manutenção do P-disponível, uma vez que há menor adsorção do nutriente pela fração argila contida neste solo (Figura 2a).

Em solos arenosos, há uma tendência de maior disponibilidade deste nutriente uma vez que a adsorção é menor em função da baixa concentração de argila, porém doses excessivas podem implicar em perdas do nutriente (Figuras 1a, 1b e 1c). Em solos com textura média, a adsorção do P é maior que a dos solos arenosos, porém é menor que a dos solos argilosos. Em função disso, a disponibilidade de P é maior em solos arenosos, seguido pelo solo de textura média e por último em solos argilosos, a medida que há incremento da dose aplicada.



**Figura 1.** Teor de fósforo em solo com diferentes texturas: arenoso (S1), médio (S2) e argiloso (S3), (a) após 30 dias, (b) 60 dias e (c) 90 dias da aplicação do fertilizante fosfatado MAP. UNIPAM, Patos de Minas-MG, 2009.

\* Nível de significância 5%



**Figura 2.** Teor de fósforo em Mehlich-1, (a) solo arenoso, (b) solo com textura média e, (c) solo argiloso, após 30 (A1), 60 (A2) e 90 (A3) dias da aplicação do fertilizante fosfatado MAP. UNIPAM, Patos de Minas-MG, 2009.

A disponibilidade de P em solos argilosos apresentou-se maior em todas as doses, quanto maior foi a dose aplicada, mas em valores menos expressivos que para o solo arenoso, devido a uma maior adsorção de P pelos colóides do solo.

O uso de fertilizantes fosfatados se faz necessário também pela forte adsorção do P nos

colóides do solo. O fósforo retido no solo é favorável a sua utilização pelas plantas, porém o “envelhecimento” dessa retenção, formando o P não-lábil é um problema. NOVAIS et al. (2007) relataram que a retenção do P adicionado ao solo ocorre pela precipitação deste elemento em solução com formas iônicas de Fe<sup>3+</sup>, Al<sup>3+</sup> e Ca<sup>2+</sup>, e de

maneira mais significativa pela sua adsorção pelos hidróxidos de  $Fe^{3+}$  e de  $Al^{3+}$ , presentes em maiores quantidades nos solos tropicais mais intemperizados.

No solo de textura média, quanto maior a dose de  $P_2O_5$  aplicada, maior a adsorção, enquanto para o solo argiloso a tangente da curva foi próxima de zero, de forma que, para o solo argiloso, com o aumento da dose, a adsorção foi menor que o de textura média.

A adsorção com o aumento das doses de P variou com a textura do solo, sendo diretamente proporcional somente no solo de textura média, sendo maior quanto maior a dose aplicada. Para os solos de textura arenosa e argilosa, a adsorção foi menor em função da dose, sendo que o solo arenoso apresentou a menor adsorção, apresentando, inclusive, incremento do teor de P disponível de 37% e 25% para as doses de 50 e 400 Kg ha<sup>-1</sup> de  $P_2O_5$ , respectivamente.

Segundo Costa et al. (2006) apud Novais; Smyth (1999), em razão do fator capacidade dos solos de textura argilosa e de textura média serem elevados, só se conseguem pequenas alterações no P na solução do solo com aplicação de doses muito elevadas de P, que já não são mais econômicas. Os aumentos mais acentuados do fluxo difusivo nos solos mais arenosos, quando se aumentam as doses de P, comparados com os menores acréscimos nos

solos mais argilosos, a despeito destes receberem doses bem mais elevadas, mostram que pequenas alterações no fator intensidade são conseguidas com altas doses de P nos solos argilosos (COSTA et al., 2006).

O solo arenoso apresentou maior disponibilidade de P em função da dose com o passar do tempo, conforme se observa nas Figuras 1a, 1b e 1c. Para os solos argilosos e de textura média, a disponibilidade de P diminuiu em todas as doses aplicadas ao longo do tempo, em função de sua adsorção pelos colóides do solo, sendo que o solo de textura média apresentou a menor disponibilidade deste nutriente.

Falcão; Silva (2004), em estudos realizados, indicaram que a adsorção de fósforo em solos arenosos é menor que em solos com maior teor de argila, sendo que a capacidade de adsorção de fósforo apresentou correlação positiva com o teor de argila.

As equações de regressão demonstram que a disponibilidade de P na dose mais alta (400 mg dm<sup>-3</sup>  $P_2O_5$ ) foi maior no solo arenoso, seguido do solo argiloso e textura média (Quadro 1), tanto após a sua aplicação como ao longo do tempo de reação do fertilizante com o solo. Já para as doses mais baixas, a maior disponibilidade de P foi encontrada no solo argiloso.

**Quadro 1.** Modelos de regressão, a 5% de significância, para os teores de P-disponível em solos com diferentes texturas, após 30, 60 e 90 dias após aplicação (DAA) do fertilizante fosfatado MAP.

Solo	30 DAA		60 DAA		90 DAA	
	$\hat{Y}$	R <sup>2</sup>	$\hat{Y}$	R <sup>2</sup>	$\hat{Y}$	R <sup>2</sup>
Arenoso	$0,000075x^2 * + 0,0526x * - 0,312$	0,96 0	$0,000038x^2 * + 0,0062x * + 0,720$	0,99 97	$5E-05x^2 + 0,029x + 1,118$	0,999 9
Média	$-0,000044x^2 * + 0,0355x * - 0,169$	0,94 8	$-0,0000352x^2 * + 0,0281x * + 3,411$	0,99 38	$-5E-05x^2 + 0,029x + 1,250$	0,932 0
Argiloso	$0,000011x^2 * + 0,0077x * + 3,411$	0,99 4	$-0,000018x^2 * + 0,0173x * + 3,113$	0,95 19	$-1E-05x^2 + 0,034x + 6,000$	0,915 0

De acordo com os resultados, observa-se a necessidade de se manejar a aplicação do fertilizante fosfatado conforme o tipo de solo, uma vez que cada textura apresentou um comportamento diferenciado em relação a adsorção e disponibilidade de P.

## CONCLUSÕES

A disponibilidade de P diminui ao longo do tempo, sendo mais pronunciado em solos de textura média, seguido pelo argiloso e, por último, pelo arenoso.

A adsorção foi maior no solo de textura média, seguido pelo argiloso e pelo arenoso.

Para o solo de textura média, quanto maior a dose aplicada, maior foi a adsorção de P, comportamento não observado para os demais solos. Os solos arenoso e argiloso apresentaram maior disponibilidade do nutriente quanto maior a dose aplicada, sendo que o solo arenoso apresentou maior disponibilidade do nutriente.

Desta forma, a adsorção de P foi maior no solo de textura média, seguido do solo argiloso e por último, pelo solo arenoso.

**ABSTRACT:** The availability of soil Phosphorus is a factor that directly interferes with its absorption by plants. This availability may be influenced by the texture, dose of phosphate fertilizer applied and the time that this nutrient is in the ground. In general, higher clay content in the soil, greater is the adsorption of P and lower is its availability, and as longer as the time P remains in the soil, lower is its availability. The experiment was conducted in the laboratory Laboratório de análises de fertilidade do solo do UNIPAM (CeFert), located on the campus of Centro Universitário de Patos Minas, in Minas Gerais. The experiment aimed to quantify the levels of available P after incubation of soils with different textures. The treatments were control (no  $P_2O_5$  application) and increasing doses of  $P_2O_5$  (50, 100, 200 and 400  $mg\ dm^{-3}$ ). Was used as the source of  $P_2O_5$  monoammonium phosphate fertilizer-MAP, in soils with clay texture, medium and sandy. In the sandy soil liming was performed with commercial limestone (filler), aiming mix pH, increasing it to 6.0. After 30, 60 and 90 days of application of phosphate fertilizer were analyzed P-available by Mehlich-1. The results demonstrated that the sandy soil showed the highest P availability as a function of the applied dose and medium-textured soil showed a higher absorption and lower availability of nutrients, depending on the dose applied.

**KEYWORDS:** Sandy soil. Clay and loam. MAP. Adsorption of P.

---

## REFERÊNCIAS

- ALCARDE, J. C.; GUIDOLIN, J. A.; LOPES, A. S. Os adubos e a eficiência das adubações. 3ª ed. São Paulo. ANDA. 1998. (Boletim Técnico, 3).
- Anuário Estatístico Setor de Fertilizantes. São Paulo. ANDA. 2005.
- ANGHINONI, I. Fertilidade do solo e seu manejo em plantio direto. In NOVAIS, R.F., ALVAREZ V., V. H., BARROS, N. F., FONTES, R. L. F., CANTARUTTI, R. B., NEVES, J. C. L., Fertilidade do Solo. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007. 1017p.
- CERETTA, C. A.; SILVA, L. S.; PAVINATO, A. Manejo da Adubação. In NOVAIS, R.F., ALVAREZ V., V. H., BARROS, N. F., FONTES, R. L. F., CANTARUTTI, R. B., NEVES, J. C. L., Fertilidade do Solo. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007. 1017p.
- COSTA, J. P. V.; BARROS, N. F.; ALBUQUERQUE, A. W.; MOURA FILHO, G.; SANTOS, J. R. Fluxo difusivo de fósforo em função de doses e da umidade do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 4, out./dez. 2006.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2ª. Ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2006. 306p.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2ª. Ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1997. 212p.
- FALCAO, N. P. S.; SILVA, J. R. A. Características de adsorção de fósforo em alguns solos da Amazônia Central. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 34, n. 3, p. 337-342. 2004.
- FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) 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.
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. 3ed. São Paulo, Agronômica Ceres, 1981. 594p.
- NOVAIS, R. F., SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa, MG: UFV, DPS, 1999. 399p.

NOVAIS, R. F., SMYTH, T. J., NUNES, F. N. Fósforo. In NOVAIS, R.F., ALVAREZ V., V. H., BARROS, N. F., FONTES, R. L. F., CANTARUTTI, R. B., NEVES, J. C. L., Fertilidade do Solo. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007. 1017p.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo, Agronômica Ceres, 1991. 343p.

SOUSA, D. M. G., LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2a ed. Brasília: Embrapa, Informação Tecnológica. 2004. 416p.