

# DOSES DE MULTIFOSFATO MAGNESIANO APLICADOS A LANÇO EM PRÉ-SEMEADURA, SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO – CULTURA DA SOJA

## Rates of magnesium multiphosphate applied by throwing in pre-sowing, under no-tillage - soybean crop

Regina Maria Quintão Lana<sup>1</sup>, Guilherme Bossi Buck<sup>2</sup>, Ângela Maria Quintão Lana<sup>3</sup>, Rildo Prudente Pereira<sup>4</sup>

### RESUMO

A disponibilidade de fósforo é influenciada por vários atributos do solo que afetam a resposta das culturas à sua aplicação, incluindo o manejo. Foi conduzido um experimento a campo, no período de 1998 a 2003, na fazenda experimental Água Limpa da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), em Uberlândia-MG, com o objetivo de avaliar o efeito do multifosfato magnésiano, em diferentes doses de  $P_2O_5$ , aplicado em pré-secmeadura, a lanço, na cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill], ao longo de cinco anos agrícolas, em sistema plantio direto. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro tratamentos (doses de  $P_2O_5$ ) e três repetições. Foram aplicadas quatro doses de  $P_2O_5$  (0, 60, 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup>), utilizando o multifosfato magnésiano. Foram avaliados o rendimento de grãos, o teor de P foliar, e o P no solo (efeito residual). Este último, nos anos 2000/2001, 2001/2002 e 2002/2003. O rendimento de grãos da soja respondeu significativamente, de forma quadrática, ao aumento de doses de  $P_2O_5$  a lanço em pré-secmeadura em todos os cultivos sucessivos. O teor de P no solo aumentou linearmente de um ano de cultivo para o outro.

**Termos para indexação:** Fósforo, soja, *Glycine max*, multifosfato magnésiano, sistema plantio direto.

### ABSTRACT

The phosphorus efficiency is influenced by several attributes of the soil that affect the answer of the cultures to the P application, including soil management. The experiment was carried out at the Água Limpa Farm, which belongs to the Universidade Federal de Uberlândia, city of Uberlândia, Minas Gerais State, in the period from 1998 to 2003. It had as objective to evaluate the answer of the soybean crop [*Glycine max* (L.) Merrill], cv. MG/BR-46 Conquista, to the application of magnesium multiphosphate in different rates of  $P_2O_5$  by throwing, in pre-sowing, under no-tillage system, during five cropping seasons. The experimental design was randomized blocks-type with four treatments (doses  $P_2O_5$ ) and three replications. There were applied four doses of  $P_2O_5$  (0, 60, 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup>), using as source the magnesium multiphosphate. The evaluated variables were: grain yield, concentration of P in the leaves and concentration of P in the soil. The concentration of P in the soil they were also evaluated in 2000/2001, 2001/2002 and 2002/2003 years. The grain yield increased successively, with the doses of  $P_2O_5$  whitt the successive croppings. The concentration of P in the soil increase in a straight line during the evaluated years.

**Index terms:** Phosphorus, soybean, *Glycine max*, magnesium multiphosphate, no-tillage system.

(Recebido em 20 de outubro de 2005 e aprovado em 25 de agosto de 2006)

### INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é a mais importante oleaginosa em produção sob cultivo extensivo no Brasil. A região dos cerrados assume importância estratégica para o desenvolvimento da cultura da soja, assim como o sistema plantio direto (PD), porém, é necessária a intensificação de novas técnicas visando a sustentabilidade dos solos de cerrado.

Muzilli (1999), avaliando a fertilidade do solo neste sistema, constatou diferenças significativas quanto ao acúmulo de nutrientes no PD em relação ao preparo convencional. Entre os nutrientes, o P apresentou altos

teores, sendo quatro a sete vezes superiores aos encontrados no preparo convencional na camada de 0-5 cm, indicando a possibilidade de redução na adubação fosfatada no plantio direto.

Se desperta o interesse de se adubar o solo superficialmente, viabilizando a prática de adubação de pré-secmeadura, levando-se em consideração a mineralização dos nutrientes no contexto de adubação do sistema solo-planta. No caso do P, cuja maior parte encontra-se na planta associada a componentes orgânicos do tecido vegetal (MARSCHNER, 1995), sua liberação está intimamente ligada ao processo de decomposição pelos

<sup>1</sup>Engenheira Agrônoma, Dra. em Solos e Nutrição de Plantas, Professora titular do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia/UFU – Campus Umuarama – Cx. P. 593 – 38.400-734 – Uberlândia, MG – rmqlana@iciag.ufu.br

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre em Ciências do Solo – Rua Marechal Deodoro, 187 – 14.730-000 – Monte Azul Paulista, SP – gbbuck@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Engenheira Agrônoma, Dra. em Genética Quântica. Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais/UFMG – Av. Antônio Carlos, 6627 – 30.161-970 – Belo Horizonte, MG – lana@vet.ufmg.br

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo – Universidade Federal de Uberlândia/UFU – Av. Dimas Machado, 620 – 38.413-291 – Uberlândia, MG – rildopp@yahoo.com.br

microrganismos do solo. Segundo Paul & Clark (1996), os principais fatores que afetam a taxa de mineralização dos compostos orgânicos são as condições edafoclimáticas (temperatura, umidade, pH, teores de  $O_2$  e de nutrientes no solo) e a qualidade do substrato (fração solúvel, nutrientes, lignina, polifenóis e as relações C/N, lignina/N e lignina + polifenóis/N). Ao contrário do N, poucos estudos têm sido realizados de modo a relacionar a taxa de mineralização de P com as características bioquímicas dos resíduos culturais das plantas de cobertura.

A prática da adubação fosfatada é indispensável nos solos do cerrado, pois sua disponibilidade é baixa. Sousa (1984) obteve incrementos na produção de soja nos cerrados utilizando doses de até  $300 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$ .

No Brasil têm sido fabricados fertilizantes fosfatados parcialmente acidulados (MALAVOLTA, 1980). Por isso, a escolha de uma fonte, normalmente, se baseia tanto na sua eficiência em suprir P para as plantas como na sua relação custo/benefício (GOEDERT et al., 1985).

Os fertilizantes solúveis em água são obtidos pela acidulação de rochas fosfatadas, e destacam-se o superfosfato simples que contém cerca de 18% de  $P_2O_5$  solúvel em CNA +  $H_2O$  (citrato neutro de amônio mais água), e o superfosfato triplo com aproximadamente 41% de  $P_2O_5$  solúvel em CNA +  $H_2O$ . Os dois representam, aproximadamente, 50% dos fertilizantes fosfatados fabricados no mundo (FASSBENDER & BORNEMISZA, 1994). Já o multifosfato possui cerca de 15% de  $P_2O_5$  solúvel em CNA +  $H_2O$ , sendo a sua solubilidade influenciada pelo pH e pela matéria orgânica do solo. Por ser uma fonte rica em Ca e em Mg, atua muitas vezes como corretivo da acidez do solo (GOEDERT et al., 1985).

O adubo fosfatado adicionado ao solo, além do efeito imediato sobre a cultura que se segue à adubação, pode ter um efeito residual nos cultivos subseqüentes. Além do tipo de cultura, vários fatores podem afetar o efeito residual dos adubos fosfatados, tais como: dose e fonte de P, método de aplicação, manejo, temperatura, tipo de solo, tempo de aplicação e umidade do solo.

Com a adoção do sistema plantio direto, a palhada, os resíduos vegetais (matéria orgânica), retiram o Al da solução e diminui a fixação do P, modificando com isso, o manejo de aplicação do P. A aplicação a lanço em pré-semeadura pode constituir-se em uma prática viável de adubação fosfatada. Para isso, deve-se adequar as fontes de P ao manejo de adubação mais eficaz. Faltam estudos no campo que comprovem os efeitos da aplicação de fósforo a lanço em pré-semeadura.

O trabalho foi desenvolvido para avaliar a eficiência do multifosfato magnésiano como fonte de fósforo em sistema plantio direto e avaliar doses de P quando aplicado em pré-semeadura, a lanço, sobre a produtividade de soja, P no solo e P foliar em 5 cultivos sucessivos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido nos anos agrícolas de 98/99, 99/00, 00/01, 01/02 e 02/03 na fazenda experimental Água Limpa, da Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia-MG. O solo da área utilizada possui 17% de argila, baixa acidez, baixo teor de fósforo e saturação por bases de 49%, cujas características químicas se encontram na Tabela 1.

O experimento foi instalado em área antes cultivada com pastagem de braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.), onde o ensaio iniciou em área de primeiro ano de cultivo. O preparo do solo constituiu de uma aração, gradagem, seguida de nivelamento do terreno para semeadura do milho como cultura de inverno para formação de palhada, implantando-se dessa forma sistema plantio direto. Posteriormente, as parcelas foram demarcadas, e se constituíram de seis linhas de soja com cinco metros de comprimento, espaçadas de 0,45 m ( $13,5 \text{ m}^2$  cada parcela), sendo considerada parcela útil as quatro linhas centrais, eliminando-se 0,5 m em cada extremidade ( $7,2 \text{ m}^2$ ). Não foi aplicado calcário. As adubações em pré-semeadura, nos cinco anos agrícolas sucessivos, foram realizadas a lanço sem incorporação, aproximadamente

Tabela 1 – Análise química do solo da área experimental, Fazenda Água Limpa, Universidade Federal de Uberlândia/MG, 1999.

Prof. cm	pH água (1:2,5)	P Mg/dm <sup>3</sup>	K	Ca	Mg	H+Al mml/dm <sup>3</sup>	Al	SB	T	V %	m	MO g/kg
0-20	5,9	1,1	18,9	1,0	0,3	1,4	0,0	1,4	2,75	49	0,0	12

Observações: P, K = ( $HCl 0,05 \text{ mol L}^{-1} + H_2SO_4 0,025 \text{ mol L}^{-1}$ ); Al Ca, Mg = ( $KCl 1 \text{ mol L}^{-1}$ ); M.O. = (Walkley-Black); SB = soma de bases; t = CTC efetiva; T = CTC a pH 7,0; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio.

sessenta dias antes da semeadura, utilizando-se com fonte o multifosfato magnésiano. O milho foi a opção de cultivo de inverno durante os anos de ensaio.

O delineamento experimental usado foi o de blocos ao acaso com três repetições e quatro tratamentos constituídos pelas doses (0, 60, 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup>) de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúveis em CNA mais água. De acordo com a CFSEMG (1999), a dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> recomendada para este solo, com disponibilidade baixa de P, é de 120 Kg ha<sup>-1</sup>. Estas doses foram aplicadas anualmente nas mesmas unidades experimentais.

O multifosfato magnésiano possui 19,1% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total; 15,1% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel em CNA mais água; 5,2% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel em água e 17,7% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel em ácido cítrico. Possui ainda em g kg<sup>-1</sup> (quantidades solúveis em água): 160 K<sub>2</sub>O; 100 Ca; 22 Mg; 60 S; 4 Zn; 2 B; 3 Cu; 5 Mn; 0,1 Mo e 0,025 Co. Os teores de potássio e micronutrientes foram nivelados em todos os tratamentos, variando apenas a dose de P. As quantidades aplicadas foram segundo CFSEMG (1999).

A cultivar de soja testada foi a MG/BR-46 Conquista, cujas sementes foram tratadas com Carboxim + Thiram na dose de 2,5 mL kg<sup>-1</sup> de sementes e inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* (JORDAN, 1982) na dose de 4 g kg<sup>-1</sup> de semente, todos os anos. Os sulcos foram abertos com sulcador acoplado em um trator, e a semeadura foi efetuada manualmente, sempre no início de dezembro, em sistema de plantio direto com a dessecação do milho, utilizando glifosato, na dose de 2 L ha<sup>-1</sup>.

Os tratamentos culturais englobaram o controle químico de plantas daninhas e pulverizações com inseticidas para o controle de pragas. Para avaliar o teor de fósforo nas folhas, foram coletadas amostras em todos os anos, no florescimento pleno da soja, estágio R2 (FEHR et al., 1971). Retirou-se a terceira folha completamente desenvolvida, a partir do ápice das plantas, conforme Bataglia et al. (1983). Estas folhas foram secas em estufa de ventilação forçada a 65°C, até peso constante, em seguida elas foram moídas para análise química. Essa análise foi realizada no Laboratório de Solos do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia.

A produtividade foi determinada no final de cada ciclo da cultura. Foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0-20 cm após cada colheita, para avaliação dos teores de P. Para determinação do teor de P no solo no decorrer dos cultivos (P residual), foram avaliados os três últimos anos de cultivo.

Os dados foram submetidos à análise de variância conjunta. Toda a análise estatística, incluindo o teste F,

análise de regressão e o teste de Tukey a 5% de probabilidade, foi efetuada pelo programa estatístico SANEST.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de multifosfato magnésiano, resultou em respostas significativas na produtividade da cultura da soja, nos cinco anos consecutivos, respondendo positivamente ao aumento de doses do fertilizante fosfatado quando aplicado a lanço em pré-semeadura (Figura 1). Na Figura 1, relaciona-se a produtividade de todos os anos com as doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicadas. Observa-se pelas equações de regressão que o aumento de produtividade da soja com os cultivos sucessivos apresenta comportamento quadrático (Figura 1). Para avaliar qual a melhor época de aplicação do fósforo em pré-semeadura, Lana et al. (2003), instalaram ensaios em latossolo sob sistema plantio direto e não encontraram diferença significativa sobre a produtividade da soja, entre as diferentes épocas de aplicação do fertilizante, aplicado a lanço, até cinco meses antes da semeadura, dentro do mesmo ano agrícola. No mesmo sentido, Barreto & Fernandes (2002), visando avaliar o efeito de diferentes doses e modos de aplicação de adubos fosfatados sobre a produtividade, absorção de P e sobre a eficiência de utilização do P foliar por plantas de milho, encontraram que a adubação fosfatada a lanço resultou em maiores produtividades e teores de P foliar das plantas de milho, comparativamente com a adubação em sulco.

Considerando a média de produtividade dos cinco anos de cultivos sucessivos, a dose que apresentou melhor produção relativa foi a de 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Tabela 2), indicando a resposta da soja a altas doses de P em solos de cerrado. Isto evidencia que mesmo com o acúmulo de fósforo residual, a adubação de manutenção com P solúvel torna-se necessário resultando em aumento de produtividade. A produtividade obtida com a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em relação à não aplicação de P propiciou um aumento de 2222 kg ha<sup>-1</sup> em grãos de soja. Quando se compara com as doses de 60 e 90 kg ha<sup>-1</sup> observa-se um aumento de 717 e 382 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 2). Esse aumento de produção significativo foi devido à adubação fosfatada, uma vez que os demais fatores foram mantidos constantes. De acordo com Barreto & Fernandes (2002), plantas adubadas com P a lanço alcançaram maiores produtividades, comparativamente às adubadas no sulco de plantio e não adubadas, refletindo a maior capacidade de absorção de P quando aplicado a lanço.

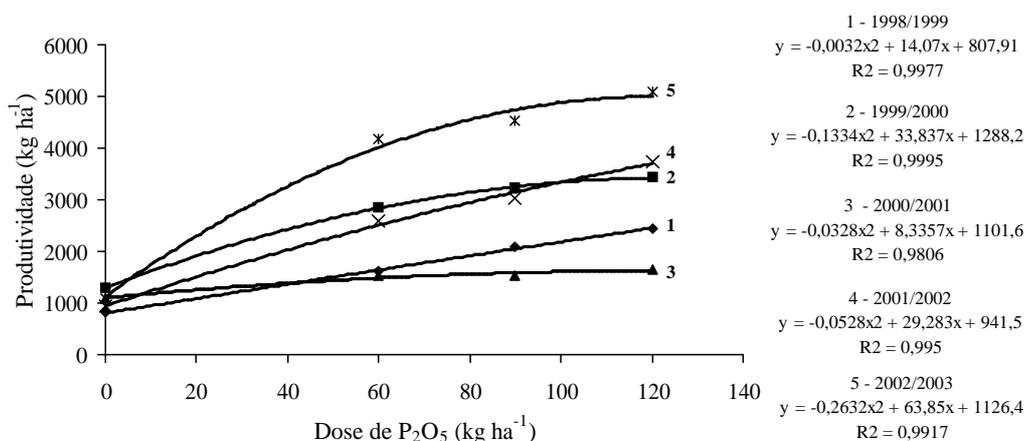


Figura 1 – Produtividade da soja em função de doses equivalentes de  $P_2O_5$ , em Latossolo nos 5 anos agrícolas. Uberlândia/MG, 2003.

Tabela 2 – Produtividade média em diferentes doses de  $P_2O_5$  nos 5 anos de cultivos sucessivos, Uberlândia/MG, 2003.

Dose ( $kg\ ha^{-1}$ )	$kg\ ha^{-1}$
120	3266,73 a
90	2884,52 b
60	2549,36 c
0	1044,24 d

Coefficiente de variação = 24,13%

\*Médias na coluna com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No decorrer dos anos, nota-se que há um aumento gradativo na produtividade, isso se deve, provavelmente, ao acúmulo de P no solo com os cultivos sucessivos (Tabela 3).

Os anos de 2000/2001 e 2001/2002 apresentaram valores de produtividade menores que o esperado, devido provavelmente, a problemas climáticos.

Com relação ao P residual, os resultados do ensaio mostram que quando se aumenta as doses de  $P_2O_5$ , também aumentam seus teores no solo, mesmo quando aplicado a lanço (Tabela 4 e Figura 2). Isto mostra que não houve adsorção de forma a reduzir o efeito da adubação a lanço. Tais resultados certamente variam com os atributos químicos do solo. Observa-se que o pH do solo utilizado estava próximo de 6,0 o que reduz a fixação de P (Tabela 1). Segundo Conte et al. (2000), a adição anual e sucessivas de doses de fósforo conduziu a um aumento dos teores totais e disponíveis de fósforo num Latossolo em sistema plantio direto. Sfredo et al. (1996), trabalhando em solos com baixo teor de P (entre 5,1 e 10,0  $mg\ dm^{-3}$ ), recomendam

150  $kg\ ha^{-1}$   $P_2O_5$  anuais por dois anos sucessivos para a cultura da soja.

Tabela 3 – Produtividade média de soja nos 5 anos de cultivos sucessivos, Uberlândia/MG, 2003.

Ano	$kg\ ha^{-1}$
2002/2003	3745,40 a
2001/2002	2632,04 b
2000/2001	1494,30 c
1999/2000	2701,50 b
1998/1999	1736,95 c

d.m.s. 5% = 436,17725

Coefficiente de variação = 14,926%

\*Médias na coluna com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4 – P residual ( $mg\ dm^{-3}$ ) em diferentes doses de  $P_2O_5$  em 3 anos de cultivos sucessivos. Uberlândia/MG, 2003.

Dose ( $kg\ ha^{-1}$ )	2000/2001	2001/2002	2002/2003
0	1,60	1,33	2,66
60	5,50	3,36	9,00
90	13,10	11,23	12,66
120	18,40	24,76	20,33
C.V	33,37	49,95	51,03
Valor F	16,27*	13,10*	5,02*

\* Significativo a 5% de probabilidade.

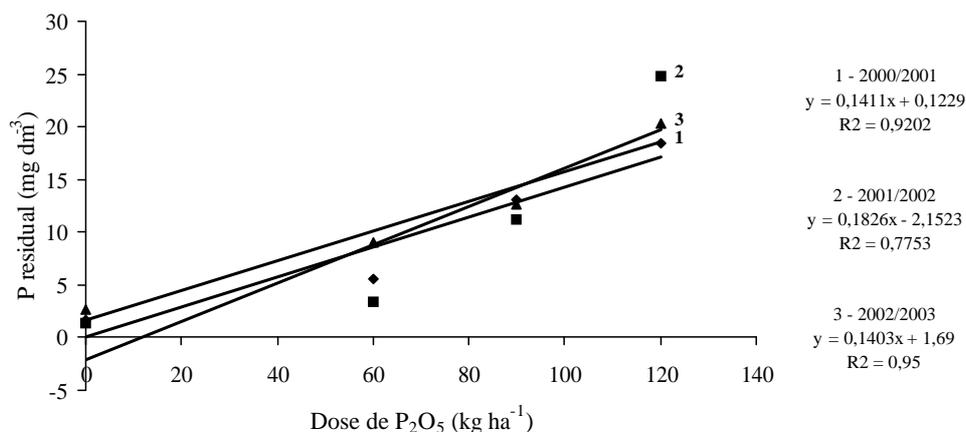


Figura 2 – Fósforo residual em função de doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em 3 anos de cultivos sucessivos. Uberlândia/MG, 2003.

No experimento, o teor inicial de P no solo encontrava-se em torno de 1,1 mg dm<sup>3</sup> e o solo apresenta textura arenosa (17% de argila), o que resulta num baixo poder tampão deste solo e conseqüentemente baixa adsorção de P. Segundo Novais & Smyth (1999), a localização do P no sulco de plantio trará resultados positivos em relação à aplicação a lanço quando o fator capacidade de P do solo for maior, ou seja, solos com alto teor de argila.

Apesar de não haver diferenças significativas, com o passar dos anos os teores de P no solo tendem a aumentar, caracterizando um efeito residual.

A adubação fosfatada tem reflexos positivos para a produção das culturas subseqüentes, uma vez que o teor de fósforo aumentou ao longo dos anos. (Figura 2).

Guss et al. (1990), em cinco solos do Estado de Minas Gerais, verificou um aumento linear do P residual em razão de doses de P aplicadas. Como o experimento foi conduzido em sistema plantio direto admite-se que provavelmente ocorreu uma ciclagem dos nutrientes, favorecendo a atividade dos microrganismos e, conseqüentemente, a mineralização do P orgânico, concordando com os resultados citados por Novais & Smyth (1999).

Em relação ao fósforo foliar, a cultura da soja respondeu positivamente ao aumento de doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Tabela 5). O aumento dos teores de fósforo foliar foi significativo nos anos de 1999/2000, 2001/2002 e 2002/2003.

As doses crescentes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aumentaram não somente a produtividade como o teor de P foliar. Notou-se um aumento na concentração de P nas folhas, proporcionalmente às crescentes doses de P no solo, (Figura 3). Assim, a maior absorção de P pelas plantas foi a principal causa do aumento de produtividade nas parcelas adubadas à

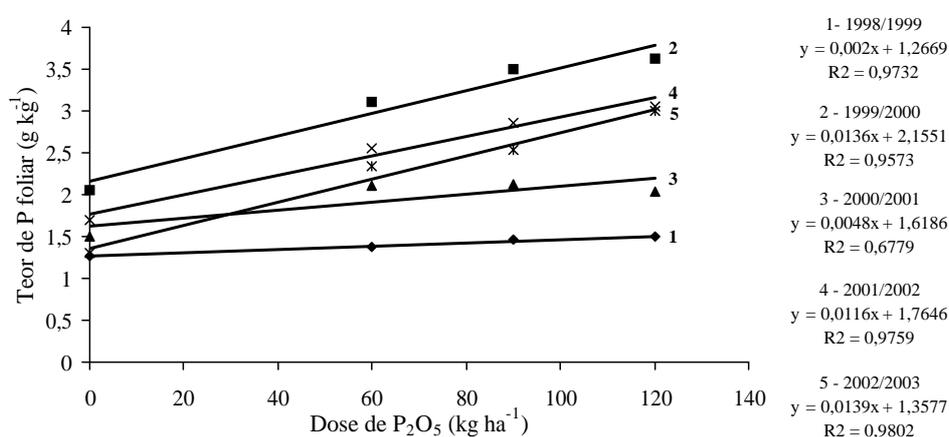
lanço em pré-semeadura. O sistema radicular da soja cultivada no espaçamento de 0,45 m explora grande volume de solo, aproveitando mais o P disponível aplicado a lanço do que quando aplicado no sulco, isto porque reduz as distâncias percorridas pelo fósforo até às raízes, facilitando sua difusão, bem como melhora a distribuição das raízes no solo. Neste sentido, Barreto & Fernandes (2002), para a cultura do milho, observaram maior produtividade com maior economia de adubo fosfatado quando adubação de P foi feita a lanço comparativamente à adubação no sulco de plantio. Para a cultura da soja, praticamente não existem dados na literatura sobre a aplicação de P a lanço. No entanto, para a cultura do milho, Barreto & Fernandes (2002) verificaram que a distribuição de raízes avaliada na dose de 90 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, revelou que a adubação a lanço resultou em maior biomassa radicular e uma tendência em melhor distribuição destas raízes.

Para uma produtividade adequada de soja, a quantidade total de fósforo acumulado em sua biomassa – grãos e parte vegetativa – fica em torno de 20 kg ha<sup>-1</sup>. O teor adequado de P foliar na soja é de 2,5 g kg<sup>-1</sup>, segundo CFSEMG (1999). Pela Figura 3, observa-se que seria necessário pelo menos 90 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para fornecer quantidade de P adequado. A adubação a lanço em pré-semeadura com multifosfato magnésiano resultou em maior produtividade da soja com as doses crescentes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, em solo arenoso com a acidez corrigida (pH 6,0). A maior produtividade foi correlacionada com os maiores teores de P foliar. Observou-se uma tendência de absorção de P com a aplicação a lanço do multifosfato magnésiano, o que pode ter contribuído para aumentar a absorção de outros nutrientes e de água (NOVAIS & SMYTH, 1999), o que também favoreceria o aumento de produtividade de grãos da soja.

Tabela 5 – Teores de fósforo foliar, nas diferentes doses de  $P_2O_5$   $kg^{-1}$  e anos de cultivos sucessivos, Uberlândia/MG, 2003.

Doses	Teor de P foliar ( $g\ kg^{-1}$ )				
	1998/1999	1999/2000	2000/2001	2001/2002	2002/2003
0	1,27	2,06	1,50	1,70	1,30
60	1,37	3,10	2,10	2,56	2,34
90	1,47	3,50	2,13	2,86	2,54
120	1,50	3,63	2,03	3,06	3,00
CV (%)	11,48	9,65	16,10	8,08	7,48
Valor F	1,29	17,14*	2,71	25,64*	52,52*

\* Significativo a 5% de probabilidade.

Figura 3 – Teor de P foliar em função de doses de  $P_2O_5$  nos 5 anos de cultivos sucessivos Uberlândia/MG, 2003.

### CONCLUSÕES

A aplicação de diferentes doses do multifosfato magnésiano, a lanço, em pré-semeadura, resultou num aumento quadrático sobre a produtividade da soja, nos cinco anos de cultivos sucessivos.

O teor de fósforo foliar aumentou significativamente com as doses de  $P_2O_5$  nos anos de 1999/2000, 2001/2002 e 2002/2003.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. Produtividade e absorção de fósforo por plantas de milho em função de doses e modos de aplicação de adubo fosfatado em solo de tabuleiro costeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 26, p. 151-156, 2002.

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1983. 48 p. (Boletim técnico, 78).

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, 1999.

CONTE, E.; ANGHINONI, I.; RHEINHEIMER, D. S. **Formas de acumulação de fósforo em solos no sistema plantio direto com aplicações crescentes de fertilizante fosfatado**. Santa Maria: UFSM, 2000.

FASSBENDER, H. W.; BORNEMISZA, E. **Química de solos con énfasis en suelos de América Latina**. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para Agricultura, 1994. 420 p.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E.; BURMOOD, D. T.; PENNINGTON, J. S. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L) Merrill. **Crop Science**, Madison, v. 11, n. 6, p. 929-931, 1977.

GOEDERT, W. J.; SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. Fósforo. In: GOEDERT, W. J. (Ed.). **Solos dos cerrados: tecnologia e estratégias de manejo**. São Paulo: Nobel, 1985. p. 129-163.

GUSS, A.; GOMIDE, J. A.; NOVAIS, R. F. Exigências de fósforo para estabelecimento de quatro leguminosas forrageiras em solos com distintas características físico-químicas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 19, p. 450-458, 1990.

JORDAN, D. C. Transfer of *Rhizobium japonicum* Buchanan 1980 to *Bradyrhizobium* gen. nov., a genus of slow-growing, root nodule bacteria from leguminous plants.

**International Journal of Systematic Bacteriology**, Baltimore, v. 32, n. 1, p. 136-139, 1982.

LANA, R. M. Q.; VILELA FILHO, C. E.; ZANÃO JUNIOR, L. A.; PEREIRA, H. S.; LANA, A. M. Q. Adubação superficial com fósforo e potássio para soja. **Scientia Agrária**, Piracicaba, v. 4, n. 1/2, p. 53-60, 2003.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 210 p.

MARSCHNER, H. Functions of mineral nutrients: macronutrients. In: \_\_\_\_\_. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. San Diego: Academic, 1995. p. 229-312.

MUZILLI, O. Fertilidade do solo em plantio direto. In: FACELLI, A. L.; TORRADO, P. V.; NOVAIS, R. F. de; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV, 1999. 399 p.

PAUL, E. A.; CLARK, F. E. Dynamics of residue decomposition and soil organic matter turnover. In: \_\_\_\_\_. **Soil microbiology and biochemistry**. 2. ed. San Diego: Academic, 1996. p. 158-179.

SFREDO, G. J.; PALUDZYSZYN FILHO, E.; GOMES, E. R.; OLIVEIRA, M. C. N. de. Resposta da soja a fósforo e calcário em Podzólico vermelho-amarelo de Balsas, MA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, p. 429-432, 1996.

SOUSA, D. M. G. de. **Calagem e adubação para a cultura da soja nos cerrados**. Planaltina: Embrapa, 1984. 10 p. (Comunicado técnico, 38).