

EFICIÊNCIA AGRÔNOMICA DE FERTILIZANTES FOSFATADOS PARA A CULTURA DA SOJA¹

EDSON L.M. COUTINHO², WILLIAM NATALE³, ANDRÉ S. VILLA NOVA⁴ e DALVA S. X. SITTA⁵

RESUMO - O experimento foi conduzido durante dois anos, em condições de campo, num Latossolo Vermelho-Escuro textura média, localizado no município de Jaboticabal, SP, com o objetivo de verificar os efeitos, no solo, na planta e na produção de grãos de soja (*Glycine max* L. Merrill), de quatro fertilizantes fosfatados (superfosfato triplo, termofosfato magnésiano, fosfato de Gafsa granulado, fosfato natural de Patos de Minas), empregados nas doses de 100 e 200 kg/ha de P_2O_5 . A adubação fosfatada promoveu incrementos significativos na produção de grãos e nos teores de P no solo e na planta. A eficiência das fontes de P obedeceu à seguinte ordem decrescente: superfosfato triplo, termofosfato magnésiano, fosfato de Gafsa granulado e fosfato de Patos de Minas. Cumpre salientar que a eficiência do fosfato de Gafsa granulado melhorou acentuadamente, quando se considerou o efeito residual no segundo ano, ao passo que o fosfato de Patos de Minas foi ineficiente no fornecimento de P para as plantas. O termofosfato magnésiano não alterou significativamente o valor pH e as concentrações de cálcio e magnésio no solo e nas folhas.

Termos para indexação: *Glycine max*, fósforo, fosfato de rocha, termofosfato, fosfato granulado.

AGRONOMIC EFFICIENCY OF PHOSPHATES FERTILIZERS ON SOYBEAN

ABSTRACT - An experiment was conducted during two years in a Dark-Red Latosol in the county of Jaboticabal, SP, Brazil, with the objective of verifying the effects on the soil, on the plant and on soybean grain yield, of four phosphates fertilizers (triple superphosphate, fused magnesium phosphate, rock granulated phosphate of Gafsa, rock phosphate of Patos de Minas), applied on the rates of 100 and 200 kg/ha of P_2O_5 . Fertilization with phosphorus resulted in increased grain yield and in the contents of P in the soil and in the plant. The efficiency of the P sources was according to the following decreasing order: triple superphosphate, fused magnesium phosphate, rock granulated phosphate of Gafsa and rock phosphate of Patos de Minas. An important observation was that the efficiency of the rock granulated phosphate of Gafsa was considerably higher when the residual effect of the second year was considered, whereas the rock phosphate of Patos de Minas was not efficient to supply P to the plants. The fused magnesium phosphate did not modify significantly the pH value and the contents of Ca and Mg in the soil and in the leaves.

Index terms: *Glycine max*, phosphorus, rock phosphate, fused magnesium phosphate, granulated phosphate.

INTRODUÇÃO

Na agricultura brasileira, são os fosfatos solúveis em água as fontes mais utilizadas de P. São reconhecidamente excelentes fornecedores desse nutriente, mas exigem, para sua fabricação, considerável investimento de enxofre, que é uma matéria-prima importada.

Por outro lado, os fosfatos naturais brasileiros têm mostrado, em relação às fontes solúveis em água, uma eficiência inicial baixa, melhorando com o decorrer dos anos, sem, contudo, apresentarem um efeito residual su-

¹ Aceito para publicação em 14 de fevereiro de 1991.

Trabalho realizado com a participação financeira do CNPq e FUNEP. Apresentado parcialmente no XXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo realizado em Recife, PE, 1989.

² Eng.-Agr., M.Sc., Dr., Livre-Docente, Prof.-Adjunto, Dep. de Solos e Adubos da Fac. de Ciências Agrárias e Vet., UNESP, Rod. Carlos Tonanni, km 5, s/nº, CEP 14870 Jaboticabal, SP, Bolsista CNPq.

³ Eng.-Agr., M.Sc., Prof.-Assistente, Dep. de Solos e Adubos da Fac. de Ciências Agrárias e Vet., UNESP.

⁴ Eng.-Agr., ex-estagiário do Dep. de Solos e Adubos da Fac. de Ciências Agrárias e Vet., UNESP, Bolsista CNPq.

⁵ Enga.-Agr., no Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, da Fac. de Ciências Agrárias e Vet., UNESP.

perior ao dos superfosfatos (Goedert 1983, Goedert & Lobato 1984, Goedert et al. 1990).

Nestas circunstâncias, tem sido enfatizada a transformação desses fosfatos naturais através de algum tratamento para melhorar a sua solubilidade, destacando-se o tratamento térmico, o que permitiria um maior aproveitamento das jazidas, em vista da possibilidade de utilização de rochas menos concentradas e de baixa qualidade (Goedert et al. 1990). Experimentos conduzidos em condições de campo com a cultura da soja têm demonstrado que o termofosfato apresenta um comportamento similar ou superior ao dos superfosfatos (Braga et al. 1980, Coutinho & Toledo 1984, Goedert et al. 1990).

Por outro lado, apesar de constituir um fosfato natural, outra fonte de P que tem apresentado bons resultados, particularmente em solos sob vegetação de cerrado, é o fosfato de Gafsa. Em termos de eficiência agrônômica, este fosfato tem-se mostrado similar aos fosfatos solúveis em água, particularmente quando se considera o efeito residual (Goedert & Lobato 1980, Goedert & Lobato 1984, Oliveira et al. 1984).

É conveniente salientar que nestes experimentos o fosfato foi utilizado na forma de pó. Entretanto, existe um grande interesse na granulação desses fosfatos de rocha mais reativos, com o objetivo de facilitar o manuseio, aplicação e principalmente, abrir a possibilidade de utilizá-lo juntamente com fontes solúveis em água em formulações constituídas de mistura de grânulos.

Nos últimos anos, esse produto vem sendo importado e comercializado no Brasil, mas os estudos sobre o comportamento desse fosfato natural, em solos do estado de São Paulo, são bastante incipientes.

Em vista do exposto, conduziu-se um experimento em condições de campo, com duração de dois anos, com o objetivo de verificar os efeitos de doses e fontes de P no solo, na planta, e na produção de grãos de soja, tendo-se como fonte de referência o superfosfato triplo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado num Latossolo Vermelho-Escuro textura média, localizado no município de Jaboticabal, SP, apresentando na camada arável 62% de areia, 8% de silte e 30% de argila e as seguintes características químicas para fins de fertilidade: pH (CaCl₂) 5,3; M.O. = 1,7%; P (resina) = 8 µg/cm³; H + Al = 2,2 meq/100 cm³; K, Ca e Mg trocáveis: 0,05; 2,7 e 0,9 meq/100 cm³ respectivamente; V = 62%.

Os tratamentos constituíram um fatorial 4 x 2 (quatro fontes de P e duas doses) mais uma testemunha, dispostos em blocos casualizados com quatro repetições. As fontes de P utilizadas foram: superfosfato triplo, fosfato natural de Gafsa granulado, termofosfato magnesiano e fosfato natural de Patos de Minas, utilizados nas doses de 100 e 200 kg/ha de P₂O₅.

Os fertilizantes fosfatados foram aplicados um dia antes da semeadura, a lanço em área total e posteriormente incorporados superficialmente com uma grade.

As parcelas eram constituídas de seis linhas com espaços, entre si, 0,60 m, com comprimento de 5 m, correspondendo a uma área total de 18 m² e a uma área útil de 12 m², pois foram desprezadas as linhas de cada lado da parcela, as quais representaram a bordadura. Todas as unidades experimentais receberam uma adubação constante de 80 kg/ha de K₂O na forma de cloreto de potássio. As sementes receberam inoculação de estirpes específicas de *Bradyrhizobium japonicum*, sendo a semeadura da cultivar IAC-11 realizada em 24.11.87.

Para avaliar o estado nutricional das plantas de soja, foram amostradas, no estádio de florescimento da cultura (R₂), as terceiras folhas a partir do ápice (com pecíolo) de 20 plantas dentro da área útil de cada parcela. A amostragem de solo foi realizada na mesma época da diagnose foliar.

Para se avaliar a produção de grãos foram colhidas as duas linhas centrais da área útil de cada parcela.

Para a determinação das concentrações de P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn nas folhas, foram utilizados métodos descritos por Bataglia et al. (1983). Os teores de P, K, Ca, Mg, H + Al e o valor pH (CaCl₂) do solo foram determinados segundo métodos descritos por Raij & Quaggio (1983).

Para se verificar o efeito residual dos tratamentos, o experimento foi conduzido nas mesmas parcelas do ano anterior, sendo que nenhuma aplicação de

adubo fosfatado foi realizada. A semeadura da soja foi efetuada em 18.11.1988.

Os demais procedimentos foram os mesmos já descritos anteriormente para o primeiro ano agrícola.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos resultados obtidos, verificou-se, para os dois anos de experimentação, que as fontes de P nas doses empregadas aumentaram os teores desse nutriente no solo, com os tratamentos adubados com P (fatorial) diferindo significativamente da testemunha (F = 16,14** e 21,61**, respectivamente para o primeiro e segundo ano agrícola).

Com relação, ainda, às concentrações de P no solo, nota-se, na Fig. 1, que o superfosfato triplo, o fosfato natural de Gafsa e o termofosfato apresentaram um comportamento similar, não se observando diferenças significativas entre essas fontes. Verifica-se, ainda, o com-

portamento bastante inferior do fosfato natural de Patos de Minas em relação aos demais fertilizantes fosfatados. Observações análogas também podem ser feitas para os teores de P nas folhas (Fig. 2).

Com relação à produção de grãos de soja, observa-se, na Fig. 3, que ela aumentou com a

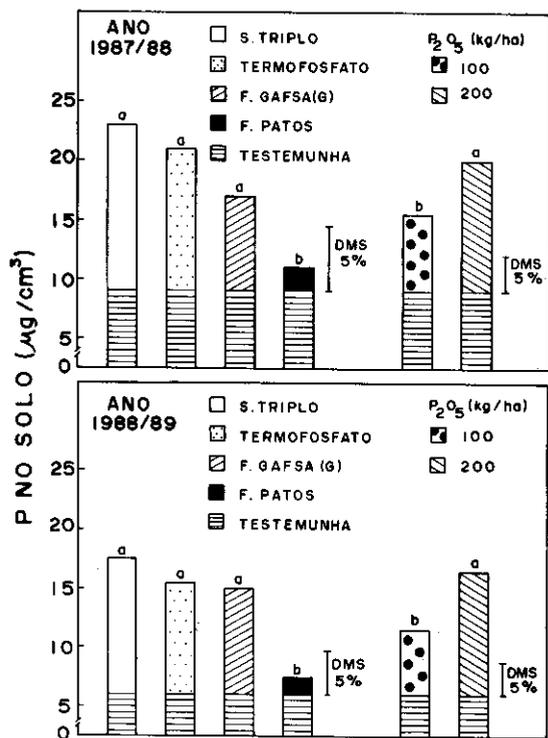


FIG. 1. Efeito de doses e fontes de fósforo nas concentrações de P no solo.

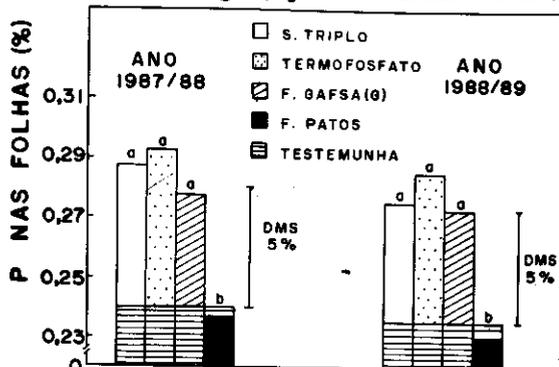


FIG. 2. Efeito das fontes de fósforo nas concentrações desse macronutriente nas folhas.

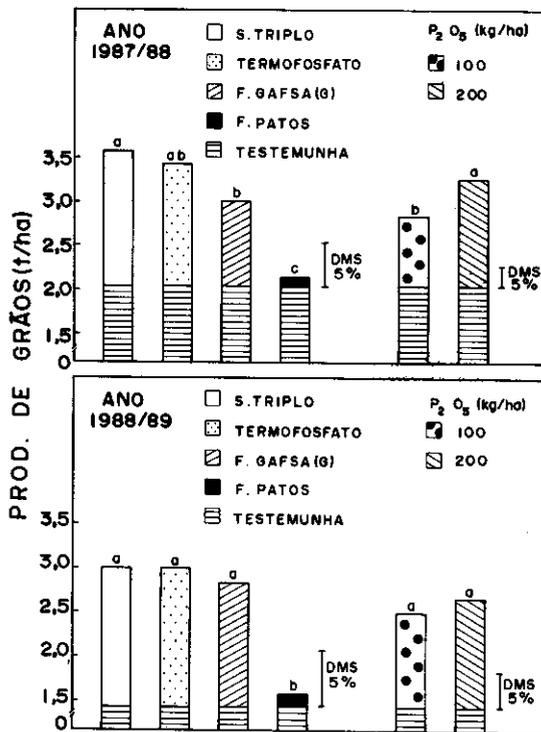


FIG. 3. Efeito de doses e fontes de fósforo na produção de grãos de soja.

aplicação dos fertilizantes superfosfato triplo, termofosfato e fosfato de Gafsa. Resultados semelhantes foram obtidos por Pereira et al. (1974) empregando os dois primeiros fertilizantes fosfatados citados.

Apesar de constituir um adubo insolúvel em água, chama a atenção, na Fig. 3, o bom desempenho do termofosfato. Resultados dessa magnitude têm sido atribuídos não apenas ao fornecimento de P, mas também ao fato de ele exercer uma certa influência na correção da acidez do solo, e, ainda, fornecer Ca e Mg (principalmente) para as plantas.

Dentro desse contexto, verifica-se na Tabela 1, que a acidez potencial, a saturação por bases e o valor pH do solo não foram alterados significativamente pelas fontes de P utilizadas, particularmente no caso do termofosfato, pois resultados obtidos pela EMBRAPA (1976) e Defelipo et al. (1978) atribuem a este último capacidade de corrigir a acidez do solo. A divergência de resultados deve-se, provavelmente, às baixas doses de termofosfato utilizadas nesse experimento, as quais foram insuficientes para essa finalidade.

Por outro lado, a importância do fornecimento de Mg para a soja foi evidenciada por Raij et al. (1977) e Coutinho (1984) em solo

com teores de Mg inferiores a 0,2 meq/100 cm³. Entretanto, examinando a concentração original desse cátion divalente no solo (0,9 meq/100 cm³), nota-se que ela é alta, sendo, portanto, pouco provável uma resposta à adição desse nutriente. Reforçando esse raciocínio, observa-se, nas Tabelas 1 e 2, que os teores de Mg no solo e na planta não foram afetados significativamente pelos fertilizantes fosfatados utilizados. Dessa maneira, o resultado obtido com o termofosfato, em termos de produção de grãos, pode ser atribuído apenas à sua capacidade no fornecimento de P às plantas, uma vez que também as concentrações de Ca não foram alteradas significativamente (Tabelas 1 e 2).

Esse resultado corrobora as observações de Oliveira et al. (1984) e Goedert et al. (1990) sobre a existência de uma estreita relação entre a disponibilidade biológica de P e a solubilidade do fertilizante fosfatado em ácido cítrico. O termofosfato apresenta mais de 90% do P total solúvel em ácido cítrico a 2% (relação 1:100).

Por outro lado, nota-se, ainda na Fig. 3, o comportamento bastante inferior do fosfato natural de Patos de Minas em relação às demais fontes. Esse fato já era esperado, em

TABELA 1. Efeito de doses e fontes de fósforo nas concentrações de K, Ca, Mg, H + Al, valor pH e saturação por bases do solo.

| Dose P ₂ O ₅ | Fonte | Ano agrícola: 1987/88 | | | | | | Ano agrícola: 1988/89 | | | | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | pH (CaCl ₂) | K | Ca | Mg | H + Al | V | pH (CaCl ₂) | K | Ca | Mg | H + Al | V |
| kg/ha | | ----- meq/100 cm ³ ----- | | | | % | | ----- meq/100 cm ³ ----- | | | | % | |
| 100 | Superfosfato | 5,2 | 0,06 | 2,8 | 0,8 | 2,2 | 62 | 5,1 | 0,06 | 2,2 | 0,6 | 2,1 | 58 |
| 200 | triplo | 5,1 | 0,04 | 2,1 | 0,7 | 2,4 | 54 | 5,2 | 0,06 | 2,6 | 0,7 | 2,0 | 63 |
| 100 | Fosfato de Gafsa | 5,1 | 0,05 | 2,2 | 0,6 | 2,5 | 53 | 5,3 | 0,07 | 2,6 | 0,5 | 1,8 | 64 |
| 200 | granulado | 5,3 | 0,06 | 2,6 | 0,9 | 2,2 | 62 | 5,2 | 0,09 | 2,4 | 0,7 | 2,0 | 61 |
| 100 | Termofosfato | 5,2 | 0,05 | 2,7 | 0,9 | 2,2 | 62 | 5,2 | 0,07 | 2,3 | 0,6 | 2,2 | 57 |
| 200 | magnesiano | 5,1 | 0,06 | 2,3 | 1,0 | 2,5 | 57 | 5,3 | 0,07 | 2,5 | 0,9 | 1,9 | 65 |
| 100 | Fosfato natural | 5,1 | 0,06 | 2,2 | 0,7 | 2,5 | 54 | 5,1 | 0,08 | 2,8 | 0,5 | 2,0 | 63 |
| 200 | de Patos de Minas | 5,1 | 0,06 | 2,4 | 0,8 | 2,6 | 56 | 5,1 | 0,07 | 2,3 | 0,5 | 2,2 | 57 |
| Testemunha | | 5,1 | 0,05 | 2,3 | 0,7 | 2,6 | 54 | 5,1 | 0,06 | 2,4 | 0,6 | 2,2 | 58 |
| T | Test. vs. Fat. | 0,76ns | 1,34ns | 1,71ns | 2,06ns | 0,69ns | 1,79ns | 1,06ns | 0,96ns | 1,09ns | 0,90ns | 0,32ns | 1,61ns |
| E | Fonte (F) | 0,44ns | 0,99ns | 1,49ns | 2,44ns | 1,09ns | 2,01ns | 0,31ns | 0,31ns | 1,39ns | 2,06ns | 0,49ns | 0,42ns |
| S | Dose (D) | 1,39ns | 0,36ns | 1,01ns | 1,39ns | 0,94ns | 1,03ns | 0,77ns | 0,83ns | 0,99ns | 0,77ns | 0,91ns | 1,15ns |
| T | F x D | 1,04ns | 0,43ns | 0,66ns | 1,04ns | 1,33ns | 0,86ns | 0,09ns | 0,04ns | 0,15ns | 0,19ns | 0,37ns | 0,91ns |
| CV (%) | | 8,90 | 17,00 | 12,30 | 18,50 | 10,40 | 11,10 | 7,20 | 9,60 | 11,20 | 10,40 | 13,50 | 16,00 |

ns - Não significativo.

vista da baixa eficiência das apatitas brasileiras para culturas anuais, conforme demonstraram Goedert & Lobato (1980), Goedert & Lobato (1984) e Goedert et al. (1990).

Entretanto, apesar de também constituir um fosfato natural, o fosfato de Gafsa proporcionou uma produção de grãos de soja significativamente maior que o de Patos de Minas. Em termos de eficiência agronômica, tem-se mostrado similar aos fosfatos solúveis em água, particularmente quando se considera o efeito residual (Goedert & Lobato 1980, Goedert & Lobato 1984, Oliveira et al. 1984). Essa grande diferença, quando comparada com os fosfatos nacionais, é explicada principalmente pela sua solubilidade em ácido cítrico, cerca de 40% do P total.

Entretanto, é conveniente ressaltar que nestes experimentos mencionados o fertilizante fosfatado foi utilizado na forma de pó.

Examinando a Fig. 3, verifica-se que a granulação do fosfato de Gafsa não se traduziu em vantagem no primeiro ano, uma vez que a produção de grãos foi significativamente menor que a proporcionada pelo superfosfato triplo. A granulação do fosfato de rocha provavelmente reduziu a sua taxa de dissolução e solubilização, em função da diminuição da superfície de contacto com o solo.

Tem, ainda, sido relatado que materiais utilizados na granulação do fertilizante fosfatado podem formar uma película superficial dura, impedindo a difusão do P solúvel do interior do grânulo para o solo. Contudo, Gillon et al. (1978) em condições de casa de vegetação, testaram vários agentes agregantes (MgSO₄, KCl, (NH₄)₂ SO₄, MgCl₂) e não verificaram influência deles na eficiência do fosfato de rocha de Maktesh (Israel).

Ainda segundo Gillon et al. (1978), o efeito negativo da granulação do fosfato de rocha praticamente desapareceu com os cultivos sucessivos. No segundo ano de experimentação, esta tendência também foi observada (Fig. 3).

Embora em condições de campo o revolvimento do solo não tenha sido importante no efeito residual do fertilizante fosfatado solúvel em água (Lemos et al. 1987), acredita-se que,

TABELA 2. Efeito de doses e fontes de fósforo nas concentrações de K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn nas folhas de soja.

| Dose P ₂ O ₅ | Fonte | Ano agrícola: 1987/88 | | | | | | | Ano agrícola: 1988/89 | | | | | | |
|------------------------------------|-------------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | K | Ca | Mg | Cu | Fe | Mn | Zn | K | Ca | Mg | Cu | Fe | Mn | Zn |
| kg/ha | | % | | | | | | | | | | | | | |
| 100 | Superfosfato | 2,38 | 1,07 | 0,38 | 6 | 90 | 76 | 38 | 2,15 | 0,95 | 0,36 | 7 | 82 | 75 | 39 |
| 200 | tríplo | 2,21 | 0,97 | 0,38 | 7 | 96 | 74 | 33 | 2,25 | 0,92 | 0,40 | 6 | 80 | 65 | 33 |
| 100 | Fosfato de | 2,28 | 1,04 | 0,39 | 5 | 87 | 85 | 39 | 2,20 | 1,00 | 0,39 | 6 | 71 | 66 | 35 |
| 200 | Gafsa granulado | 2,48 | 0,99 | 0,37 | 6 | 91 | 78 | 32 | 2,12 | 0,93 | 0,41 | 8 | 90 | 79 | 39 |
| 100 | Termofosfato | 2,43 | 1,11 | 0,36 | 7 | 82 | 75 | 33 | 2,26 | 0,97 | 0,41 | 7 | 77 | 72 | 34 |
| 200 | magnésiano | 2,35 | 1,09 | 0,40 | 5 | 79 | 75 | 32 | 2,19 | 0,91 | 0,37 | 9 | 73 | 71 | 36 |
| 100 | Fosfato natural | 2,31 | 1,07 | 0,37 | 8 | 91 | 81 | 39 | 2,30 | 0,99 | 0,38 | 8 | 85 | 67 | 36 |
| 200 | de Patos de Minas | 2,34 | 1,00 | 0,36 | 6 | 85 | 76 | 35 | 2,16 | 0,93 | 0,40 | 8 | 70 | 69 | 40 |
| Testemunha | | 2,39 | 0,93 | 0,38 | 6 | 93 | 83 | 35 | 2,15 | 0,93 | 0,41 | 8 | 83 | 69 | 37 |
| T | Test. vs. Fat. | 1,66ns | 1,69ns | 2,05ns | 0,44ns | 1,04ns | 1,39ns | 0,44ns | 1,29ns | 0,15ns | 0,69ns | 0,05ns | 0,39ns | 0,45ns | 0,32ns |
| E | Fonte (F) | 2,01ns | 1,94ns | 2,05ns | 0,97ns | 1,49ns | 1,67ns | 1,39ns | 0,94ns | 0,73ns | 1,03ns | 0,49ns | 0,26ns | 1,67ns | 1,12ns |
| S | Dose (D) | 0,44ns | 1,03ns | 0,54ns | 1,03ns | 1,33ns | 0,67ns | 2,09ns | 0,12ns | 0,02ns | 1,22ns | 0,31ns | 0,99ns | 1,04ns | 0,89ns |
| T | F x D | 0,99ns | 1,00ns | 0,39ns | 0,99ns | 0,36ns | 1,01ns | 1,34ns | 0,47ns | 0,83ns | 0,33ns | 0,68ns | 0,31ns | 0,54ns | 0,03ns |
| CV (%) | | 12,30 | 10,40 | 9,60 | 15,60 | 15,90 | 9,30 | 10,10 | 13,40 | 15,60 | 9,10 | 8,60 | 32,60 | 10,20 | 8,40 |

no caso do fosfato de rocha granulada, este fator deva ser considerado, uma vez que ele poderá favorecer a dispersão do material do grânulo.

Por outro lado, é bastante sugestivo, nesse tipo de estudo, estabelecer-se um índice comparativo entre as fontes de P. Para essa finalidade, utilizou-se metodologia proposta por Goedert et al. (1986), tendo-se o superfosfato triplo como fonte de referência.

As equações que melhor descreveram a curva de resposta, em função de cada fonte de P, são apresentadas a seguir, onde X representa as doses de P utilizadas, e Y, Y₁ e Y₂ correspondem às produções de grãos de soja devidas respectivamente ao superfosfato triplo, termofosfato e fosfato de Gafsa.

Ano agrícola: 1987/88

$$Y = 2.047,46 + 124,16X^{0,5} \quad (R^2 = 0,99)$$

$$Y_1 = 2.030,47 + 117,86X^{0,5} \quad (R^2 = 0,99)$$

$$Y_2 = 1.997,85 + 86,46X^{0,5} \quad (R^2 = 0,98)$$

Ano agrícola: 1988/89

$$Y = 1.534,08 + 120,98X^{0,5} \quad (R^2 = 0,98)$$

$$Y_1 = 1.563,21 + 115,62X^{0,5} \quad (R^2 = 0,94)$$

$$Y_2 = 1.510,03 + 113,69X^{0,5} \quad (R^2 = 0,99)$$

Os índices equivalentes em superfosfato triplo médio (EqST) apresentados na Tabela 3 foram obtidos através do quociente dos quadrados dos gradientes das curvas, multiplicado por cem, empregando-se o superfosfato triplo como divisor.

TABELA 3. Índices de eficiência comparativa média, tendo o superfosfato triplo como fonte de referência (EqST).

| Fonte de P | EqST (%) | |
|----------------------------|----------|--------|
| | 1º ano | 2º ano |
| Superfosfato triplo | 100 | 100 |
| Termofosfato magnesiano | 90 | 91 |
| Fosfato de Gafsa granulada | 48 | 88 |

Cumprе salientar que para o fosfato de Patos de Minas estes índices não foram calculados, devido à sua ineficiência no fornecimento de P para as plantas, durante os dois anos de experimentação.

Evidencia-se, mais uma vez, na Tabela 3, o bom desempenho do termofosfato durante os dois anos agrícolas, e a melhoria acentuada no comportamento do fosfato de Gafsa granulada, quando se considerou o efeito residual no segundo ano.

CONCLUSÕES

1. A adubação fosfatada promoveu incrementos significativos na produção e grãos de soja e nos teores de P no solo e nas folhas.

2. A eficiência das fontes de P, em termos de produção de grãos, obedeceu à seguinte ordem decrescente: superfosfato triplo, termofosfato magnesiano, fosfato de Gafsa granulada e fosfato de Patos de Minas.

3. O termofosfato magnesiano não alterou significativamente o valor pH e as concentrações de Ca e Mg no solo e nas folhas.

4. A eficiência do fosfato de Gafsa granulada melhorou acentuadamente quando se considerou o efeito residual no segundo ano.

5. O fosfato natural de Patos de Minas foi ineficiente no fornecimento de P para as plantas de soja.

AGRADECIMENTOS

Ao Eng.-Agr. Paulo Eduardo Carnier pela participação na instalação do experimento.

REFERÊNCIAS

- 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 Agronômico, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).

- BRAGA, N.R.; MASCARENHAS, H.A.A.; FEITOSA, C.T.; HIROCE, R.; RAIJ, B. van. Efeitos de fosfatos sobre o crescimento e produção de soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.4, p.36-39, 1980.
- COUTINHO, E.L.M. **Efeitos das relações K-Ca-Mg na cultura da soja**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1984. 68p. Tese de Livre-Docência.
- COUTINHO, E.L.M.; TOLEDO, P.A. **Aplicação de termofosfatos na cultura da soja**. Efeitos de fontes, doses e modos de aplicação. [S.L.]: CPE/RUNESP, 1984. 44p. Relatório Técnico.
- DEFELIPO, V.B.; BORGES, R.E.; MENDONÇA, B.M. Adubos fosfatados na correção de acidez do solo. *Seiva*, v.38, p.41-50, 1978.
- EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Planaltina, DF). **Relatório Técnico Anual**, 1976. 150p.
- GILLON, I.; REINHORN, T.; SEMIAT, R.; HAGIN, J. Evaluation of granulated phosphate rock for direct application. In: SEMINAR ON PHOSPHATE ROCK FOR DIRECT APPLICATION, 1978., Haifa, Israel. *Annals...* Alabama: IFDC, 1978. p.378-394.
- GOEDERT, W.J. Efeito residual de fosfatos naturais em solos de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.18, n.5, p.499-506, 1983.
- GOEDERT, W.J.; LOBATO, E. Avaliação agrônômica de fosfatos em solo de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.8, p.97-102, 1984.
- GOEDERT, W.J.; LOBATO, E. Eficiência agrônômica de fosfatos em solo de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.15, n.3, p.311-318, 1980.
- GOEDERT, W.J.; REIN, T.A.; SOUSA, D.M.G. Eficiência agrônômica de fosfatos naturais, fosfatos parcialmente acidulados e termofosfatos em solos de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.25, n.4, p.521-530, 1990.
- GOEDERT, W.J.; SOUSA, D.M.G.; REIN, T.A. **Princípios metodológicos para avaliação agrônômica de fontes de fósforo**. Planaltina, DF: EMBRAPA, 1986. 23p. (Documentos, 22).
- LEMOS, C.A.S.; ANGHINONI, I.; VOLKWEISS, S.J. Efeito residual do fósforo e sua relação com a granulação do superfosfato triplo e com o revolvimento do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.11, p.161-166, 1987.
- OLIVEIRA, E.L. de; MUZILLI, O.; IGUE, K.; TORNERO, M.T.T. Avaliação da eficiência agrônômica de fosfatos naturais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.8, p.63-67, 1984.
- PEREIRA, J.; BRAGA, J.M.; NOVAIS, R.F. Efeito de fontes e doses de fósforo na adubação da soja em solo sob campo cerrado. *Revista Ceres*, v.21, p.227-246, 1974.
- RAIJ, B. van; CAMARGO, A.P. de; MASCARENHAS, H.A.A.; HIROCE, R.; FEITOSA, C.T.; NERY, C.; LAUN, C.R.P. Efeito de níveis de calagem na produção de soja em solo de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.1, p.28-31, 1977.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 31p. (Boletim Técnico, 81).